



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA

**APRIMORANDO O ENSINO DE BOTÂNICA NO BIOMA CERRADO:
ANÁLISE CRÍTICA DE DOCUMENTOS EDUCACIONAIS,
IMPLEMENTAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO E LEVANTAMENTO FLORÍSTICO, ALIADO À
EXPERIÊNCIA EM TRILHAS INVESTIGATIVAS**

Rosely Soares Macedo Braz

Brasília/DF

2024



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM BOTÂNICA

**APRIMORANDO O ENSINO DE BOTÂNICA NO BIOMA CERRADO:
ANÁLISE CRÍTICA DE DOCUMENTOS EDUCACIONAIS,
IMPLEMENTAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO E LEVANTAMENTO FLORÍSTICO, ALIADO À
EXPERIÊNCIA EM TRILHAS INVESTIGATIVAS**

Rosely Soares Macedo Braz

Dissertação apresentada ao Departamento de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Botânica.

Orientadora: Dra. Daniela Cristina Zappi

Coorientadora: Dra. Sueli Maria Gomes

Brasília/DF

2024

Comissão Examinadora

Dra. Daniela Cristina Zappi

Membro interno vinculado ao programa
(Presidente)

Dra. Micheline Carvalho Silva

Membro interno vinculado ao programa
(Titular)

Dra. Suzana Ursi

Membro externo não vinculado ao programa
(Titular)

Dra. CÁssia Beatriz Rodrigues Munhoz

Membro interno vinculado ao programa
(Suplente)



Dedico a todos que acreditam na incomensurável beleza do Cerrado, uma fonte perene de inspiração e sabedoria que merece nossa reverência e proteção.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me oportunizar esta etapa e me fortalecer nos momentos difíceis. Sua orientação e apoio foram fontes de conforto e inspiração ao longo dessa jornada acadêmica.

À Universidade de Brasília (UnB), por proporcionar o desenvolvimento deste mestrado e por ter sido para mim um lugar de crescimento profissional e pessoal, de amadurecimento e capacitação. Sou grata por ter me proporcionado tanto.

Gostaria de agradecer à equipe do herbário da UnB pela disponibilidade e apoio, em especial à Técnica Valéria Maria Gomes Barros. Sua dedicação e prontidão foram verdadeiramente inspiradoras, tornando esta jornada mais fácil e produtiva.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Botânica, que contribuíram para minha formação, ampliando meus conhecimentos e despertando ainda mais meu interesse pela Botânica e o Cerrado. Em especial, à professora Dra. Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz, cuja atenção e humanidade fizeram a diferença em minha jornada acadêmica.

À professora Dra. Juliana Lovo, pela atenção e pelas dicas valiosas na apresentação do pré-projeto e na minha qualificação, dicas que foram fundamentais e me ajudaram a crescer e melhorar passo a passo.

À minha coorientadora, Professora Dra. Sueli Maria Gomes, a quem agradeço de forma muito especial por sua orientação e apoio ao longo deste trabalho.

À minha orientadora, Professora Dra. Daniela Cristina Zappi, expresso minha gratidão especial. A oportunidade de realizar este mestrado sob sua orientação foi um verdadeiro privilégio. Quero enfatizar não apenas sua acolhida calorosa e seu acompanhamento constante, mas também sua gentileza e disponibilidade para trabalhar lado a lado. Trabalhar com a Dra. Zappi foi uma experiência extraordinária que deixou marcas indeléveis em minha jornada acadêmica, profissional e pessoal. Suas orientações e ensinamentos transcendem os limites do ambiente acadêmico, moldando não apenas minha carreira, mas também minha forma de ver o mundo e enfrentar desafios. Expresso minha profunda gratidão por essa oportunidade e por todo o apoio recebido ao longo deste mestrado.

À minha amada família, pelo incentivo e contribuição para minha formação. À minha mãe, Ione Soares Loiola Macedo, agradeço profundamente pelo amor e pelos cuidados diários que sempre me sustentaram. Sua dedicação e apoio incondicionais foram e continuam sendo fundamentais em cada passo do meu caminho. Quanto ao meu pai, Júlio de Araújo Macedo, sua crença inabalável em mim sempre foi uma fonte de motivação para alcançar meus objetivos. Mesmo estando ausente fisicamente, sua presença continua a ser sentida em cada passo do meu caminho, inspirando-me nos momentos difíceis e guiando-me em minhas conquistas.

De forma especial, expresso minha profunda gratidão ao meu amado esposo, André de Melo Braz, cujo amor iluminou cada passo da minha jornada. Sua presença constante e disponibilidade em todos os momentos, tanto como companheiro de vida quanto como parceiro de campo e/ou montagem do material, foram fundamentais para me manter firme em meu caminho. Agradeço pelas incontáveis horas de paciência, incentivo, amor, apoio e companheirismo nos momentos mais difíceis. Seu amor foi uma luz que nunca se apagou, guiando-me sempre adiante.

Às minhas queridas filhas, Luana Macedo Braz e Isabela Macedo Braz, que são verdadeiras fontes de inspiração e alegria. Seu amor e presença em minha vida são tesouros preciosos que iluminaram meu caminho, trazendo força e alegria mesmo nos momentos mais desafiadores. Agradeço por serem minha fonte constante de amor e motivação, e por estarem sempre ao meu lado, tornando cada passo desta jornada significativo e especial.

Aos colegas de curso que compartilharam comigo a jornada da pós-graduação, seja nos campos de pesquisa, em sala de aula ou durante disciplinas. Sua colaboração e troca de experiências foram inestimáveis, enriquecendo meu percurso acadêmico e fortalecendo nossa jornada coletiva. Em especial ao meu colega de curso Pedro Henrique Castro Aguiar, que se destacou, sendo um parceiro de campo excepcional, colaborador em trabalhos acadêmicos e um apoio fundamental.

Aos meus estudantes, que continuamente me inspiram a buscar o conhecimento e a excelência acadêmica. Sua paixão pelo aprendizado e pela descoberta são uma constante fonte de inspiração, renovando diariamente minha convicção no significado do meu papel como educadora, tanto no processo de ensinar quanto de aprender.

Quero também expressar minha gratidão aos meus irmãos, sobrinhas, sobrinhos, familiares e amigos que estiveram ao meu lado, mesmo nos momentos em que minha presença física era limitada. Seu apoio moral e incentivo foram essenciais nos momentos mais desafiadores, tornando mais leve o fardo das dificuldades e compartilhando a alegria das conquistas.

SUMÁRIO

RESUMO/ABSTRACT	16
1. INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS	17
Objetivo geral	19
Objetivos Específicos	19
2. REFERÊNCIAS	58

CAPÍTULO I - BOTÂNICA NA SOMBRA: UMA ANÁLISE DAS NEGLIGÊNCIAS NOS DOCUMENTOS EDUCACIONAIS - BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR E CURRÍCULO EM MOVIMENTO - E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A IMPERCEPÇÃO BOTÂNICA

RESUMO/ABSTRACT	21
1. INTRODUÇÃO	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 Histórico da Base Nacional Comum Curricular	23
2.2 Histórico do Currículo em Movimento da Secretaria De Educação Do Distrito Federal	25
2.3 O Ensino de Ciências	26
2.4 Abordagem do Ensino de Ciências na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)	28
2.5 Integração do Ensino de Ciências no Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal	29
2.6 O Novo Ensino Médio (NEM)	30
2.7 O Ensino de Botânica	33
2.8 Desafios Atuais no Ensino de Botânica	34
3. METODOLOGIA	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO - UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A BNCC E O CURRÍCULO EM MOVIMENTO DO DISTRITO FEDERAL	37
4.1 Abordagem da Botânica na Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Uma Análise Detalhada	37
4.2 Enfoque da Botânica no Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal: Aspectos Destacados	44
5. CONCLUSÃO	57
6. REFERÊNCIAS	58

CAPÍTULO II - SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM BOTÂNICA: POTENCIALIZANDO O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM POR MEIO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO 63

RESUMO 63

1. INTRODUÇÃO 64

2. METODOLOGIA 68

2.1 Características, metodologia localização e participantes 68

2.2 Primeira Etapa da Pesquisa: Investigação da Impercepção Botânica, Interesse e Conhecimento sobre Plantas entre Estudantes 69

2.3 Segunda Etapa da Pesquisa: Aplicação da Sequência Didática e Avaliação da Eficácia no Ensino de Botânica entre Estudantes 70

3. RESULTADOS, DISCUSSÃO E REFLEXÕES ACERCA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA 86

3.1 Avaliação dos conhecimentos prévios e interesse dos estudantes pela Botânica 86

3.2 Explorando a Eficácia da Sequência Didática no Ensino de Botânica: Estratégias e Impacto no Desenvolvimento do Conhecimento dos Estudantes 90

3.3 Jogo Didático 'Aprendendo e Jogando com as Plantas': O Favorito dos Estudantes na Aprendizagem Botânica 94

3.4 Aprendendo na Natureza: Explorando a Botânica com Protagonismo Ativo no Jardim 95

3.5 Explorando a Botânica na Prática: Experimentos e Atividades em Sala de Aula 97

3.6 Aulas Expositivas na Sequência Didática do Ensino de Botânica 99

3.7 Tecnologias Educacionais: Explorando Questionários Online e Atividades Tradicionais 100

3.8 Herbário Itinerante: Produção de Exsicatas e Conservação da Flora do Cerrado 101

3.9 Técnica de Ilustração Científica em Aquarela: Explorando a Beleza e Precisão na Representação Visual das Plantas do Cerrado 103

3.10 Desenvolvendo Atividades Interativas com o *Software HotPotatoes* 105

3.11 Superação da Impercepção Botânica 107

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS 108

5. REFERÊNCIAS 109

CAPÍTULO III - SING INTERPRETATIVE TRAILS AS A BOTANY TEACHING DIDACTIC RESOURCE: A STUDY BASED ON A FLORISTIC SURVEY IN THE CHAPADA IMPERIAL ECOLOGICAL RESERVE 117

ABSTRACT/ RESUMO/ 117

1. INTRODUCTION 118

2. MATERIAL AND METHODS	120
2.1 Study site	120
2.2 Floristic Survey	122
2. 3 High school students as the target public for the investigative trail	123
2. 4 Cyanotypes as a methodology for teaching-learning Botany	124
3. RESULTS AND DISCUSSION	128
3. 1 Floristic survey in a rich, preserved Cerrado reserve	128
3.2 Interpretative nature trails for Botany teaching and raising awareness fo the importance of the Cerrado	132
4. FINAL CONSIDERATIONS	138
5. ACKNOWLEDGEMENTS	139
6. REFERENCES	139
7. SUPPLEMENTARY MATERIAL - Lists of species	144

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I - Objetivos de Aprendizagem Currículo Em Movimento Do Novo Ensino Médio	169
ANEXO II - Música: Angion (vaI Androceu)	178
ANEXO II - Atividade revisional sobre anatomia vegetal	180
ANEXO IV - Atividade revisional sobre hormônios vegetais	203

ÍNDICE DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos responsáveis legais	151
APÊNDICE B- Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) aos estudantes menores de 18 anos	153
APÊNDICE C - Questionário Diagnóstico Inicial: Avaliação do Conhecimento Prévio dos Estudantes	155
APÊNDICE D - Questionário Diagnóstico Final	159
APÊNDICE E - Questionário de Avaliação Inicial: Explorando Conhecimentos sobre Botânica e o Bioma Cerrado	164
APÊNDICE F - Questionário de Avaliação Final: Reflexões Ecológicas na Reserva Chapada Imperial	166
APÊNDICE G - Palavras cruzadas sobre briófitas e pteridófitas	
APÊNDICE H - Estudo dirigido com lacunas	
APÊNDICE I - Explorando o Fototropismo: Uma Aula Prática de Observação e Experimentação	
APÊNDICE J - Desvendando o Amadurecimento dos Frutos: Uma Investigação da Ação do Etileno	
APÊNDICE K - Jogo “Aprendendo e Jogando com as Plantas”	

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo I

Figura 1: Estruturas das Competências da BNCC	38
Figura 2: Organização curricular do Novo Ensino Médio no Distrito Federal, integrando investigação científica, processos criativos, mediação sociocultural e empreendedorismo, alinhadas às disciplinas da Formação Geral Básica	46
Figura 3: Objetivos de aprendizagem em Ciências da Natureza: 'Matéria e Energia', 'Vida e Evolução' e 'Terra e Universo', mantendo a continuidade no Ensino Fundamental	48

Capítulo II

Figura 1: Esquema Organizacional das Etapas da Pesquisa	69
Figura 2: Descrição das etapas da pesquisa	72
Figura 3: Exemplos Distribuídos às Turmas - Musgo (A), Samambaia (B), Gimnosperma Cupressaceae (C), e Angiosperma Orchidaceae (D)	75
Figura 4: Momento de aula no jardim da escola, onde os alunos estão envolvidos na exploração de conceitos botânicos, como identificação e classificação de plantas, como parte integrante do processo educativo	76
Figura 5: Estudante Utilizando Técnica de Aquarela na Ilustração Científica de Plantas Nativas do Cerrado	77
Figura 6: Ilustração Científica de Plantas Nativas do Cerrado com QRCode e Etiqueta de Identificação	78
Figura 7: Experimentos práticos realizados em sala de aula. (A) Observação do fototropismo em plantas. (B e C) Investigação da ação do etileno no amadurecimento de bananas	80
Figura 8: Tabuleiro do “Aprendendo e Jogando com as Plantas”	81
Figura 9: Exemplo das cartas utilizadas no jogo 'Aprendendo e Jogando com as Plantas', distribuídas com assuntos das quatro subáreas estruturais	82
Figura 10: Tabuleiro com peões feitos com Sementes de Plantas do Cerrado	82
Figura 11: Esquema do dado elaborado com fotografias de plantas do cerrado	83
Figura 12: Apresentação das Perguntas e Gabaritos em Arquivo do <i>Microsoft Power Point</i> 2010 durante o Jogo	84
Figura 13: Oficina de Exsicatas realizada durante a visita com o Herbário Itinerante da UnB	85
Figura 14: Opinião dos estudantes sobre a importância de estudar Botânica no ensino médio	86
Figura 15: Respostas dos estudantes sobre as metodologias para alcançar uma aprendizagem significativa em Botânica	89
Figura 16: Avaliação da sequência didática no ensino de Botânica pelos estudantes	91

Figura 17: Percepção dos Estudantes sobre a Sequência Didática em Botânica	92
Figura 18: Questão 97 - Caderno Azul - Ciências da Natureza e suas Tecnologias	98
Figura 19: Estudantes participando de uma oficina com o Herbário Itinerante da UnB, como parte da sequência didática	101
Figura 20: Palavra cruzada criada na ferramenta <i>Jcross</i> do <i>Hot Potatoes</i>	106
Figura 21: Preenchimento de lacunas criado na ferramenta <i>JCloze</i> do <i>Hot Potatoes</i>	106
Capítulo III	
Figure 1: Plant diversity of the Cerrado at the Chapada Imperial Ecological Reserve	120
Figure 2: Trails according to the degree of difficulty - (A) Trail routes, (B) Short trail, (C) Medium trail and (D) Long trail. Source Chapada Imperial (2023)	121
Figure 3: How to arrive to the Chapada Imperial Ecological reserve (source Reserva Chapada Imperial 2023)	121
Figure 4: Map of the Chapada Imperial Ecological Reserve	122
Figure 5: Methodology fluxogram showing four activity stages	123
Figure 6: Model of herbarium specimen in acrylic with associated <i>QR Code</i> including informations and images of Cerrado species	125
Figure 7: Step by step for development a cyanotype photograph	126
Figura 8: Cyanotype photograph with associated <i>QR Code</i> used as part of the methodology in Botany teaching	127
Figura 9: Cyanotype exhibition with associated <i>QR Code</i> in the school environment	127
Figura 10: Main plant families contributing towards species diversity in the Chapada Imperial Ecological Reserve	128
Figure 11: Representative images of the species diversity in Fabaceae at the Chapada Imperial Ecological Reserve. (A) <i>Calliandra dysantha</i> , (B) <i>Chamaecrista desvauxii</i> , (C) <i>Eriosema rigidum</i> , (D) <i>Mimosa clausenii</i> , (E) <i>Mimosa pseudoradula</i> , (F) <i>Periandra mediterrânea</i> , (G) <i>Senna pendula</i> e (H) <i>Stryphnodendron adstringens</i>	129
Figure 12: Records of wild fire at the Chapada Imperial Ecological Reserve in 2021. From Imperial (2021)	130
Figure 13: Examples of Asteraceae in the Chapada Imperial Ecological Reserve. (A) <i>Achyrocline alata</i> , (B) <i>Aldama robusta</i> , (C) <i>Aspilia leucoglossa</i> , (D) <i>Chresta sphaerocephala</i> , (E) <i>Sphagneticola trilobata</i> e (F) <i>Vernonanthura polyanthes</i>	130
Figure 14: Students highlight the relevance of the Cerrado interpretative trail to increase their botanical knowledge	133
Figure 15: Collections fixed in acrylic with associated <i>QR Codes</i> containing further information regarding the specimen and field images in the school environment	134
Figure 16: Google forms word cloud generated from the students answers to the initial Cerrado diagnostic questionnaire illustrating their limited knowledge regarding native species	136

Figure 17: Google forms world cloud displaying answers to the final Cerrado diagnostic questionnaire illustrating their increased knowledge regarding native species

137

ÍNDICE DE TABELAS E QUADROS

Capítulo I

Tabela 1: Estruturas das Competências específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio da BNCC	40
Tabela 2: Habilidades Específicas da BNCC Conectadas aos Diferentes Ramos da Botânica	42
Quadro 1. Competências Gerais da Educação Básica	44
Tabela 3: Relação entre Objetivos de Aprendizagem unidade temática “Matéria e Energia”, Competências e sua Aplicação na Botânica	50
Tabela 4: Relação entre Objetivos de Aprendizagem unidade temática “Vida e Evolução”, Competências e sua Aplicação na Botânica	52
Tabela 5: Relação entre Objetivos de Aprendizagem unidade temática “Terra e Universo”, Competências e sua Aplicação na Botânica	53

Capítulo II

Tabela 1: Unidade temática, objetos do conhecimento e habilidades de ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio BNCC	70
Tabela 2: Sequência Didática Explorando a Diversidade Botânica: Uma Jornada pelos Reinos e Adaptações das Plantas	73

LISTA DE SIGLAS

APA - Área de Proteção Ambiental

BNCC - Base Nacional Comum Curricular

CEP/CHS - Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais

CHS - Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

CNT - Ciências da Natureza e suas Tecnologias

DF - Distrito Federal

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

FTE - *forward testing effect*

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LGG - Linguagens e suas Tecnologias

MS - Ministério da Saúde

MTT - Matemática e suas Tecnologias

NEM - Novo Ensino Médio

PAS - Programa de Avaliação Seriada

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PPP - Projeto Político Pedagógico

SEEDF - Secretaria de Educação do Distrito Federal

TALE - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TDIC - Tecnologias digitais de informação e comunicação

TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação

UB - Herbário da Universidade de Brasília

UEs - Unidades Educacionais

UnB - Universidade de Brasília

**APRIMORANDO O ENSINO DE BOTÂNICA NO BIOMA CERRADO:
ANÁLISE CRÍTICA DE DOCUMENTOS EDUCACIONAIS,
IMPLEMENTAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM TECNOLOGIA DA
INFORMAÇÃO E LEVANTAMENTO FLORÍSTICO, ALIADO À
EXPERIÊNCIA EM TRILHAS INVESTIGATIVAS**

RESUMO GERAL

O ensino de Botânica tem enfrentado muitos desafios, entre eles a falta de relevância atribuída à disciplina e a dificuldade em despertar o interesse dos alunos. Contudo, a Botânica, como disciplina fundamental, desempenha um papel essencial na compreensão da vida vegetal e sua interação com o ambiente, transcendendo os limites das Ciências Biológicas. No contexto do bioma Cerrado, aprimorar o ensino desta disciplina é crucial para que os estudantes conheçam e empatizem com um ecossistema fascinante que se encontra atualmente sob alto grau de ameaça. O primeiro capítulo desta dissertação analisa a presença da Botânica nos documentos educacionais brasileiros, destacando lacunas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Currículo em Movimento do Distrito Federal. O segundo capítulo propõe uma sequência didática investigativa, utilizando tecnologias da informação e comunicação (TIC), com o objetivo de tornar o ensino de Botânica mais significativo e motivador. Por fim, o terceiro capítulo explora o potencial das trilhas interpretativas como recurso didático, baseado em um levantamento florístico na Reserva Ecológica Chapada Imperial. Essas iniciativas buscam promover uma abordagem dinâmica e contextualizada para o ensino de Botânica, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e engajados na conservação do meio ambiente. A impercepção botânica pode ser superada através de estratégias educacionais inovadoras e contextualizadas, especialmente aquelas envolvendo uma reconexão com a natureza ao nosso redor, despertando a curiosidade e o senso de responsabilidade ambiental nos alunos.

Palavras-chave: Ensino de biologia, Biodiversidade, Conservação, TIC, Experiências.

**IMPROVING BOTANY TEACHING IN THE CERRADO BIOME: A
CRITICAL ANALYSIS OF EDUCATION DOCUMENTS,
IMPLEMENTATION OF A DIDACTIC SEQUENCE USING INFORMATION
TECHNOLOGY AND COMBINING A FLORISTIC SURVEY TO
EDUCATIONAL EXPERIENCES IN INVESTIGATIVE TRAILS**

GENERAL ABSTRACT

Botany teaching faces numerous challenges, among them the lack of relevance attributed to the discipline and the difficulty in sparking students' interest. Nonetheless, as a fundamental discipline, it plays an essential role in understanding plant life and its interaction with the environment, transcending the boundaries of Biological Sciences. In the context of the Cerrado biome, enhancing the teaching of this discipline is crucial for students to understand and empathize with a fascinating ecosystem that is currently under a high degree of threat. The first chapter of this dissertation analyses the presence of Botany in Brazilian educational documents, highlighting gaps in the National Common Curricular Base (BNCC) and the Curriculum in Motion of the Federal District. The second chapter proposes an investigative didactic sequence, using information and communication technologies (ICT) aiming to make Botany teaching more meaningful

and motivating. Finally, the third chapter explores the potential of interpretative trails as a didactic resource, based on a floristic survey in the Chapada Imperial Ecological Reserve. These initiatives seek to promote a dynamic and contextualized approach to the teaching of Botany, contributing to the formation of citizens who are aware of and engaged in environmental conservation. Botanical imperception can be overcome through innovative and contextualized educational strategies, especially those involving a reconnection with the natural world around us, awakening curiosity and a sense of environmental responsibility in students.

Palavras-chave: Biology teaching, Biodiversity, Conservation, CITs, Experiences.

1. INTRODUÇÃO GERAL E OBJETIVOS

A Botânica, como ciência fundamental, desempenha um papel essencial na compreensão da vida vegetal e sua interação com o ambiente. Seu estudo transcende os limites das ciências biológicas, abrangendo aspectos da ecologia, geografia, geologia, conservação e até mesmo da saúde humana (Santos, 2006; Raven et al., 2014). No entanto, o ensino de Botânica enfrenta desafios significativos, especialmente no contexto da educação básica brasileira.

A análise dos documentos normativos, como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), revela lacunas importantes no que diz respeito ao ensino de Botânica. Enquanto a BNCC destaca unidades temáticas como "Matéria e Energia" e "Vida, Terra e Cosmos", o conteúdo específico sobre Botânica é escasso. Embora se reconheça a importância da compreensão da biodiversidade e dos ecossistemas, o ensino específico sobre plantas e processos botânicos é sub-representado, relegando muitas vezes essa área do conhecimento a um plano secundário (BRASIL, 2018).

No âmbito da BNCC do Ensino Médio, as competências e habilidades propostas fornecem uma estrutura flexível para o desenvolvimento educacional integral. No entanto, a ausência de referências explícitas ao ensino de Botânica implica que a escolha dos conteúdos a serem abordados recai sobre os professores, muitos dos quais podem carecer de formação específica na área. Essa falta de direcionamento pode contribuir para a negligência no ensino de Botânica, perpetuando um ciclo no qual o desinteresse dos docentes impacta diretamente no engajamento dos alunos (BRASIL, 2018).

Além da BNCC, iniciativas como o Currículo em Movimento, da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF), buscam fornecer diretrizes para a construção de um currículo mais contextualizado e significativo. No entanto, mesmo nesses documentos, o ensino de Botânica ainda não recebe a devida atenção, sendo mencionado apenas de forma tangencial em relação a unidades temáticas mais amplas como "Vida e Evolução" e "Terra e Universo" (Distrito Federal, 2020).

Para superar os desafios enfrentados no ensino de Botânica, torna-se essencial adotar práticas pedagógicas inovadoras e contextualizadas. Sequências didáticas surgem como uma abordagem promissora, permitindo a organização de atividades interativas e investigativas que estimulam a curiosidade e o engajamento dos alunos. Trivelato e Tonidandel (2015) destacam que uma sequência didática eficaz deve envolver os alunos

na formulação de questões, na elaboração de hipóteses e na construção de argumentos científicos, promovendo uma aprendizagem significativa e autônoma.

Além disso, a utilização de trilhas interpretativas pode enriquecer o ensino de Botânica, proporcionando aos alunos uma experiência imersiva na natureza. Essas atividades práticas não apenas permitem a observação direta de plantas e ecossistemas, mas também promovem a compreensão da interdependência entre os seres vivos e o ambiente. Amaral e Munhoz (2007) destacam que as trilhas interpretativas são uma ferramenta valiosa para sensibilizar os alunos para a importância da conservação ambiental, contribuindo assim para a formação de cidadãos conscientes e engajados.

Ademais, a realização de levantamentos florísticos no Cerrado, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do mundo, emerge como uma medida crucial para a compreensão e preservação dessa vegetação singular e atualmente altamente ameaçada (Françoso et al. 2015; Brasil, 2018). Estudos florísticos e fitossociológicos oferecem informações imprescindíveis para a conservação da flora nativa e a gestão sustentável dos recursos naturais. A valorização do Cerrado como um bioma de inestimável importância também se revela essencial para fomentar sua preservação, demandando uma educação ambiental capaz de instigar nos estudantes o reconhecimento de sua relevância e a imperatividade de sua proteção (Chaves et al., 2013).

Portanto, diante dos desafios e oportunidades apresentados, o presente trabalho propõe uma análise crítica dos documentos normativos brasileiros em relação ao ensino de Botânica, identificando lacunas e oportunidades de aprimoramento. Em seguida, são apresentadas estratégias e metodologias inovadoras para o ensino de Botânica, incluindo o desenvolvimento de sequências didáticas, a realização de trilhas interpretativas e a promoção de levantamentos florísticos no Cerrado. Por meio dessas iniciativas, busca-se promover uma abordagem mais dinâmica, contextualizada e significativa para o ensino de Botânica, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e engajados na conservação do meio ambiente.

1.2. OBJETIVOS

Objetivo geral

Investigar estratégias para aprimorar o ensino de Botânica, realizar análise de documentos educacionais para verificar se favorecem a impercepção botânica, aplicar uma sequência didática investigativa com práticas pedagógicas inovadoras, realizar levantamento florístico na Reserva Ecológica da Chapada Imperial e organizar trilhas investigativas. O objetivo é promover uma educação mais contextualizada e eficaz, incentivando a compreensão da biodiversidade vegetal e a conservação ambiental do bioma Cerrado.

Objetivos Específicos

Realizar uma análise detalhada dos documentos normativos brasileiros relacionados ao ensino de Botânica, identificando lacunas e oportunidades de aprimoramento.

Desenvolver sequências didáticas diversificadas, utilizando metodologias inovadoras e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), para o ensino de Botânica, com o objetivo de facilitar a compreensão e envolver os estudantes de forma eficaz.

Realizar um levantamento florístico qualitativo na Reserva Ecológica Chapada Imperial, com o intuito de conhecer a riqueza da flora local e fornecer subsídios para o ensino e a conservação do bioma Cerrado.

Implementar trilhas interpretativas como recurso didático, visando despertar nos estudantes o interesse pela Botânica e promover a valorização do bioma Cerrado, contribuindo para uma educação ambiental mais ampla e consciente.

2. REFERÊNCIAS

AMARAL, A. G.; MUNHOZ, C. B. R. Planejamento do Traçado de uma Trilha Interpretativa Através da Caracterização da Flora do Parque Ecológico e de Uso Múltiplo Águas Claras, DF. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, n. supl. 1, p. 1, jul. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. O Bioma Cerrado. 2018. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em: 18 mar. 2023.

CHAVES, A. D. C. G. et al. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. Agropecuária Científica no Semiárido, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2013.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do DF. Currículo em movimento do novo ensino médio. Brasília, 2020.

FRANÇOSO, R.D., et al., Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. Natureza e Conservação, Elsevier, 107. 2015.

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

SANTOS, F. S.; A Botânica no ensino médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? In: SILVA, C. C. (Ed.), Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física. p. 223-243. 2006.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, p. 97-114, 2015.

CAPÍTULO I

Botânica na Sombra: Uma Análise das Negligências nos Documentos Educacionais - Base Nacional Comum Curricular e Currículo em Movimento - e sua Contribuição para a Impercepção Botânica

RESUMO

O presente estudo realizou uma análise crítica da abordagem da Botânica nos documentos educacionais brasileiros, especificamente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Currículo em Movimento do Ensino Médio do Distrito Federal. A pesquisa, de caráter exploratório e qualitativo, utilizou a análise documental como método, examinando como os conteúdos botânicos são tratados nesses documentos. Os resultados revelaram uma lacuna preocupante na BNCC e no Currículo em Movimento em relação à abordagem da Botânica, o que pode impactar negativamente a formação dos estudantes. Após uma revisão cuidadosa nos documentos oficiais, recomendam-se mudanças que garantam uma adequada inclusão e promoção da Botânica nos currículos escolares, contribuindo assim para uma educação mais completa e consciente sobre a importância da biodiversidade vegetal e suas interações com o meio ambiente. Considera-se que a atual inadequação curricular faz parte do cenário que contribui para a cegueira botânica que predomina na sociedade brasileira, resultando na desvalorização das plantas no senso comum, especialmente das plantas nativas, e se refletindo em políticas públicas não conservacionistas.

Palavras-chave: Educação Botânica, Ensino De Biologia, Botânica Educacional, Curriculum, Políticas Educacionais, Abordagem Curricular.

ABSTRACT

The present study conducted a critical analysis of the Botany approach in Brazilian educational documents, specifically the National Common Curricular Base (BNCC) and the Moving Curriculum of High School in the Federal District. The exploratory and qualitative research employed document analysis as a method, examining how botanical contents are addressed in these documents. The results revealed a concerning gap in the BNCC and Moving Curriculum regarding the Botany approach, which may negatively impact student education. A careful review of official documents is recommended to ensure adequate inclusion and promotion of Botany in school curricula, thereby

contributing to a more comprehensive and conscious education on the importance of plant biodiversity and its interactions with the environment.

Keywords: Botanical Education, Biology Teaching, Educational Botany, Curriculum, Educational Policies, Curriculum Approach.

1. INTRODUÇÃO

A presença intrínseca e complexa das plantas na existência humana remonta a todos os ecossistemas e formas de vida, desempenhando um papel crucial ao longo da história do planeta e da humanidade. A Botânica, uma ciência inicialmente vinculada à História Natural no século XIX (Goodson, 1997), emerge como um conhecimento com potencial transformador. Sua importância transcende a mera compreensão do reino vegetal, promovendo a formação de cidadãos reflexivos, conscientes de seu entorno e de sua capacidade de impacto sobre o ambiente.

No curso dos séculos, a relação humana com as plantas adquiriu uma diversidade de significados, desde seu uso em práticas medicinais, no desenvolvimento de matérias primas e alimentícias, até a construção de saberes Botânicos. A história do conhecimento sobre vegetais remonta à Antiguidade Clássica, destacando-se Teofrasto de Ereso, discípulo de Aristóteles, que elaborou o primeiro sistema de classificação na obra *Historia Plantarum* (Freitas et al., 2011).

Ao adentrar o universo da Botânica no contexto educacional, este artigo concentra-se na análise crítica da presença desse conhecimento na BNCC e no Programa Currículo em Movimento da Educação Básica, com enfoque especial no Ensino Médio. O objetivo é compreender como a Botânica é abordada e contextualizada, considerando o cenário educacional do Distrito Federal.

A evolução da Educação, marcada por sistematização e regulamentação, levou à criação do Currículo em Movimento pela Secretaria de Educação do Distrito Federal. Este documento, alinhado com princípios de Educação Integral, busca promover uma formação holística, reconhecendo os estudantes como sujeitos de direitos. A proposta, fundamentada em integralidade, intersetorização e transversalidade, reflete a necessidade de adaptação à dinâmica social contemporânea (Distrito Federal, 2021).

No âmbito da BNCC e do Currículo em Movimento, a Botânica adquire uma relevância particular, correlacionando-se com as competências e habilidades propostas

para o Novo Ensino Médio. A pesquisa que se apresenta busca compreender como a BNCC dispõe os conteúdos Botânicos para o Ensino Médio, promovendo uma análise crítica sobre a abordagem e ensino desses temas nessa etapa educacional.

Este estudo propõe uma análise crítica da abordagem e ministração dos conteúdos de Botânica no Ensino Médio, direcionando o foco para a investigação minuciosa das disposições presentes na BNCC e no Currículo em Movimento da Educação Básica. O objetivo primordial é desvendar como esses documentos orientadores delineiam e incorporam os conteúdos Botânicos na disciplina de Biologia. Ao identificar lacunas e nuances nessa abordagem, o artigo busca avaliar se essas omissões favorecem a chamada impercepção botânica, ou cegueira botânica, que é um termo cunhado por Wandersee e Schussler (1999). A reflexão profunda proposta visa, portanto, proporcionar uma compreensão mais abrangente sobre a presença e relevância da Botânica no contexto educacional, analisando de forma crítica as possíveis negligências presentes nos documentos norteadores do currículo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico da Base Nacional Comum Curricular

A história da BNCC, conforme delineada por Machado e Meirelles (2020), teve seu início em 2015, partindo de documentos curriculares brasileiros e sendo construída por especialistas da área educacional. Esse foi um processo extenso, permeado por discussões sobre as previsões de conteúdo que direcionariam a educação, destacando a relevância da participação ativa e plural na construção do documento.

A BNCC surge como um marco transformador na educação brasileira, impulsionada por um histórico multifacetado e pela imersão em discussões significativas desde seu embrião em 2015. Diferentemente do texto direcionado ao Ensino Fundamental, a BNCC para o Ensino Médio não associa suas habilidades aos "Objetos de Aprendizagem" e "Unidades Temáticas", reforçando a necessidade de uma abordagem mais integrada e flexível (Brasil, 2015).

Em sua essência, a BNCC do Ensino Médio se desdobra em quatro áreas do conhecimento, delineando competências e habilidades que devem ser plenamente dominadas pelos estudantes ao final desta fase formativa. O documento redefine competência como a mobilização não apenas de conhecimentos, mas também de

habilidades práticas, cognitivas e socioemocionais, juntamente com atitudes e valores. Essa abordagem visa preparar os estudantes para resolver demandas complexas da vida cotidiana, exercer plenamente a cidadania e integrar-se eficazmente no mundo do trabalho.

A BNCC se apresenta como um guia abrangente e normativo que busca nivelar e definir as aprendizagens de todos os alunos da Educação Básica no Brasil até o término do Ensino Médio. O Ministério da Educação destaca a importância da BNCC ao afirmar que deve nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino em todas as Unidades Federativas, bem como as propostas pedagógicas de todas as escolas, tanto públicas quanto privadas, abrangendo Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio em todo o país (Brasil, 2015).

"A BNCC é constituída pelos conhecimentos fundamentais aos quais todo/toda estudante brasileiro/a deve ter acesso para que seus Direitos à Aprendizagem e ao Desenvolvimento sejam assegurados" (Brasil, 2015). Essa afirmação ressalta não apenas o direito ao ensino público, gratuito e de qualidade, mas também o direito à aprendizagem efetiva, reconhecendo a importância da BNCC como um instrumento vital para garantir esses direitos.

Com um caráter normativo, a BNCC emerge como um farol orientador para o ensino educacional, oferecendo definições claras e específicas para a aprendizagem. Seu propósito central, definido em 2018, é delinear uma educação de qualidade no processo de ensino-aprendizagem, estabelecendo um patamar de aprendizagens e desenvolvimento ao qual todos os alunos têm direito. Este objetivo permeia as esferas federal, estadual e municipal, situando a produção da BNCC em um contexto amplo de políticas públicas educacionais e discussões cruciais sobre a definição do que se deve ensinar na educação básica (Franco & Munford, 2018).

No entanto, esse caminho não foi isento de contestações. Manifestações contrárias, protestos e debates acalorados surgiram, questionando a participação efetiva de profissionais da educação e educandos no processo de elaboração da BNCC (Branco et al., 2019). Essas divergências, longe de enfraquecerem a BNCC, evidenciam a importância de se construir uma educação que reflita as diferentes perspectivas e necessidades da sociedade.

A BNCC, enquanto documento curricular exigido no sistema educacional brasileiro desde a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica de 2013 e o Plano Nacional de

Educação de 2014, estabelece-se como um parâmetro fundamental para o planejamento curricular em todas as etapas e modalidades de ensino. Sua consolidação no Projeto Político Pedagógico (PPPs) das Unidades Educacionais (UEs) reforça sua posição como um instrumento vital na construção da qualidade da educação no Brasil (Compiani, 2018).

A BNCC, portanto, transcende a condição de um simples documento curricular. Ela é um documento em constante evolução, refletindo a complexidade e dinâmica da educação brasileira. Sua narrativa continua a ser escrita por todos os agentes envolvidos, cada um contribuindo para moldar o futuro da educação no Brasil.

2.2 Histórico do Currículo em Movimento da Secretaria De Educação Do Distrito Federal

No Distrito Federal, a orientação educacional é guiada pelo "Currículo em Movimento da Educação Básica do Ensino Médio" (Distrito Federal, 2014), um documento abrangente que delinea objetivos específicos para cada componente curricular. Esse currículo destaca a necessidade de os professores enfrentarem desafios metodológicos, empregando diversas ferramentas de ensino. Além disso, enfatiza a importância de envolver os estudantes como coautores, fomentando sua participação ativa nas atividades relacionadas à natureza, visando o desenvolvimento de uma consciência crítica e reflexiva sobre suas próprias ações (Distrito Federal, 2014).

O Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal (SEEDF) surge como uma abordagem pedagógica inovadora, inspirada por uma visão de educação que transcende os limites tradicionais do ensino. Conforme destacado nos documentos oficiais da SEEDF (Distrito Federal, 2014; Distrito Federal, 2021), o Currículo em Movimento demarca um novo paradigma, nascendo do amplo debate e colaboração em toda a rede de ensino. Esse processo de concepção foi marcado por avaliações diagnósticas, estudos, discussões em grupos de trabalho e plenárias, permitindo a contribuição de todos os envolvidos no processo educativo.

Ao longo do processo de reformulação curricular, iniciado em 2007 e consolidado com a sistematização das contribuições dos professores em 2013 (Distrito Federal, 2021), ficou evidente a necessidade de estabelecer uma identidade para o Ensino Médio, considerando cidadãos contemporâneos imersos em uma diversidade sociocultural e em uma sociedade altamente conectada pelos meios de comunicação digital.

Desde 2012, o "Currículo em Movimento" tornou-se parte integrante das escolas públicas do Distrito Federal, originando-se de discussões iniciadas em 2011, envolvendo as Comunidades das Unidades Escolares, as Regionais de Ensino e a Secretaria de Educação do Distrito Federal.

Seguindo a perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e Psicologia Histórico-Cultural, o Currículo em Movimento se fundamenta na compreensão de que a educação deve promover aprendizagens baseadas na mediação docente, bem como na interação entre os pares (Bandeira e Dantas, 2021). Essa abordagem desafia paradigmas ao focar não apenas na transmissão de conhecimento, mas na formação consciente e transformadora dos estudantes.

A matriz curricular, organizada em dimensões curriculares interdisciplinares, exemplifica a busca por uma educação integrada e contextualizada (Distrito Federal, 2014). Dessa forma, o Currículo em Movimento visa proporcionar não apenas a aquisição de conteúdos, mas o desenvolvimento integral dos estudantes, estimulando o pensamento crítico e a autonomia.

Um dos pilares fundamentais desse modelo é o princípio da transversalidade, que busca transcender os muros escolares e estabelecer uma conexão mais estreita entre a escola e a comunidade. Nesse sentido, o diálogo constante com a comunidade é destacado como um princípio vital, transformando o espaço escolar em um ambiente comunitário (Distrito Federal, 2014).

A importância do Currículo em Movimento é evidenciada pela sua capacidade de ressignificar o papel da escola na sociedade. Busca-se não apenas o aprimoramento do ensino, mas a integração da escola com todos os setores da sociedade, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade da educação na rede pública de ensino (Distrito Federal, 2014; Distrito Federal, 2021). Entre seus objetivos estão a integração dos conhecimentos fundamentais da BNCC de forma alinhada ao cotidiano específico da região, viabilizando um ensino que reflita a identidade local. Desta maneira, busca-se valorizar a população, cultura e meio ambiente do Distrito Federal (Distrito Federal, 2018). O currículo não é apenas um documento estático, mas um instrumento dinâmico, que se adapta às demandas sociais e se compromete com a formação de cidadãos críticos e participativos.

Em resumo, o Currículo em Movimento da SEEDF representa uma resposta proativa às demandas do contexto educacional contemporâneo, refletindo um compromisso não apenas com a transmissão de conhecimento, mas com a formação de

indivíduos capazes de enfrentar os desafios do mundo real. Este modelo desafia práticas educacionais antiquadas, promovendo uma abordagem mais significativa e alinhada com as necessidades e desafios do século XXI.

2.3 O Ensino de Ciências

A incorporação da Biologia, Física e Química ao currículo escolar reflete uma jornada complexa de transformações e avanços no campo da educação científica. O reconhecimento e a inclusão dessas disciplinas no ensino formal e informal são marcos significativos que acompanham o progresso das ciências ao longo do último século (Rosa & Tosta, 2005).

No século XIX, o cenário educacional estava predominantemente centrado nos estudos clássicos, como Matemática e Gramática, seguindo métodos escolásticos remanescentes da Idade Média (Canavarro, 1999). No entanto, a emergência da ciência como uma disciplina essencial para a formação dos indivíduos impulsionou a necessidade de sua inclusão no currículo escolar (Luiz, 2007).

Nesse contexto, destacam-se figuras como Charles W. Eliot, presidente da Universidade de Harvard, que defendeu a inclusão do ensino de ciências e a utilização de laboratórios no currículo escolar (Bybee, 2000). No Brasil, iniciativas como a Sociedade Científica do Lavradio e as exposições do Museu Real forneceram acesso (mesmo que incipiente) ao conhecimento científico, marcando os primeiros passos na educação científica no país.

O século XX testemunhou um movimento crescente em direção à inclusão e valorização do ensino de ciências. O progresso do ensino de ciências no Brasil avançou com a produção de kits de experimentos, traduções de projetos norte-americanos e o estabelecimento de centros de estudos científicos (Luiz, 2007). No entanto, essas iniciativas enfrentaram desafios significativos, incluindo a escassez de recursos e a falta de integração curricular.

A legislação educacional brasileira acompanhou esse processo, embora nem sempre de forma sincronizada. A descentralização das decisões curriculares e a obrigatoriedade do ensino de ciências nas séries ginasiais representaram avanços significativos, destacados pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN nº 4024/61) (Nabors; Fernandes; Mendonça, 2010).

Contudo, mesmo com os avanços legislativos, o ensino de ciências muitas vezes foi conduzido de forma tecnicista, afastando os estudantes do verdadeiro método científico. Esse período coincidiu com a ditadura civil-militar, durante a qual as diretrizes governamentais enfatizavam a modernização do país em detrimento da formação crítica dos indivíduos (Silva, Ferreira e Viera, 2017)

O final do século XX e o início do século XXI marcaram uma nova fase no ensino de ciências, caracterizada pela busca por uma abordagem mais integrada e contextualizada. A promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) em 1996 e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) em 1998 representaram marcos importantes nesse processo, estabelecendo competências básicas para os jovens que ingressavam na vida adulta (Brasil, 1996; Brasil, 1997).

No entanto, apesar dos avanços representados por esses documentos, os desafios no ensino de ciências no Brasil persistem até os dias atuais. A busca por uma educação científica de qualidade requer um esforço contínuo de adaptação e inovação, garantindo que os estudantes estejam preparados para enfrentar os desafios do século XXI.

2.4 Abordagem do Ensino de Ciências na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

O ensino de Ciências da Natureza, conforme proposto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), visa proporcionar uma formação integral aos estudantes, indo além da transmissão de conhecimentos conceituais. A BNCC estabelece objetivos específicos para a área, buscando desenvolver competências e habilidades que capacitem os estudantes a compreender e interagir com o mundo natural e tecnológico de maneira crítica e reflexiva (Brasil, 2015).

Um dos principais objetivos da BNCC para Ciências da Natureza é promover o letramento científico da população, capacitando os indivíduos a aplicar os conhecimentos científicos no contexto do cotidiano. Isso inclui não apenas a compreensão de conceitos específicos, mas também a capacidade de contextualizar social, cultural, ambiental e historicamente esses conhecimentos (Brasil, 2015).

No que diz respeito às competências, a BNCC destaca a importância de uma abordagem integrada das disciplinas de Biologia, Física e Química. A interdisciplinaridade é essencial para uma compreensão mais completa dos fenômenos

naturais e tecnológicos, permitindo aos estudantes estabelecer conexões entre diferentes áreas do conhecimento (Brasil, 2015).

As competências propostas pela BNCC enfatizam a capacidade de análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos, promovendo ações individuais e coletivas que visem melhorar processos produtivos, minimizar impactos socioambientais e aprimorar as condições de vida local, regional e global (Brasil, 2015).

No aspecto da investigação, a BNCC ressalta a importância de processos e práticas de investigação, englobando desde a formulação de questões até a comunicação de conclusões. Isso busca desenvolver o pensamento científico, incentivando a curiosidade, a criatividade e a aplicação de métodos científicos na resolução de problemas reais (Brasil, 2015).

Por fim, a BNCC enfatiza a importância do uso adequado de linguagens específicas da área, incluindo terminologias científicas, unidades de medida e formas de comunicação. Isso visa não apenas o entendimento, mas também a capacidade de expressar e comunicar ideias científicas de maneira clara e eficaz (Brasil, 2015).. A BNCC estabelece competências específicas que visam desenvolver habilidades cruciais nos estudantes, capacitando-os a compreender e interagir com o mundo natural e tecnológico de maneira crítica e reflexiva.

Assim, o ensino de Ciências da Natureza, segundo a BNCC, busca ir além do simples repasse de conhecimentos, visando formar estudantes críticos, reflexivos e capazes de aplicar a ciência em suas vidas e na sociedade em geral (Brasil, 2015).

2.5 Integração do Ensino de Ciências no Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal

O Ensino de Ciências, segundo a abordagem proposta pelo "Currículo em Movimento", representa uma transformação significativa na forma como encaramos a educação científica. Em seu cerne, essa proposta visa proporcionar uma formação integral aos estudantes, indo além da tradicional transmissão de conhecimentos isolados das disciplinas de Biologia, Física e Química (Brasil, 2015).

Um dos pontos cruciais desse modelo educacional é o foco no letramento científico. Isso significa não apenas transmitir informações científicas, mas também capacitar os estudantes a compreender e aplicar conceitos de maneira crítica e reflexiva. Nesse contexto, o ensino se torna uma jornada interdisciplinar, que integra conhecimentos

das diferentes áreas da Ciência, promovendo uma visão mais abrangente e conectada dos fenômenos naturais (Brasil, 2015).

O "Currículo em Movimento" reconhece que a Ciência não é uma entidade isolada, desvinculada da realidade social, histórica e cultural. Assim, a contextualização desses conhecimentos nas dimensões sociais e culturais se torna essencial. A abordagem busca evidenciar a não neutralidade da Ciência, destacando seu papel na sociedade e promovendo a compreensão de diferentes perspectivas culturais (Brasil, 2015).

Além do conhecimento teórico, o modelo enfatiza o desenvolvimento de competências e habilidades nos estudantes. Isso inclui a capacidade de analisar fenômenos naturais, propor soluções para problemas complexos, comunicar descobertas de maneira eficaz e aplicar o conhecimento científico em situações práticas do cotidiano (Brasil, 2015).

Outro aspecto fundamental é a inclusão de questões locais e globais no currículo. A ideia é abordar problemas relevantes para a realidade dos estudantes, conectando o ensino de Ciências às questões que permeiam suas vidas (Brasil, 2015). Isso contribui para uma compreensão mais profunda das interações entre ciência, tecnologia e sociedade em diferentes contextos.

O "Currículo em Movimento" visa, ainda, promover o pensamento crítico nos estudantes. A capacidade de questionar, analisar evidências, formular hipóteses e tomar decisões informadas torna-se parte essencial do processo educacional. Essa abordagem contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e participativos, preparados para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea (Brasil, 2015).

Em resumo, a proposta do "Currículo em Movimento" representa uma evolução significativa no ensino de Ciências, colocando o letramento científico como peça central do processo educacional. Ao conectar o conhecimento científico com as demandas da sociedade, essa abordagem busca formar estudantes críticos, reflexivos e capazes de contribuir positivamente para o avanço científico e o desenvolvimento sustentável (Brasil, 2015).

2.6 O Novo Ensino Médio (NEM)

O Novo Ensino Médio (NEM) representa uma resposta contundente às desigualdades sociais e educacionais, formalizando-se por meio da Lei nº 13.415/17, também conhecida como "Novo Ensino Médio". Seu propósito central é a flexibilização

dos currículos, tornando-os mais adaptáveis à diversidade das juventudes nessa fase educacional.

Desde sua inserção na Educação Básica em 1996 pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), o Ensino Médio tem enfrentado questões identitárias, frequentemente sendo visto como um trampolim para o ensino superior ou voltado exclusivamente para a formação profissional. Diante dos desafios, como a falta de qualidade, desigualdades na oferta e baixos índices em avaliações externas, a necessidade de reforma ganhou destaque (Brasil, 2015).

Iniciativas diversas, como o Programa Ensino Médio Inovador (2009) e propostas de reformulação (2012), culminaram na Medida Provisória 746, convertida na Lei 13.415/17, conferindo visibilidade à Reforma do Ensino Médio. Essa reforma destacou a importância de adequar o ensino médio às transformações sociais, econômicas e culturais no Brasil. Entre 2017 e 2018, a Fundação Carlos Alberto Vanzolini formulou mensagens-chave para divulgar a BNCC do Ensino Médio.

A Lei 13.415/17 redefiniu a estrutura curricular do Ensino Médio, enfatizando a BNCC e os itinerários formativos. O currículo comum, composto por disciplinas como língua portuguesa e matemática, é complementado pelos itinerários formativos em áreas como linguagens, matemática, ciências da natureza, ciências humanas e formação técnica e profissional.

Destaca-se a importância da flexibilidade curricular, que permite aos alunos escolherem caminhos alinhados aos seus projetos de vida. No entanto, adicionar "e suas tecnologias" a cada área de conhecimento levanta preocupações sobre como isso afeta a empregabilidade e o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais (Brasil, 2015). Os desafios incluem a limitação do tempo para formação geral, a ênfase nos percursos formativos em detrimento da formação mais ampla e a possibilidade de desigualdades na oferta de disciplinas. A flexibilidade, quando mal direcionada, pode resultar em exclusão e desigualdades sociais, evidenciando uma tensão presente no debate educacional.

A análise do Novo Ensino Médio revela avanços significativos, mas também desafios importantes. A busca por maior flexibilidade e protagonismo juvenil; no entanto, é necessário estar atento a questões como a possível redução de conteúdos e o risco de desigualdades na oferta educacional. Para uma implementação eficaz, é crucial contar com recursos adequados. Isso inclui a necessidade de corpos docentes maiores e mais capacitados, capazes de lidar com as demandas de um currículo mais flexível e

diversificado. Além disso, são essenciais investimentos em materiais didáticos atualizados, equipamentos tecnológicos e recursos para excursões educacionais fora dos muros da escola. A análise constante, adaptações frequentes e um olhar crítico sobre as práticas educacionais são imprescindíveis para garantir o sucesso e a qualidade do Novo Ensino Médio.

A questão da formação profissional no Ensino Médio é uma fonte significativa de debates acirrados na educação. De acordo com Frigotto (2007), a orientação voltada para o mercado de trabalho expõe um conflito histórico com raízes político-ideológicas que reflete as dinâmicas de poder. Além disso, a inclusão de "e suas tecnologias" em cada área de conhecimento, conforme destacado por De Macedo e Silva (2022), incorpora a possibilidade de empregabilidade. Essa ênfase, junto com a centralidade do componente Projeto de Vida, o empreendedorismo como valor e o foco no desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, preparados para os desafios da vida, nos âmbitos pessoal e profissional.

Essa ênfase remete à ideia de flexibilização curricular, uma expressão tentadora que, segundo Krawczyk e Ferretti (2017), pode assumir um caráter de "desregulamentação, precarização, instabilidade da proteção contra a concentração da riqueza material e de conhecimento". A oferta diversificada pode resultar em maior desigualdade de oportunidades, refletindo e reforçando as desigualdades sociais na educação (Vieira, Andrade; Vidal, 2022).

A Lei da Reforma para o Ensino Médio estabelece uma parte comum e obrigatória, alinhada à BNCC, e outra organizada por itinerários formativos. Estes, segundo o artigo 4º da Lei, devem ser organizados considerando a relevância para o contexto local. No entanto, Bodião (2018) alerta para o risco de redução dos conteúdos curriculares, indicando um empobrecimento do currículo.

Santos e Silva (2018) levantam a preocupação de que a flexibilidade possa intensificar as desigualdades na educação pública. Eles argumentam que o processo de elaboração dos currículos pode ser fortemente influenciado pelo orçamento disponível, o que pode dificultar o acesso de jovens de classes populares ao ensino superior (Costa e Coutinho, 2018).

Bodião (2018) destaca o risco de empobrecimento do arcabouço cultural e científico, quando as definições dos itinerários confrontam as reais possibilidades dos sistemas de ensino. O orçamento disponível pode balizar as ofertas dos itinerários formativos.

A importância centrada apenas em língua portuguesa e matemática, como ressaltam Erram e Czernisz (2018), limita o protagonismo juvenil proposto pela BNCC, prejudicando a formação integral dos alunos. Essa ênfase revela que certos conhecimentos científicos permanecem mais valorizados, o que, por sua vez, limita o acesso do estudante à educação integral.

A política de fomento ao ensino em tempo integral, prevista na Reforma do Ensino Médio, é questionada por Ferretti (2018) e outros autores, Krawczyk (2011); Ferreira e Silva (2017); Krawczyk e Ferretti (2017); Silva (2018), quanto à sua fundamentação. Santos e Silva (2018) alertam que tempo integral não é sinônimo de educação integral, ressaltando a importância de que a extensão do tempo do educando na escola não busque apenas aumentar sua permanência, mas promover uma formação humana integral.

O receio de que a formação em tempo integral priorize a mão de obra técnica e rápida, em detrimento da melhoria da qualidade do Ensino Médio e da formação humana integral, é compartilhado por diversos autores.

Outro ponto controverso é o inciso IV do artigo 6º da Lei 13.415/2017, que permite profissionais com notório saber atuarem nos itinerários de formação técnica e profissional, mediante complementação pedagógica. Bodião (2018) alerta para o risco de desvalorização da carreira docente e redução de ofertas de trabalho para professores com formação adequada.

Em suma, a análise crítica do Novo Ensino Médio revela uma busca por flexibilidade e protagonismo juvenil, mas suscita preocupações quanto à redução de conteúdos, desigualdades na oferta e falta de clareza em alguns pontos da legislação. A implementação eficaz requer um olhar atento para evitar a exclusão e promover uma educação de qualidade e inclusiva.

2.7 O Ensino de Botânica

A Botânica, que tem suas raízes na palavra grega *botané*, significa “planta”, e esta, por sua vez, vem do verbo *boskein*, que quer dizer “alimentar” (Raven et al., 2011). Este ramo da Biologia se dedica ao estudo, agrupamento e classificação dos vegetais com base em suas características (Rivas, 2012). Apesar de sua importância vital para compreender a vida na Terra, o ensino de Botânica enfrenta diversos desafios e uma certa falta de interesse tanto por parte dos professores quanto dos alunos (Ursi et al., 2018).

Hershey (1996) destacou que a subestimação da Botânica como ciência é um fenômeno antigo, mas que tem variado ao longo do tempo. No início do século XX, por exemplo, a Botânica gozou de um período de grande prestígio educacional, conhecido como a "Era de Ouro do Ensino de Botânica", durante o qual muitas escolas norte-americanas incluíam cursos completos sobre o tema. No entanto, a partir de aproximadamente 1915, esse prestígio começou a diminuir devido a diversos fatores, como a escassez de professores qualificados e a concorrência de novos cursos (Hershey, 1996).

A Botânica tem sido subestimada no ensino, levando à impercepção da importância das plantas na biosfera e em nosso cotidiano. Essa falta de reconhecimento reflete a dificuldade em perceber os aspectos estéticos e biológicos exclusivos das plantas, contribuindo para uma compreensão limitada de seu papel vital no ecossistema, o que foi denominado de cegueira botânica (*plant blindness*; Wandersee & Schussler, 2002).

Essa falta de percepção dificulta o processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Botânica, tornando-o muitas vezes maçante e desinteressante para os alunos (Barbosa & Santos-Junior, 2007). Além disso, o ensino de Botânica muitas vezes é descontextualizado, excessivamente teórico e conteudista, o que diminui ainda mais o interesse dos estudantes (Kinoshita, Torres & Tamashiro, 2006).

No entanto, é fundamental reconhecer os inúmeros benefícios que o estudo da Botânica oferece tanto para o homem quanto para o meio ambiente. Compreender a biodiversidade das plantas e suas interações com o ambiente permite desenvolver uma consciência ambiental mais ampla e uma apreciação da natureza (Salatino & Buckeridge, 2016). Além disso, o conhecimento botânico é essencial para entender a produção de alimentos, promover práticas agrícolas sustentáveis e garantir a segurança alimentar da população (Buckeridge, 2015).

A Botânica também desempenha um papel crucial na medicina moderna e na indústria farmacêutica, uma vez que muitos medicamentos e produtos biotecnológicos são derivados de plantas (Schipper, 1999). Além disso, a compreensão das plantas é fundamental para a conservação da biodiversidade e a proteção de habitats naturais, contribuindo para a preservação dos ecossistemas e a manutenção do equilíbrio ecológico (Buckeridge, 2015).

Portanto, é urgente superar os desafios enfrentados no ensino de Botânica e promover uma abordagem mais integrada e envolvente, de modo que os alunos possam apreciar e compreender verdadeiramente o valor das plantas para a vida na Terra. Afinal,

a Botânica não apenas nos ajuda a entender o mundo natural que nos cerca, mas também oferece soluções para muitos dos desafios ambientais e de saúde que enfrentamos.

2.8 Desafios Atuais no Ensino de Botânica

O ensino de Botânica, como integrante essencial da Biologia, desempenha um papel crucial na formação de diversos campos do conhecimento biológico, contribuindo para a compreensão da vida vegetal (Santos, 2006). Essa disciplina, ao longo da história, evoluiu de maneira interdisciplinar, refletindo não apenas o desenvolvimento científico, mas também as mudanças sociais e econômicas que moldaram as relações humanas com as plantas (Güllich, 2003).

No Brasil, a relação entre Botânica e medicina cedeu espaço para a catalogação da diversidade vegetal, impulsionada pelo maquinário econômico imperial e colonial (Figueirôa, 1998). A Botânica gradualmente se desvinculou da medicina, tornando-se uma área de conhecimento autônoma (Freitas et al., 2011). Contudo, mesmo diante da vital importância das plantas na biosfera, a “cegueira botânica” persiste nos currículos educacionais, representando uma dificuldade de reconhecimento da relevância das plantas no cotidiano (Wandersee; Schussler, 1999).

O termo “cegueira botânica”, criado por Wandersee e Schussler (1999), tem sido preterido, tendo em vista que contribui para o preconceito capacitista relativo às deficiências visuais. A adoção de expressões como “disparidade” para representar os diferentes níveis de atenção atribuídos às plantas em comparação aos animais tem sido sugerida (Parsley, 2020; Vasques et al., 2021). Essa dificuldade de reconhecimento da importância das plantas é refletida no Ensino Médio, onde a impercepção botânica se torna evidente entre alunos e professores (Neves et al., 2019).

A Lei do Novo Ensino Médio destaca a interdisciplinaridade como ponto significativo a ser explorado na Botânica, dada sua natureza interdisciplinar, relacionada a outras áreas biológicas (Neves et al., 2019). A integração da ciência Botânica com disciplinas como Química e Artes pode auxiliar na superação da impercepção botânica, proporcionando aos alunos uma compreensão mais ampla da relação entre as plantas, outras disciplinas escolares e o cotidiano (Çil, 2015).

O ensino de Botânica vai além do aspecto científico e tecnológico, envolvendo questões políticas, sociais, ambientais e educacionais (Gomes et al., 2021). Reconhecer a

importância dos vegetais na vida cotidiana e na evolução humana é fundamental, pois as plantas desempenham papel essencial na produção de biomassa na Terra (Nabors, 2012).

Ao olhar para a história da Botânica, desde a Grécia antiga até a organização taxonômica de Carl von Linné e os avanços de Charles Darwin, percebemos a evolução dessa disciplina e sua importância para a compreensão da vida vegetal (Infopedia, 2020). A interligação entre os vegetais e a história da humanidade, desde a alimentação até a construção de ferramentas, destaca a relevância do ensino de Botânica.

O estudo da Botânica desempenha um papel fundamental na compreensão e apreciação do mundo natural que nos cerca. Por meio dessa disciplina, desvendamos os intricados segredos das plantas, desde sua morfologia até suas funções vitais. Além de ser essencial para a preservação da biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas, o conhecimento botânico contribui para a segurança alimentar, a descoberta de novos medicamentos e a resolução de desafios ambientais (Figueiredo, 2012). Além disso, ao explorar a Botânica, promovemos uma maior consciência ambiental, estimulando a apreciação da natureza e a adoção de práticas sustentáveis (Oliveira, 2006). Assim, o estudo dedicado à Botânica não apenas enriquece nossa compreensão do reino vegetal, mas também amplia nossa percepção do mundo e fortalece a base para decisões informadas e responsáveis em nosso cotidiano e para o futuro (Marcondes, 2018).

Em síntese, o ensino de Botânica representa uma jornada histórica rica e complexa. Superar a impercepção botânica requer uma abordagem interdisciplinar, conectando o conhecimento botânico a outras disciplinas e destacando a importância das plantas nas esferas sociais, ambientais e econômicas (Gomes et al., 2021). Ao reconhecer a vitalidade das plantas na vida cotidiana, o ensino de Botânica pode inspirar uma apreciação mais profunda da biodiversidade e promover uma educação mais contextualizada e relevante.

No presente trabalho, será usada a pesquisa qualitativa, que, segundo Ludke e André (2013), visa obter dados descritivos, com o propósito de explicar fenômenos sociais e eventos permeados por aspectos subjetivos. A pesquisa documental, neste contexto, se utiliza de textos, documentos e conteúdos não previamente submetidos a tratamento analítico bibliográfico pelo pesquisador. O ponto de partida não é somente o documento em si, mas também o contexto das motivações e questionamentos da pesquisa, considerando potenciais conflitos entre fontes para permitir uma leitura crítica do documento e sua contextualização em aspectos sociais e temporais (Corsetti, 2006; Severino, 2007).

3. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem exploratória com orientação qualitativa. A coleta de dados fundamentou-se na análise documental, utilizando a pesquisa descritiva para examinar e analisar as abordagens ao conteúdo de Botânica presentes na BNCC e no Currículo em Movimento do Novo Ensino Médio do Distrito Federal. O material analisado consiste na BNCC e no Currículo em Movimento do Ensino Médio, ambos acessíveis online em formato PDF (Distrito Federal, 2021 e Brasil, 2017).

Para compreender como os temas relacionados à Botânica estão incorporados nos documentos oficiais, adotamos a análise documental como método, com buscas no *Google Scholar*, *Lilacs* e *SciELO*, incluindo a busca por palavras-chave, conforme proposto por Salomão (2017). Uma pré-análise foi conduzida com base em descritores predefinidos, tais como “Botânica”, “planta(s)”, “vegetal(is)”, “Biologia Vegetal”, “flora” e “vegetação”. Essa abordagem permitiu explorar amplamente o conteúdo dos documentos estudados, fornecendo uma base sólida para a análise dos temas botânicos. A ampliação do escopo de significação dessas palavras, por meio de sinônimos ou termos similares, buscou aprimorar as informações sobre os sentidos, concepções, construções, representações e significados atribuídos a esses descritores no documento em questão.

A busca seguiu a ordem de surgimento de cada descritor ao longo do documento, mapeando sua distribuição e contexto. A pesquisa flutuante foi realizada usando a ferramenta de localização de palavras, verificando a frequência e a contextualização de cada descritor em toda a extensão dos documentos curriculares, BNCC (576 páginas) e Currículo em Movimento (208 páginas).

Após o levantamento inicial, os dados coletados foram categorizados utilizando a análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). Essa técnica busca uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo exposto. O processo envolve categorização, inferência, descrição e interpretação, garantindo homogeneidade e seleção de categorias e classes com base nos princípios usados ao longo de todo o processo de categorização, proporcionando uma compreensão mais abrangente dos conteúdos analisados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 A Botânica na Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A BNCC tem como principal propósito "ser a balizadora da qualidade da educação no país por meio do estabelecimento de um patamar de aprendizagem e desenvolvimento ao qual todos os alunos têm direito" (Brasil, 2018). Isso significa que a BNCC visa garantir um padrão elevado de ensino, proporcionando a todos os estudantes a oportunidade de atingir um nível adequado de aprendizado.

Além disso, a BNCC orienta a elaboração dos currículos nas diversas redes e sistemas escolares em todo o Brasil. Este documento curricular se baseia em competências e habilidades esperadas para o desenvolvimento dos estudantes ao longo de suas trajetórias escolares. Essa abordagem visa preparar os estudantes para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo de maneira holística e eficaz.

A BNCC está organizada em quatro partes: (i) Textos Introdutórios; (ii) Competências Gerais, que indicam o desenvolvimento esperado dos alunos ao longo da Educação Básica; (iii) Competências Específicas de cada área do conhecimento e de seus respectivos componentes curriculares; e (iv) Habilidades relacionadas a componentes como conteúdos, conceitos e processos que os alunos também devem adquirir durante seu percurso educacional (Brasil, 2018). Essa estrutura visa proporcionar uma direção clara e abrangente para a construção de práticas pedagógicas alinhadas aos objetivos educacionais estabelecidos pela BNCC.

As aprendizagens essenciais definidas na BNCC visam contribuir para assegurar aos estudantes o desenvolvimento de dez competências gerais, que representam, no contexto pedagógico, os direitos de aprendizagem e desenvolvimento. As competências gerais da educação básica delineiam um conjunto abrangente de habilidades e atitudes a serem desenvolvidas pelos educandos. Os alunos são encorajados a valorizar e aplicar conhecimentos históricos sobre o mundo físico, social, cultural e digital, visando compreender a realidade e contribuir para uma sociedade justa e inclusiva. Também é importante valorizar o desenvolvimento da curiosidade intelectual. Isso pode ser feito incentivando o uso de métodos científicos, o pensamento crítico, a imaginação e a criatividade para entender as causas, criar hipóteses e buscar soluções. A apreciação das manifestações artísticas e culturais, o domínio de diversas linguagens e o uso ético das tecnologias digitais são destacados como elementos essenciais. Valorizar a diversidade, promover o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, bem como agir com autonomia, responsabilidade e solidariedade, são princípios fundamentais para uma

formação integral, orientada por valores éticos, democráticos e sustentáveis (Brasil, 2018).

Na BNCC, o Ensino Médio está organizado em quatro áreas do conhecimento, conforme determina a LDB. Segue a organização delineada na Figura 1.

Figura 1: Estruturas das Competências da BNCC. Linguagens e suas Tecnologias (LGG), Matemática e suas Tecnologias (MTT) Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHS).



Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

Essa disposição reflete uma abordagem integral e articulada, priorizando competências e habilidades para orientar a formação dos estudantes no Ensino Médio, conforme preconizado pela BNCC. As áreas do conhecimento garantem o desenvolvimento de competências específicas, as quais devem ser alcançadas por meio de um conjunto de habilidades, que estão intrinsecamente relacionadas aos objetos de conhecimento, compreendidos como conteúdos, conceitos e processos (Brasil, 2018).

Esses objetos são organizados em unidades temáticas, dividindo-se em Matéria e Energia, Vida e Evolução, e Terra e Universo. Essa organização evidencia a integração entre a orientação geral do documento e as metas específicas estabelecidas para a área, visando uma formação completa e alinhada com os objetivos educacionais propostos (Brasil, 2018).

As competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio enfocam a análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos, com o objetivo de propor ações que melhorem processos produtivos e minimizem impactos socioambientais em escala local, regional e/ou global. Destaca-se também a habilidade de construir interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para embasar argumentos, previsões e decisões éticas (Brasil, 2018). A capacidade de analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico, propondo soluções alinhadas com demandas locais, regionais e/ou globais, é enfatizada, assim como a comunicação eficaz dessas descobertas por meio de diversas mídias e tecnologias digitais (Tabela 1).

Tabela 1: Estruturas das Competências específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio da BNCC (Brasil, 2018).

Competência específica 1	Competência específica 2	Competência específica 3
Análise de Fenômenos Naturais e Processos Tecnológicos: • Analisar as relações entre matéria e energia, avaliando materiais e tecnologias para decisões responsáveis. Temas incluem estrutura da matéria, transformações químicas, conservação de energia, ciclo da água, termodinâmica, entre outros.	Interpretação da Dinâmica da Vida, Terra e Cosmos: • Desenvolver habilidades para interpretar a dinâmica da Vida, Terra e Cosmos, elaborando argumentos, previsões e fundamentando decisões éticas. Temas abrangem origem da Vida, evolução biológica, biodiversidade, políticas ambientais e astronomia.	Análise de Situações-Problema e Avaliação de Aplicações Científicas: • Analisar situações-problema, avaliando aplicações do conhecimento científico e tecnológico para propor soluções éticas. Temas vão desde geração de energia elétrica até avanços em DNA e células, visando autonomia na linguagem científica e diálogo com diferentes públicos.

Fonte: Adaptado de Brasil (2018)

O documento propõe uma abordagem interdisciplinar no campo das Ciências, detalhando minuciosamente três competências específicas voltadas para a área de Ciências da Natureza. Notavelmente, observa-se a ausência de uma seção dedicada exclusivamente ao ensino de Biologia. As temáticas relacionadas a essa disciplina estão integradas ao tratamento abrangente das competências estipuladas para o Ensino Médio em Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No contexto específico da Botânica, a constatação revela uma lacuna, uma vez que não se encontram referências pertinentes às

palavras-chave em foco, apontando para uma deficiência na apresentação dos estudos relacionados aos vegetais.

Embora a Botânica não seja explicitamente mencionada na BNCC, é possível integrar de maneira eficaz o estudo das plantas em consonância com as competências propostas. Em especial, na Competência Específica 1, que trata da análise de fenômenos naturais e processos tecnológicos, os ciclos biogeoquímicos despontam como um ponto de conexão ideal para explorar a relação direta das plantas com a matéria e a energia. É possível destacar a importância das plantas na absorção de dióxido de carbono durante a fotossíntese, contribuindo para a compreensão dos processos que ocorrem nos ecossistemas vegetais.

Além disso, a Competência Específica 2, que envolve a construção e utilização de interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos, oferece oportunidade para explorar a evolução biológica das plantas ao longo do tempo e sua coevolução com outros seres vivos. Essa abordagem proporcionaria uma compreensão mais ampla da importância das plantas na sustentação da vida e na manutenção dos ecossistemas. Na Competência Específica 3, que aborda a análise de situações-problema e a avaliação de aplicações do conhecimento científico e tecnológico, seria possível destacar o desenvolvimento de tecnologias relacionadas à geração de energia elétrica a partir de fontes vegetais, bem como discutir questões éticas relacionadas ao uso de conservantes alimentícios e à manipulação genética de plantas (Brasil, 2018).

A Botânica, abarcando ramos como anatomia, histologia, fisiologia, fitopatologia, morfologia, reprodução de plantas, etnobotânica, evolução, Botânica Aplicada e biotecnologia oferece uma rica oportunidade para a integração com as 23 habilidades específicas propostas para a área de Ciências da Natureza na BNCC, como delineado na Tabela 2. Mesmo sem a utilização explícita de termos botânicos, a exploração desses campos permite aos estudantes analisar fenômenos naturais, compreender ciclos biogeoquímicos, interpretar modelos científicos e realizar previsões em contextos cotidianos. A Botânica, com sua natureza interdisciplinar, proporciona uma perspectiva única para abordar aspectos térmicos, avaliar impactos ambientais, discutir a evolução da vida e promover ações sustentáveis (Brasil, 2018). Desta forma, a Tabela 2 destaca a diversidade de competências que podem ser desenvolvidas ao conectar o estudo das plantas a um entendimento abrangente dos processos naturais e tecnológicos que moldam nosso mundo.

Tabela 2: Habilidades Específicas da BNCC Conectadas aos Diferentes Ramos da Botânica.

UNIDADE TEMÁTICA	HABILIDADES
Matéria e Energia	(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.
Matéria e Energia	(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
Vida e Evolução	(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas, para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da vida, da Terra e do Universo.
Vida e Evolução	(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.
Terra e Universo	(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.

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de dados da BNCC (2018).

Na Unidade Temática "Matéria e Energia", as habilidades EM13CNT203 e EM13CNT105 oferecem oportunidades valiosas para explorar conteúdos Botânicos sem a necessidade de mencionar explicitamente o termo Botânica. Na EM13CNT203, é possível investigar as transformações de energia nos processos metabólicos das plantas, a fotossíntese e a respiração celular. A análise do uso e conservação de energia por parte das plantas proporciona previsões em contextos naturais e agrícolas. Por sua vez, a EM13CNT105 favorece a exploração do papel das plantas nos ciclos biogeoquímicos, como os ciclos do carbono e do nitrogênio. Além disso, permite analisar como a interferência humana pode impactar esses processos, promovendo ações de preservação e conscientização.

Na Unidade "Vida e Evolução", as habilidades EM13CNT201 e EM13CNT203 oferecem uma perspectiva que pode ser associada à Botânica de maneira sutil. A

EM13CNT201 propõe a análise de modelos científicos que explicam o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo. A Botânica aplicada pode ser relacionada à interpretação desses modelos, explorando a interação entre plantas, outros seres vivos e suas aplicações práticas na agricultura e conservação. A EM13CNT203, por sua vez, aborda como intervenções humanas, como desmatamento e mudanças climáticas, afetam ecossistemas. Compreender esses processos é crucial para a manutenção da vida, destacando a relevância da Botânica no contexto mais amplo da ciência.

A habilidade EM13CNT301 da Unidade Temática "Terra e Universo", os estudantes têm a oportunidade de desenvolver investigações científicas relacionadas à Botânica. Ao formular perguntas sobre o crescimento e reprodução de plantas, elaborar hipóteses sobre fatores que afetam a saúde das plantas e realizar experimentos, eles exploram conceitos botânicos de maneira prática e investigativa. Isso contribui para o desenvolvimento de habilidades científicas essenciais, demonstrando como a Botânica pode ser integrada de forma significativa em contextos relacionados à Terra e ao Universo.

A ênfase na flexibilidade curricular na BNCC, notavelmente marcada pela ausência de uma lista detalhada de conteúdos específicos, coloca as competências e habilidades como elementos orientadores fundamentais para os educadores em suas práticas pedagógicas. Essa abordagem proporciona um grau considerável de autonomia aos professores, permitindo-lhes adaptar e selecionar conteúdos de acordo com as demandas locais, culminando em uma educação mais contextualizada e relevante (Brasil, 2018).

Entretanto, ressaltamos a lacuna existente, pois a Botânica, assim como a Zoologia, não se encontra explicitamente mencionada como conteúdo específico para o Ensino Médio, utilizando a expressão "seres vivos" de forma generalista (Brasil, 2018). Este é um ponto crítico, uma vez que a prevalência do "zoochauvinismo" entre professores de Biologia, que frequentemente preferem abordagens centradas em animais, pode resultar na subvalorização do ensino de Botânica (Ursi; Freitas; Vasques, 2021).

Além disso, a formação de professores apresenta desafios significativos, desde questões metodológicas até obstáculos relacionados à nomenclatura, impactando diretamente na abordagem da Botânica (Silva; Ghilardi-Lopes, 2014; Ursi et al., 2018; Oliveira et al., 2022). Esse cenário contribui para a formação de docentes desqualificados e desinteressados, resultando na intensificação da denominada Impercepção Botânica. A

falta de estímulo dos alunos, aliada à precariedade metodológica, prática e tecnológica, compromete o aprendizado eficaz da Botânica (Ceccantini, 2006; Stanski et al., 2016).

Diante desse cenário, a BNCC reforça uma metodologia de ensino defasada, incapaz de proporcionar uma aprendizagem eficiente da Botânica. Acreditamos que a explicitação da intencionalidade de conceber as plantas e suas características como elementos centrais no currículo das biociências é urgente. O Ensino de Botânica, voltado para a promoção da Educação Científica, deve desencadear processos de aprendizado que contribuam para mitigar a Impercepção Botânica, sendo vital repensar e aprimorar as abordagens pedagógicas nessa área.

A análise BNCC suscita inquietações pertinentes no contexto do ensino de Botânica no Ensino Médio. Este exame revela uma preocupação legítima, pois a Botânica, reconhecida historicamente por sua complexidade e falta de atratividade tanto para professores quanto para alunos, apresenta, nos documentos oficiais atuais, uma notável redução em seus conteúdos e conceitos. Essa diminuição potencialmente compromete a formação integral dos estudantes, privando-os de uma compreensão aprofundada do reino vegetal que, ironicamente, os circunda, e que é essencial para o desenvolvimento de uma educação científica sólida. Nesse contexto, ressalta-se a necessidade de uma revisão crítica da abordagem da Botânica na BNCC, visando garantir uma formação mais robusta e contextualizada no âmbito da biologia, promovendo, assim, um maior engajamento e apreciação por parte dos educandos.

4.2 Enfoque da Botânica no Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal: Aspectos Destacados

O presente estudo propõe uma análise aprofundada do currículo em movimento do Ensino Médio no Distrito Federal, conforme apresentado pelo Ministério da Educação do Brasil (BRASIL, 2018). Este currículo, estruturado em dez princípios, visa proporcionar uma formação integral aos estudantes, abordando aspectos que vão desde a valorização do conhecimento histórico até a promoção de habilidades socioemocionais (Quadro 1).

Quadro 1. Competências Gerais da Educação Básica.

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas), com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Valorizar e fruir das diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e também participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.
4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.
6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.
8. Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, compreendendo-se na diversidade humana e reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, suas identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários. (BRASIL, 2018a, p. 9-10)

Fonte: Distrito Federal (2018).

A estrutura do currículo destaca-se por sua abordagem abrangente e multidimensional. Cada um dos dez princípios delineia diretrizes específicas que abrangem áreas cruciais do desenvolvimento educacional. Inicialmente, a valorização e

aplicação dos conhecimentos historicamente construídos proporcionam uma base sólida para a compreensão da realidade.

A ênfase na curiosidade intelectual e na abordagem científica destaca a importância da investigação, reflexão, análise crítica e criatividade. Esses elementos são considerados essenciais para o desenvolvimento de habilidades analíticas e resolução de problemas, abrangendo a formulação e teste de hipóteses, assim como a criação de soluções tecnológicas.

A promoção da diversidade cultural, a estimulação do uso de diversas linguagens e a integração crítica e ética das tecnologias digitais são aspectos centrais da proposta curricular. O objetivo é não apenas permitir a expressão individual, mas também facilitar a produção de sentidos que conduzam ao entendimento mútuo.

O currículo enfatiza a valorização da diversidade de saberes e vivências culturais, incentivando a compreensão das relações no mundo do trabalho e a tomada de decisões alinhadas ao exercício da cidadania. Argumentação baseada em fatos e dados, cuidado com a saúde física e emocional, além do desenvolvimento de habilidades como empatia, diálogo e cooperação, são objetivos cruciais permeando toda a estrutura curricular.

O documento, organizado em seis capítulos, estrutura a proposta de educação para o Novo Ensino Médio no Distrito Federal. Destaca-se a presença de eixos transversais, os quais integram questões socioculturais, políticas e históricas ao processo de ensino-aprendizagem. Esses eixos incluem a Educação para a Diversidade, Cidadania e Educação em e para os Direitos Humanos, assim como a Educação para a Sustentabilidade. Adicionalmente, a carga horária do Novo Ensino Médio no Distrito Federal é distribuída em 1.700 horas de ensino destinadas à Formação Geral Básica (FGB) e 1.300 horas voltadas aos Itinerários Formativos (IFs), conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2: Organização curricular do Novo Ensino Médio no Distrito Federal, integrando investigação científica, processos criativos, mediação sociocultural e empreendedorismo, alinhadas às disciplinas da Formação Geral Básica.



Fonte: elaborado pela autora (2024)

No decorrer do Novo Ensino Médio no Distrito Federal, há disciplinas obrigatórias que devem ser cursadas em todos os anos, incluindo Língua Portuguesa, Matemática e Língua Inglesa, com adição da Língua Espanhola, especificamente definida para o Distrito Federal. O capítulo seis do documento apresenta os Itinerários Formativos, delineando como esses itinerários devem ser estruturados na região. Esses itinerários são organizados por meio de Trilhas de Aprendizagem, unidades curriculares oferecidas pela escola que abrangem os eixos fundamentais da investigação científica, dos processos criativos, da mediação e intervenção sociocultural e do empreendedorismo. Todas essas trilhas estão intrinsecamente conectadas às cinco disciplinas da Formação Geral Básica.

No âmbito do Novo Ensino Médio, os documentos orientadores proporcionam aos alunos a oportunidade de explorar seu Projeto de Vida, permitindo que trilhem um caminho alinhado com suas aspirações. Contudo, essa escolha não está unicamente atrelada à vontade do estudante, uma vez que diversos elementos podem influenciar tal decisão. Entre esses fatores estão a estrutura da escola, as opções disponíveis nos Itinerários Formativos de Formação Técnico Profissional, a coerência entre o Projeto

Político Pedagógico da instituição e a oferta de ensino técnico profissional, além do foco na preparação para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), vestibulares e outros exames externos.

No documento, são descritos os objetivos de aprendizagem das três unidades temáticas, que permanecem inalteradas em relação ao Ensino Fundamental: "Matéria e Energia", "Vida e Evolução" e "Terra e Universo", totalizando 53 objetivos de aprendizagem, conforme demonstrado na Figura 3. Essa continuidade permite que o progresso educacional dos estudantes seja mantido em consonância com os anos anteriores da Educação Básica. As unidades temáticas são abordadas nos respectivos períodos dos 1º e 2º semestres, 3º e 4º semestres, e 5º e 6º semestres.

Figura 3: Objetivos de aprendizagem em Ciências da Natureza: 'Matéria e Energia', 'Vida e Evolução' e 'Terra e Universo', mantendo a continuidade no Ensino Fundamental.



Fonte: elaborado pela autora (2024)

O currículo para o Novo Ensino Médio, conforme apresentado no documento, não especifica quais objetivos são destinados a cada ano letivo. Em vez disso, justifica que os objetivos listados abrangem o período do primeiro ao sexto semestre do Ensino Médio. O documento reforça esses objetivos, ressaltando uma abordagem científica que busca oferecer soluções para problemas imediatos, por vezes descontextualizados. A própria publicação destaca a importância da relação entre o currículo da Educação Básica e os

desafios reais apresentados, indicando que "[...] a questão central passa a ser, então, a relação entre o currículo de Educação Básica e os problemas demandados" (Distrito Federal, 2021).

As dez competências delineadas, conforme apresentadas no Quadro 1, emergem como um guia abrangente e estruturado que favorece o ensino das Ciências, inclusive o estudo da Botânica. Ao interconectar-se e desdobrar-se, tais competências oferecem um sólido alicerce para a abordagem didática dos conceitos botânicos. Esse conjunto de competências propicia não apenas a construção de conhecimentos específicos sobre a Botânica, mas também o desenvolvimento de habilidades cognitivas e práticas fundamentais para a compreensão integral das ciências naturais. Através desse alinhamento, os estudantes são incentivados a explorar, questionar e compreender os fenômenos botânicos dentro de um contexto mais amplo, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada.

A introdução da Botânica no cenário educacional contemporâneo, conforme proposto pelo currículo em movimento, encontra respaldo nas Competências Gerais da Educação Básica delineadas no Quadro 1. Essas competências, ao se interconectarem e desdobrarem, fornecem um arcabouço sólido e estruturado que favorece não apenas o estudo das Ciências, mas também o aprofundamento na Botânica. Destaca-se, sobretudo, a Competência 2, que preconiza o estímulo à curiosidade intelectual e à aplicação da abordagem científica. Dentro desse contexto, a Botânica emerge como um campo fecundo para investigações que exploram a diversidade e as adaptações das plantas ao ambiente. A análise crítica dos processos Botânicos, como fotossíntese e reprodução, não apenas solidifica o conhecimento científico, mas também fomenta o desenvolvimento de habilidades analíticas e de resolução de problemas. Ademais, a Competência 5, concernente à compreensão e utilização de tecnologias digitais, integra-se harmoniosamente ao estudo da Botânica, possibilitando o acesso a informações atualizadas e a simulações interativas que enriquecem a compreensão prática dos fenômenos botânicos. Dessa maneira, ao alinhar a Botânica às Competências Gerais, o ensino proporciona uma abordagem mais holística e contextualizada, preparando os estudantes para os desafios científicos e tecnológicos da contemporaneidade.

A inclusão da Botânica no currículo em movimento é delineada por uma abordagem dinâmica e interdisciplinar, alinhada à convergência dos conceitos fundamentais da disciplina com os objetivos mais abrangentes da educação. Ao considerar as unidades temáticas do currículo, tais como "Matéria e Energia", "Vida e

Evolução" e "Terra e Universo", o conteúdo botânico é introduzido de maneira contextualizada.

No contexto da unidade temática "Matéria e Energia", a Tabela 3 apresenta uma análise minuciosa das competências relacionadas aos objetivos de aprendizagem que oferecem oportunidades para abordar conteúdos específicos de Botânica. Essa tabela destaca conexões diretas com fisiologia vegetal, reprodução vegetal, anatomia vegetal e evolução, fornecendo um guia abrangente para a integração desses temas no processo de ensino.

Ao analisar o Anexo I, que apresenta os Objetivos de Aprendizagem das três unidades, percebemos que várias metas estão alinhadas com os conceitos-chave da Botânica. A inter-relação entre competências como CN02FG, CN04FG, CN05FG, CN08FG, entre outras, proporciona um ambiente propício para a exploração aprofundada de temas botânicos, conectando-se a diferentes níveis de organização das plantas, ciclos biogeoquímicos, e a compreensão dos fatores ambientais que influenciam a flora.

Tabela 3: Relação entre Objetivos de Aprendizagem unidade temática “Matéria e Energia”, Competências e sua Aplicação na Botânica.

Objetivos de aprendizagem	Competência	Relação com Botânica
Diferenciar processos de transformação e transferência de matéria e energia	CN02FG	Explorar metabolismo celular em plantas, compreendendo fotossíntese, respiração celular e transferência de energia ao longo das cadeias alimentares.
Entender de que maneira os principais elementos químicos que compõem os seres vivos circulam na natureza	CN04FG	Abordar como os elementos químicos essenciais para as plantas são absorvidos, utilizados e reciclados no meio ambiente é fundamental. Além disso, é relevante destacar que produtos vegetais são biodegradáveis, o que é essencial para a botânica aplicada e para entender a sustentabilidade ambiental.
Distinguir os níveis de organização dos seres vivos	CN05FG	Explorar organização celular e dos órgãos nas plantas, destacando características das moléculas orgânicas e inorgânicas, estruturas celulares, tecidos e sistemas vegetais.
Analisar os biomas como fruto de interações entre fatores geográficos, climáticos e biológicos	CN08FG	Investigar características florísticas e ecológicas de diferentes biomas, ressaltando a diversidade de flora e os fatores ambientais que moldam essas comunidades.

Avaliar criticamente ações humanas que geram poluição, lixo e degradação	CN09FG	Analisar impactos da poluição e degradação ambiental na saúde das plantas, considerando a importância da conservação da biodiversidade vegetal.
Compreender a relação entre conservação ambiental e qualidade de vida.	CN10FG	Explorar importância das plantas na manutenção da qualidade ambiental e seu impacto direto na qualidade de vida, propondo ações e políticas de conservação que envolvam a preservação da flora local.

Fonte: elaborado pela autora (2024)

O estudo de Botânica, enquanto disciplina científica que se debruça sobre os aspectos biológicos e fisiológicos das plantas, encontra uma integração substancial em diversos objetivos de aprendizagem propostos. No âmbito do objetivo CN02FG, a abordagem da transformação e transferência de matéria e energia permite a exploração da contribuição fundamental das plantas nos processos metabólicos, cadeias alimentares e ciclos biogeoquímicos, evidenciando o papel crítico desempenhado pelos vegetais na dinâmica ecológica. O entendimento dos processos de circulação dos elementos químicos na natureza, conforme preconizado pelo objetivo CN04FG, oferece uma oportunidade para explorar a participação ativa das plantas nesses ciclos, destacando sua influência na manutenção da vida e na evolução dos ecossistemas.

Ademais, ao examinar o nível de organização dos seres vivos, conforme CN05FG, a Botânica se apresenta como protagonista na discussão sobre estruturas celulares, tecidos e sistemas específicos das plantas, proporcionando uma compreensão mais profunda das características distintivas da vida vegetal. Além disso, a exploração de biomas, conforme CN08FG, se enriquece com a análise da flora característica de diferentes regiões, permitindo uma compreensão holística das interações entre vegetação e ambiente, contribuindo para o estudo integrado dos ecossistemas.

Por fim, a abordagem de impactos ambientais e alternativas sustentáveis, conforme CN09FG, destaca a importância das plantas na mitigação de ações humanas prejudiciais aos ecossistemas. A inter-relação entre conservação ambiental, qualidade de vida e o papel das plantas, conforme CN10FG, ressalta o potencial integrador da Botânica na formulação de políticas ambientais e práticas sustentáveis, reconhecendo a complexidade e a interdependência das relações entre os seres vivos e seu ambiente.

No âmbito dos objetivos de aprendizagem da unidade Vida e Evolução, é possível identificar várias oportunidades para trabalhar conteúdos relacionados à Botânica,

reconhecendo a interdependência entre os diferentes grupos taxonômicos de seres vivos, conforme detalhados na Tabela 4.

Tabela 4: Relação entre Objetivos de Aprendizagem unidade temática “Vida e Evolução”, Competências e sua Aplicação na Botânica.

Objetivos de aprendizagem	Competência	Relação com Botânica
Compreender de que maneira a homeostase do corpo humano pode ser auxiliada ou alterada por relações com outros grupos taxonômicos de seres vivos, como vírus, bactérias, arquea, protozoários, algas, fungos, plantas e animais.	CN15FG	Exploração dos mecanismos fisiológicos das plantas e sua relevância para a homeostase do corpo humano.
Compreender que o ser humano e os demais seres vivos são frutos de uma complexa rede de interações ecológicas, interdependentes quanto a processos alimentares, cooperativos, competitivos e parasitários.	CN26FG	Compreensão Exploração da interdependência entre seres humanos e outros organismos, incluindo as plantas, na complexa rede de interações ecológicas. Destaque para a importância das plantas como produtoras na cadeia alimentar.
Compreender a diversidade de vida na Terra, suas formas de manifestação, organização e a importância da interação entre os seres vivos em suas relações ecológicas, bem como seus usos como fonte de recursos, alimento, matéria-prima médica e biotecnológica, seus potenciais malefícios e a necessidade de manutenção do equilíbrio ambiental.	CN27FG	Ampliação da perspectiva para além da sala de aula, explorando a diversidade de vida na Terra. Ênfase na variedade de formas de vida vegetal, suas interações ecológicas e papel como fonte de recursos, alimento e matéria-prima.

Fonte: elaborado pela autora (2024)

Dentre os objetivos, destaca-se o CN15FG, que propõe a compreensão de como a homeostase do corpo humano pode ser influenciada por interações com diferentes grupos taxonômicos de seres vivos, incluindo plantas. Esse objetivo possibilita a exploração dos mecanismos fisiológicos das plantas e sua relevância para a manutenção da saúde humana.

Além disso, o objetivo CN26FG, que aborda as interações ecológicas e a complexa rede alimentar, oferece espaço para explorar a interdependência entre seres humanos e outros organismos, incluindo as plantas. A compreensão da cadeia alimentar

e da importância das plantas como produtores na base dessa cadeia é um tema central na Botânica.

Ainda, o objetivo CN27FG amplia a perspectiva para além da sala de aula, promovendo a compreensão da diversidade de vida na Terra. Esse objetivo possibilita a exploração da variedade de formas de vida vegetal, sua organização e interações ecológicas, destacando a importância das plantas como fonte de recursos, alimento e matéria-prima.

Essas oportunidades destacam a importância de incluir a Botânica no currículo de Ciências, fornecendo aos alunos uma compreensão abrangente e integrada dos processos e relações que sustentam a vida na Terra. No entanto, para aproveitar plenamente essas oportunidades de ensino, é fundamental que os docentes demonstrem interesse e engajamento na inclusão da temática botânica em suas práticas pedagógicas, possibilitando assim uma abordagem mais holística e contextualizada no ensino de Ciências.

Na unidade temática "Terra e Universo", os objetivos de aprendizagem, conforme detalhados na Tabela 5, estabelecem uma sólida conexão entre os princípios científicos abordados e a Botânica, proporcionando uma compreensão abrangente e interdisciplinar. Ao explorar o método científico (CN35FG), os alunos são incentivados a conduzir pesquisas Botânicas, aplicando técnicas específicas e evidências científicas para aprofundar seu entendimento sobre as características fundamentais dos seres vivos e sua relação com o ambiente (CN36FG).

Tabela 5: Relação entre Objetivos de Aprendizagem unidade temática “Terra e Universo”, Competências e sua Aplicação na Botânica.

Objetivos de aprendizagem	Competência	Relação com Botânica
Demonstrar domínio do método científico e realizar pesquisas.	CN35FG	Explorar métodos científicos aplicados em pesquisas Botânicas, utilizando fontes diretas e técnicas específicas de investigação na área.
Utilizar evidências científicas sobre as características fundamentais dos seres vivos.	CN36FG	Aplicar conceitos Botânicos ao respaldar argumentos sobre a origem, evolução e diversificação da vida, utilizando evidências científicas na Botânica.
Avaliar os efeitos de fatores mutagênicos.	CN37FG	Investigar os efeitos das radiações eletromagnéticas como mutagênicos nas plantas, compreendendo como esses fatores podem influenciar características genéticas com impactos evolutivos.

Entender a transmissão das características hereditárias.	CN38FG	Relacionar os princípios de hereditariedade com a reprodução em plantas, explicando como ocorre a transmissão de características ao longo das gerações.
Compreender diferentes teorias para a origem e evolução da vida.	CN39FG	Explorar as teorias de origem da vida e sua relação com a evolução das plantas, reconhecendo a contribuição da Botânica na compreensão desses processos.
Identificar as teorias de origem da vida na Terra e o Universo.	CN40FG	Relacionar as teorias de origem da vida com as características e necessidades fundamentais para o surgimento e manutenção do metabolismo das plantas.
Conhecer as teorias evolutivas e o mecanismo de evolução das espécies.	CN41FG	Aplicar conceitos evolutivos na Botânica, analisando como as plantas passíveis de modificações sofrem alterações morfológicas e fisiológicas ao longo do tempo.
Reconhecer a comparação do DNA dos seres humanos e sua origem comum na África.	CN42FG	Destacar, na Botânica, a relevância da comparação do DNA das plantas e seres humanos, demonstrando a origem comum e a história evolutiva compartilhada.
Compreender o potencial da biotecnologia e a importância da bioética.	CN43FG	Analisar, na Botânica, o potencial da biotecnologia na melhoria das condições das plantas, considerando aspectos éticos e bioéticos relacionados à manipulação genética e práticas sustentáveis.
Discutir a importância socioeconômica e ambiental da reciclagem.	CN53FG	Estabelecer conexões entre práticas de reciclagem, especialmente no contexto de plásticos, e a Botânica é essencial. Este diálogo permite abordar temas cruciais como poluição, reciclagem, armazenamento e incineração, destacando a relevância da química ambiental. Além disso, é importante considerar as plantas como fonte de produtos renováveis/biodegradáveis, acrescentando uma perspectiva sustentável ao debate.

Fonte: elaborado pela autora (2024)

Dentro do contexto Botânico, o estudo dos efeitos mutagênicos (CN37FG) adquire relevância ao analisar o impacto das radiações eletromagnéticas nas plantas, destacando como esses fatores podem influenciar características genéticas e evolutivas.

Além disso, ao compreender a transmissão de características hereditárias (CN38FG), os alunos aplicam esse conhecimento à Botânica, relacionando-o aos processos de reprodução em plantas.

As teorias sobre a origem e evolução da vida (CN39FG) são exploradas na Botânica, proporcionando uma compreensão mais profunda das teorias de origem da vida e sua influência na evolução das plantas (CN40FG). Os princípios evolutivos (CN41FG) são aplicados à Botânica, permitindo a análise das adaptações morfológicas e fisiológicas que as plantas desenvolvem ao longo do tempo.

A comparação do DNA humano e a compreensão da origem comum na África (CN42FG) são elementos que enriquecem a perspectiva Botânica, revelando a interconexão evolutiva entre plantas e seres humanos. Além disso, a discussão sobre a biotecnologia e bioética (CN43FG) destaca o potencial da manipulação genética nas plantas, reconhecendo a importância de considerações éticas na pesquisa e na prática Botânica.

Finalmente, a abordagem da importância socioeconômica e ambiental da reciclagem (CN53FG) se estende à Botânica, enfocando a relevância da química ambiental na compreensão dos impactos da poluição, reciclagem de materiais, e a sustentabilidade no contexto das plantas.

A abordagem interdisciplinar é viabilizada por meio da utilização de diferentes linguagens, tais como visual, verbal e digital, com vistas a facilitar a compreensão e comunicação eficaz dos conceitos Botânicos. Práticas pedagógicas diversificadas, como experimentação e observação direta, são incorporadas para promover a curiosidade, a reflexão e a análise crítica, aspectos intrínsecos ao currículo em movimento.

A harmonização dos conteúdos Botânicos com os eixos transversais, notadamente Educação para a Diversidade, Cidadania e Educação em e para os Direitos Humanos, propicia uma abordagem não apenas isolada da disciplina, mas como uma contribuição integral ao entendimento da interdependência entre os seres vivos e o meio ambiente.

Esta abordagem metodológica flexível e integrada visa não somente a transmissão do conhecimento científico, mas também ao desenvolvimento de competências críticas, criativas e éticas nos estudantes, capacitando-os para uma participação ativa na sociedade e para a construção de uma compreensão holística do mundo circundante, como preconizado no cenário do currículo em movimento.

Os resultados da análise do Currículo em Movimento revelam uma lacuna preocupante no que diz respeito ao ensino de Botânica no Ensino Médio. Observa-se,

inicialmente, a ausência de especificação semestral para os objetivos de aprendizagem relacionados à Botânica, indicando uma falta de orientação temporal para o desenvolvimento desses conteúdos. A não inclusão de eixos temáticos, competências ou habilidades voltadas para o ensino integrado da botânica reflete um apagamento de áreas cruciais do conhecimento vegetal, como anatomia, fisiologia e ecologia vegetal.

Essa deficiência perpetua um ciclo vicioso formativo, no qual professores, muitas vezes carentes de uma formação eficiente em botânica/biologia vegetal, enfrentam dificuldades em desenvolver afinidade e entusiasmo pelos conteúdos da disciplina (Salatino & Buckeridge, 2016). Esse fenômeno impacta diretamente nas práticas docentes e na motivação dos alunos.

A pesquisa pelos termos botânicos no currículo resulta em apenas uma ocorrência relevante na unidade Vida e Evolução, mais precisamente no objetivo CN15FG, que aborda a interação da homeostase humana com diferentes grupos taxonômicos, incluindo plantas. Essa única menção destaca a limitada presença de termos botânicos no documento.

Notavelmente, a palavra "planta" aparece apenas uma vez no documento, assim como o termo "animais". A presença destes termos é praticamente nula em outros objetivos de aprendizagem. Contudo, a análise mais profunda revela expectativas de aprendizagem que, embora não mencionem explicitamente termos botânicos, estão intrinsecamente ligadas à Botânica. Um exemplo é o objetivo CN26FG, que aborda as interações ecológicas e a complexa rede alimentar, incluindo, obviamente, as plantas.

O termo "seres vivos" surge notáveis 12 vezes no texto analisado, evidenciando sua presença recorrente no Currículo em Movimento. No entanto, a falta de especificidade quanto aos grupos taxonômicos pode induzir os professores a adotarem uma abordagem predominantemente voltada para os animais. Os desafios destacados anteriormente agravam-se com a presença de um fenômeno conhecido como "zoochauvinismo". Este fenômeno revela uma tendência de negligenciar os vegetais nos materiais didáticos, que muitas vezes apresentam exemplos e abordagens mais acentuados em relação à zoologia. Tal direcionamento ocorre em virtude da percepção de que os animais são considerados mais atraentes e cativantes para os estudantes, como observado por Balas e Momsen (2014). Essa preferência pode, inadvertidamente, perpetuar a falta de ênfase na Botânica, desafiando a integração efetiva deste componente vital no ensino de Ciências.

Essa desconexão entre o currículo e os fundamentos da Botânica é corroborada por autores como Lally et al. (2007), que observam a sub-representação da botânica nos

currículos do ensino primário e secundário, apesar das vantagens únicas que o estudo das plantas oferece como ferramentas de ensino e aprendizagem.

O ensino de Botânica, que abrange diversos ramos do conhecimento biológico, desempenha um papel crucial na compreensão do conceito de biodiversidade (Araújo; Silva, 2015; Montanini; Miranda; De-Carvalho, 2019). Contudo, conforme demonstrado pelos objetivos de aprendizagem apresentados nas tabelas acima, a aplicação efetiva desses conteúdos está sujeita ao interesse e engajamento dos docentes. A ênfase na Botânica é fundamental para proporcionar aos alunos uma visão holística da biodiversidade, integrando o reino vegetal às discussões sobre a variedade de formas de vida existentes. A inclusão da temática botânica nas práticas pedagógicas não apenas enriquece o entendimento dos alunos sobre a biodiversidade, mas também promove uma abordagem mais abrangente e equilibrada no ensino de Ciências. Dessa forma, a conscientização do papel essencial da Botânica na compreensão da biodiversidade requer não apenas a presença de objetivos de aprendizagem pertinentes, mas também o estímulo e interesse contínuo dos educadores.

A falta de ênfase na Botânica no Currículo em Movimento reflete uma preocupação legítima, pois este componente do conhecimento humano é percebida como complexa e desinteressante por professores e alunos. A redução dos conteúdos e conceitos associados à Botânica nos documentos oficiais compromete a compreensão do papel fundamental das plantas na manutenção da vida no planeta. A superação dessa lacuna exige uma revisão crítica da abordagem da Botânica no currículo, visando garantir uma formação sólida e contextualizada no âmbito da biologia, promovendo, assim, maior engajamento e apreciação por parte dos educandos.

5. CONCLUSÃO

Em face das análises realizadas sobre o ensino de Botânica com base na BNCC e Currículo em Movimento do Distrito Federal do Ensino Médio, é evidente que a temática botânica enfrenta desafios substanciais no contexto educacional. A escassez de abordagem explícita nos documentos oficiais, particularmente nos mais recentes alinhados à BNCC, revela uma lacuna preocupante que pode impactar negativamente a formação dos estudantes.

Ao reafirmar nossos objetivos, constatamos que a Botânica, apesar de sua importância inegável na compreensão das interações ambientais e na sustentabilidade da

vida, é frequentemente relegada a segundo plano, especialmente no Ensino Médio. Essa desvalorização ao longo das etapas da Educação Básica suscita sérias preocupações sobre a formação holística dos estudantes em relação ao mundo vegetal.

As limitações deste estudo, centrado em análises documentais, devem ser reconhecidas, ressaltando a necessidade de pesquisas adicionais para uma compreensão mais abrangente. Sugerimos investigações que incluam diversas regiões e abordagens pedagógicas, visando a construção de estratégias eficazes para o ensino de Botânica.

A contribuição deste trabalho reside na identificação e destaque da falta de ênfase na Botânica nos documentos analisados, instigando uma reflexão crítica sobre a necessidade urgente de revisão nos currículos escolares. Esta análise também enfatiza que a Botânica não deve ser encarada como uma disciplina isolada, mas integrada de maneira coesa, promovendo uma aprendizagem significativa e relacionando-se com outros conteúdos do currículo.

Em última análise, conclui-se que a Botânica, longe de ser uma ciência obsoleta e secundária, é essencial para a formação completa dos estudantes e para a compreensão da interdependência entre os seres vivos e o meio ambiente. Recomendamos uma revisão cuidadosa nos documentos oficiais, reforçando a importância da Botânica no desenvolvimento educacional, a fim de garantir que as futuras gerações estejam devidamente preparadas para enfrentar os desafios ambientais e valorizar a riqueza da biodiversidade vegetal em nosso planeta. Este estudo visa ser um chamado à ação para a inclusão e promoção adequada da Botânica nos currículos escolares, contribuindo assim para uma educação mais completa e consciente.

6. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. N.; SILVA, M. DE F. V. Aprendizagem significativa de botânica em ambientes naturais. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*, v. 8, n. 15, p. 100–108, 2015.

BALAS, B., & MOMSEN, J. L. Attention “blinks” differently for plants and animals. *CBE—Life Sciences Education*, 13(3), 437-443. 2014.

BANDEIRA, M. V. A., DANTAS, O. M. A. N. A. Currículo em Movimento: trajetória e concepções. *Revista e-Curriculum*, São Paulo, v. 19, n. 1, pp. 390-404, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.23925/1809-3876.2021v19i1p390-404>. Acesso em: 22 de dezembro de 2023.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. 1ª ed. Almedina Editora, 2011.

BARBOSA, L. M.; SANTOS-JUNIOR, N. A. dos. (Org.). *A Botânica no Brasil: Pesquisa, Ensino e Políticas Ambientais*. São Paulo: Sociedade Botânica do Brasil, 2007.

BODIÃO, I. S. Considerações sobre a reforma do ensino médio do governo Temer. *Cadernos de Pesquisa*, UFMA, São Luís, v. 25, n. 2. 2018.

BRANCO, A. B. G.; BRANCO, E. P.; IWASSE, L. F. A.; NAGASHIMA, L. A. Urgência da reforma do Ensino Médio e emergência da BNCC. *Revista Contemporânea de Educação*, v. 14, n. 29, p. 345-636, 2019.

BRASIL. LEI No 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Brasília: Presidência da República do Brasil, 1991. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em: 21 mar. 2023.

BRASIL, S. D. E. F. Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais1, 1997. Brasília. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>> Acesso em: 21 mar. 2023.

BRASIL. LEI N.º 13.415, de 16 de Fevereiro de 2017. Diário Oficial da União - Seção 1 - 17/2/2017, Página 1 (Publicação Original) Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13415.htm>. Acesso em 24 de abril de 2023.

BRASIL. Resolução n.º 3, de 21 de Novembro de 2018. Atualiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2018-pdf/102481-rceb003-18/file>>. Acesso em 24 de abril de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base. Brasília: MEC, 2015. Disponível em: <http://historiadabncc.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: 2 fev. 2023.

BUCKERIDGE, M. Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água. *Estudos Avançados*, v.29, p.85-101, 2015.

BYBEE, R. W.; Teaching Science as Inquiry. Inquiring into Inquiry Learning and Teaching in Science. (J. Minstrell & Emily H. van Zee, eds.) p. 20-46. AAAS, Washington, DC, 2000.

CANAVARRO, J.M. *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora, Coleção Nova Era, 228p. 1999.

CECCANTINI, G. Os tecidos vegetais têm três d i m e n s õ e s. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, n. 2, p. 335 – 337. 2006.

ÇIL, E. Integrating botany with chemistry & art to improve elementary school children's awareness of plants. *The American Biology Teacher*, Oakland, v. 77, n. 5, p. 348-355, 2015.

COMPIANI, M. Comparações entre a BNCC atual e a versão da consulta ampla, item Ciências da Natureza. *Ciência em Foco*, v. 11, n. 1, p. 91-106, 2018.

CORSETTI, B. A análise documental no contexto da metodologia qualitativa: uma abordagem a partir da experiência de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Educação da Unisinos. *UNIrevista*, v.1, n.1, p. 32-46, 2006.

COSTA, M. A., & COUTINHO, E. H. L. Educação profissional e a reforma do ensino médio: lei nº 13.415/2017. *Educação & Realidade*, v. 43, p. 1633-1652, 2018.

DE MACEDO, E. F., & DA SILVA, M. S. A promessa neoliberal-conservadora nas políticas curriculares para o ensino médio: Felicidade como projeto de vida. *Revista Educação Especial*, p. e55/1-23, 2022.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do DF. Currículo em movimento da educação básica: pressuposto teóricos. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.cre.se.df.gov.br/ascom/documentos/subeb/cur_mov/5_ensino_medio.pdf>. Acesso em: 02 out. 2023.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do DF. Guia prático da Semestralidade, Ensino Médio. Brasília 2018. Disponível em: <http://www.cre.se.df.gov.br/ascom/documentos/subeb/ens_medio_guia_semestralidade_fev18.pdf>. Acesso em: 02 out. 2023.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do DF. Currículo em movimento do novo ensino médio. Brasília, 2021.

ERRAM, C. A., & DA SILVA CZERNISZ, E. C. Reformar o ensino médio? Impasses e desafios presentes na proposta da lei 13415/2017. *Nuances: estudos sobre Educação*, v. 29, n. 3, 2018.

FIGUEIRÔA, S. F. D. M. Mundialização da ciência e respostas locais: sobre a institucionalização das ciências naturais no Brasil (de fins do século XVIII à transição ao século XX). *Asclepio*, v. 50, n. 2, p. 107-123, 1998.

FRANCO, L. G., & MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. *Horizontes*, v. 36, n. 1, p. 158-171, 2018.

FREITAS, D. S.; TOLENTINO-NETO, L. C. B.; SANO, P. T. Conhecimento popular e conhecimento científico na história da botânica. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 8, 2011.

FRIGOTTO, G. A relação da educação profissional e tecnológica com a universalização da educação básica. *Edu. Soc.*, Campinas, v. 28, n. 100 - Especial, p. 1129-1152, out. 2007.

GOODSON, I. F. *A Construção Social do Currículo*. Lisboa: Educa, 1997.

GOMES, J. V. A. A.; NUNES, L. A. C. B.; OLIVEIRA, R. R. S.; GODOY, H. B. R. Formação docente e Ensino de Botânica: reflexões além de uma análise documental. *REnCiMa – Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, n. 4, p. 1-25, 2021.

GÜLLICH, R. I. da C. Botânica e seu ensino: história, concepções e currículo. Programa de Pós-Graduação em Educação nas Ciências –Universidade Regional do Noroeste do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2003.

HERSHEY, D.R. A historical perspective on problems in botany teaching. *American Biology Teacher*, v. 58, 1996.

INFOPÉDIA. Dicionário infopédia da Língua Portuguesa [em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2020. 2020.

KRAWCZYK, N. Reflexão sobre alguns desafios do Ensino Médio no Brasil. *Cadernos de Pesquisa*, v.41, n.144, p.752-769, 2011.

KRAWCZYK, N.; FERRETTI, C.J. Flexibilizar para quê? Meias verdades da “reforma”. *Revista Retratos da Escola*, v.11, n.20, p.33-44, 2017.

- KINOSHITA, L.S.; TORRES, R.B.; TAMASHIRO, J.Y.; MARTINS, E.R.F. A Botânica no Ensino Básico: relatos de uma experiência transformadora. Rima. São Carlos. 2006.
- LALLY, D.; BROOKS, E.; TAX, F. E.; DOLAN, E. L. Sowing the seeds of dialogue: public engagement through plant science. *Plant Cell*, Rockville, v. 19, n. 8, p. 2311-2319, 2007.
- LAYTON, D. Science as general education. *Trends in Education*, v. 25, p. 11-15, 1972.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.
- LUIZ, W. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 12, p. 474–550, 2007.
- MACEDO, Elizabeth Fernandes; SILVA, Marlon Silveira. A promessa neoliberal-conservadora nas políticas curriculares para o ensino médio: felicidade como projeto de vida. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 35, e55/1-23.
- MACHADO, M. H., & MEIRELLES, R. M. S. Da “LDB” dos anos 1960 até a BNCC de 2018: breve relato histórico do ensino de Biologia no Brasil. *Debates em educação*, v. 12, n. 27, p. 163-181, 2020.
- MARCONDES, M.E. R. As Ciências da Natureza nas 1ª e 2ª versões da Base Nacional Comum Curricular. *Estudos Avançados*, v.32, n.94, p.269-284, 2018.
- MONTANINI, S. M. P.; MIRANDA, S. DO C. DE; DE-CARVALHO, P. S. O Ensino por Investigação e o Ensino de Botânica na Educação Básica. II Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores - II CECIFOP 2019. Anais. Catalão: Universidade Federal de Goiás, Campus Catalão (ISSN: 2526-7485), 2019.
- NABORS, M. W. Introdução à Botânica. São Paulo: Roca, 2012.
- NASCIMENTO, F. DO; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. DE. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR On-line*, p. 225–249, 2010.
- NEVES, A.; BUNDCHEN, M.; LISBOA, C. P. Impercepção Botânica: é possível superá-la a partir da Educação? *Revista Ciência & Educação (Bauru)*, 25(3), 745-762, 2019.
- OLIVEIRA NETO, F. F. D., JORGE, T. S., GARCIA, C. S., DALZOTTO, D. P., COSTA, J. L., MEDINA, T. G. D. M., & IGANCI, J. Jogos Didáticos no Ensino de Botânica: Enraizando e Batalha Algal. *Hoehnea*, 49, e092022. 2022.
- OLIVEIRA, D. A. de, MOREIRA, P. de A., MELO Jr., A. F. de, PIMENTA, M. A. S. Potencial da biodiversidade vegetal da região norte do estado de Minas Gerais. *Unimontes Científica*, v. 8, n. 1. 2006.
- PARSLEY K.M. Disparidade na conscientização das plantas: um caso para renomear a cegueira das plantas. *Plantas Pessoas Planeta* 2:598–601. 2020.
- RIVAS, M. I. E. Botânica no Ensino Médio: “Bicho de sete cabeças” para professores e alunos? 2012. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas Licenciatura) –Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

- ROSA, M. I. P., & TOSTA, A. H. O lugar da Química na escola: movimentos constitutivos da disciplina no cotidiano escolar. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 02, p. 253-262, 2005.
- SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? *Estudos avançados*, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016.
- SALOMÃO, Alexandre França. Pesquisas etnográficas em educação física escolar: um balanço de dissertações e teses. 2017. 152 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- SANTOS, F. S. A Botânica no Ensino Médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? In: SILVA, C. C. (Org.) *Estudos de História e Filosofia das Ciências*. São Paulo: Editora Livraria da Física, p.223-243. 2006.
- SANTOS, G. P; SILVA, S. R. A Reforma do Ensino Médio e os desafios postos à política educativa no Brasil. *Revista Interdisciplinar em Cultura e Sociedade (RICS)*. São Luís - Vol. 4 - Número Especial - Jul./Dez. 2018.
- SCHIPPER, L. P. (editora executiva). *Segredos e virtudes das plantas medicinais*. Rio de Janeiro, RJ: Reader's Digest Brasil Ltda., 1999.
- SEVERINO, A. J. *Metodologia do Trabalho Científico*. 23ª ed. São Paulo: Cortez, 2007.
- SILVA, Juliana Nascimento; GHILARDI-LOPES, Natalia Pirani. Botânica no Ensino Fundamental: diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 13, n. 2, p. 115-136, 2014.
- SILVA, A. F. da; FERREIRA, J. H.; VIERA, C. A. O ensino de Ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. *Revista Exitus*, v. 7, n. 2, p. 283-304, 2017.
- SILVA, M. R. A BNCC da reforma do Ensino Médio: o resgate de um empoeirado discurso. *Educação em Revista Belo Horizonte*, v.34, e214130, 2018.
- SILVA, J. O. R., & OLIVEIRA, M. S. Arborização urbana e a educação ambiental como fatos conscientizador. *Scientia Generalis*, 1(2), 1-10. 2020.
- STANSKI, C., LUZ, C. F. P., RODRIGUES, A. R. F., & NOGUEIRA, M. K. F. D. S. Ensino de Botânica no Ensino Fundamental: estudando o pólen por meio de multimodos. *Hoehnea*, 43: 19-26. 2016.
- URSI, S., BARBOSA, P. P. & SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. S. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos avançados*, v. 32, p. 07-24, 2018.
- VASQUES, D. T., FREITAS, K. C. D., & URSI, S. *Aprendizado ativo no ensino de botânica*. São Paulo: Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 2021.
- VASQUES, Sofia Lerche; ANDRADE Francisca Rejane Bezerra; VIDAL, Eloisa Maia. Desafios de implementação e reforma no ensino médio: o caso do Ceará. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, Araraquara, v. 17, n. n. esp. 3, p. 2228-2253, 2022.
- WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher*. v. 61, n. 2, p. 284-286, 1999.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. Plant Science Bulletin, v.47, p.2-9, 2002.

CAPÍTULO II

SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM BOTÂNICA: POTENCIALIZANDO O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM POR MEIO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

RESUMO

A sequência didática é um conjunto organizado de atividades pedagógicas que tem como objetivo proporcionar a aprendizagem progressiva e coerente dos alunos. No contexto específico da Botânica, a sequência didática se torna ainda mais relevante, uma vez que essa disciplina muitas vezes é abordada de forma teórica e descontextualizada, o que pode tornar o aprendizado dos estudantes pouco significativo e motivador. O objetivo deste trabalho é apresentar uma sequência didática investigativa, com o uso das tecnologias da informação e comunicação (TIC), que estimule a aprendizagem de Botânica no ensino médio. A sequência didática investigativa foi aplicada em duas turmas do 2º ano do ensino médio, constando de aulas teóricas dialogadas, vídeos, música, atividades com o uso do software *Hot Potatoes*, jogos didáticos sobre plantas, experiências práticas sobre morfologia e fisiologia vegetal realizadas no jardim da escola também no laboratório. Essas atividades proporcionaram uma boa contextualização sobre o tema, bem como uma relação entre teoria e prática, desenvolvendo os conhecimentos dos estudantes e proporcionando uma aprendizagem significativa, transformando a rotina dos alunos. Os resultados indicaram que a utilização das TIC na sequência didática investigativa favoreceu o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos pelos estudantes, além de tornar as aulas mais atrativas e motivadoras. Essa abordagem permitiu que os estudantes participassem plenamente das aulas e se mostrou facilitadora da aprendizagem de Botânica, potencializando a qualidade e a eficácia do processo educacional.

Palavras-chave: Aprendizagem Interativa, Ensino De Biologia, Aprendizagem Significativa, Espaços De Ensino, Recursos Tecnológicos.

ABSTRACT

The didactic sequence is an organized set of pedagogical activities, which aims and provides progressive and coherent learning for students. In the specific context of Botany, the didactic sequence becomes even more relevant, as this discipline is often approached in a theoretical and decontextualized manner, which can make students' learning less meaningful and motivating. The objective of this work is to present an investigative didactic sequence, using information and communication technologies (ICT), to stimulate Botany learning in high school. The investigative didactic sequence was applied in two classes of the 2nd year of high school, consisting of dialogued theoretical classes, videos, music, activities using *Hot Potatoes* software, educational games about plants, practical experiments on plant morphology and physiology carried out in the school garden, as well at the laboratory. These activities provided good contextualization on the topic, as well as a relationship between theory and practice, developing students' knowledge and providing meaningful learning, transforming the students' routine. The results indicated that the use of ICT in the investigative didactic sequence favoured the teaching-learning process of concepts by students, as well as making classes more attractive and motivating. This approach allowed students to fully participate in classes and proved to facilitate Botany learning, enhancing the quality and effectiveness of the educational process.

Keywords: Interactive Learning, Biology Education, Meaningful Learning, Teaching Spaces, Technological Resources.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão e a integração dos estudantes com a Botânica, no contexto da Educação Básica, constituem um desafio relevante (Kinoshita et al., 2006), que precisa estar alinhado aos objetivos estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997a, 1997c). No entanto, o ensino de Botânica enfrenta atualmente uma lacuna significativa, refletida na impercepção botânica por parte dos alunos. A proposta em questão visa superar não apenas essa lacuna, mas também formar indivíduos capazes de se reconhecerem como agentes transformadores do ambiente. Diversos estudos têm destacado a inadequação na formação de professores e na transmissão dos conhecimentos botânicos aos estudantes (Hershey, 2002; Coutinho, 2006; Towata et al., 2010), evidenciando a necessidade premente de intervenção e aprimoramento neste campo educacional.

A Botânica, tanto no Ensino Fundamental quanto no Médio, é frequentemente abordada de maneira desinteressante, resultando em aversão por parte dos discentes (Garcia, 2000). A complexidade percebida nas aulas, muitas vezes descritivas e desprovidas de contextualização, contribui para a falta de motivação dos alunos (Moul e Silva, 2017). A escassez de materiais didáticos e atividades facilitadoras reforça essa problemática, culminando em um desinteresse generalizado (Towata et al., 2010; Melo et al., 2012).

A impercepção botânica emerge como um fenômeno adicional, limitando a percepção das plantas apenas como elementos decorativos ou parte da paisagem, dificultando a motivação para estudos mais aprofundados (Hershey, 2002; Neves, Bündchen, Lisboa, 2019). Em um cenário de constante urbanização e avanço tecnológico, a interação entre os humanos e as plantas parece declinar progressivamente (Neves, Bündchen, Lisboa, 2019).

Diante desse quadro desafiador, reconhece a necessidade premente de estratégias inovadoras para o ensino de Botânica, que não apenas atribuam significado ao aprendizado, mas também despertem o interesse dos estudantes. Em consonância com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1997a, 1997c), iniciativas têm sido empreendidas para revolucionar as práticas de ensino, combatendo a impercepção

botânica instituída (Pérez et al., 2014; Martínez Retamero, 2016; Nascimento et al., 2017).

Sequências didáticas (Oliveira 2013) buscam integrar atividades de maneira articulada, promovendo uma dinâmica mais eficiente no processo de ensino-aprendizagem. As atividades práticas, inseridas nas sequências didáticas visam proporcionar aos estudantes uma abordagem investigativa, incentivando a experimentação, interação e validação de conclusões (Zanon e Freitas, 2007).

Para compreender melhor a natureza da sequência didática, podemos recorrer a definições como a De Lino de Araújo (2013), que a descreve como "um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais". Outra perspectiva, citada por Zabala (1998), a define como "um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos". Assim, a sequência didática se apresenta como um guia orientador que visa facilitar a realização das atividades em sala de aula, fomentando um desempenho mais efetivo por parte dos estudantes.

Leal (2012) reforça a importância da sequência didática como uma estratégia que não apenas permite avanço no ensino, mas também possibilita o conhecimento das opiniões dos estudantes. Além disso, é destacada como uma prática democrática que oferece espaço para intervenções dos estudantes conforme necessário, promovendo uma participação ativa e engajada no processo educacional.

No sentido de aprimorar ainda mais a experiência de aprendizado, a sequência didática busca integrar diversas metodologias (Nicola e Paniz, 2016). A diversidade de abordagens metodológicas é fundamental para superar desafios, como o desinteresse dos alunos e a falta de atividades práticas específicas, conforme identificado por Melo et al. (2012). A inserção de metodologias diversas não só estimula a compreensão e fixação dos conteúdos, como também promove a participação ativa e crítica dos alunos nas aulas (Nicola e Paniz, 2016).

Adicionalmente, alinhando-se com as demandas contemporâneas da educação, a sequência didática busca incorporar as tecnologias da informação e comunicação (TIC). Essas ferramentas, destacadas pelo Ministério da Educação (MEC, 2018), oferecem um suporte valioso às metodologias ativas, proporcionando um ambiente de aprendizado mais envolvente e atraente. As TIC não são apenas recursos tecnológicos; são

instrumentos pedagógicos capazes de ampliar as possibilidades educacionais, permitindo o armazenamento, distribuição e acesso às informações, independentemente da localização do professor e aluno (Souza, 2016).

Faz-se necessário, portanto, integrar metodologias diversas e tecnologias no contexto educacional, não apenas como resposta aos desafios identificados, mas como um esforço contínuo para proporcionar uma educação mais dinâmica, significativa e alinhada às necessidades dos estudantes contemporâneos.

Em busca de uma abordagem mais dinâmica, planejamos desenvolver um jogo de tabuleiro como parte integrante da sequência didática. Esse recurso visa não apenas enriquecer a experiência de aprendizado dos estudantes, mas também proporcionar uma interação mais significativa com os conteúdos botânicos. Ao avaliar a eficácia dessa abordagem inovadora, consideraremos a percepção dos estudantes sobre sua participação e aprendizado, ressaltando a importância de valorizar e compreender as plantas nativas do bioma Cerrado, bioma no qual estamos inseridos.

Diante da urgente necessidade de preservação do Cerrado, um dos mais ricos e ameaçados biomas brasileiros, é necessária uma reflexão sobre sua relevância e potencialidades. Como apontado pelo Ministério do Meio Ambiente, o Cerrado é o segundo maior bioma do país, abrangendo uma área impressionante de 2.036.448 km² (Brasil, 2018). Além disso, conforme destacado por Franço et al. (2015), a perda de cobertura vegetal e a conversão de áreas naturais têm impactado negativamente a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos fornecidos por esse bioma.

É crucial reconhecer o Cerrado não apenas como um ambiente em perigo, mas também como um laboratório vivo, onde podemos compreender os complexos processos ecológicos que regem sua dinâmica (Strassburg et al., 2017). Além disso, é fundamental desmistificar a visão depreciativa que muitos brasileiros têm do Cerrado, percebendo-o não como um "primo pobre" dos biomas brasileiros, mas como um patrimônio de inestimável valor ecológico e cultural. Conforme observado por Silva (2009), a disseminação de informações corretas e a valorização desse bioma são passos essenciais para sua preservação e para a construção de uma consciência ambiental mais ampla e responsável.

O Cerrado brasileiro, apesar de sua imensa importância ecológica e socioeconômica, muitas vezes é subvalorizado e superexplorado. Este bioma, que abrange mais de 20% do território brasileiro, tem sido frequentemente negligenciado em comparação com a Amazônia, tanto em termos de conservação quanto de atenção política

e pública. A exploração intensiva do Cerrado para a expansão agrícola, pecuária e atividades extrativistas tem levado à rápida perda de sua vegetação nativa, resultando em impactos devastadores na biodiversidade, no ciclo hidrológico e no equilíbrio climático regional (Lahsen, Bustamante, & Dalla-Nora, 2016).

Apesar disso, o Cerrado desempenha um papel fundamental na regulação do clima, na conservação da biodiversidade e na oferta de serviços ecossistêmicos essenciais para a sociedade brasileira e global. Sua rica diversidade de espécies vegetais e animais, muitas das quais são endêmicas, contribui para a manutenção da saúde dos ecossistemas e para a resiliência diante das mudanças ambientais. Além disso, o Cerrado desempenha um papel crucial na produção de água, sendo responsável por abastecer importantes aquíferos e rios que são vitais para o abastecimento de água potável, a agricultura e outras atividades humanas em toda a região (Lahsen, Bustamante, & Dalla-Nora, 2016).

Em resumo, é imperativo reconhecer e valorizar adequadamente o Cerrado brasileiro como um bioma de extrema importância ecológica, social e econômica. Proteger e restaurar o Cerrado não apenas contribuirá para a conservação da biodiversidade e dos recursos naturais, mas também promoverá o bem-estar humano, a segurança hídrica e a resiliência climática. Essa abordagem requer não apenas ações de conservação, mas também uma mudança de paradigma em relação ao desenvolvimento, que priorize a sustentabilidade e o respeito aos limites do meio ambiente.

Nesse contexto, propomos uma abordagem pedagógica abrangente, integrando métodos e tecnologias educacionais inovadoras. Como mencionado por Driver et al. (1999), estratégias de ensino que despertem o interesse pelo tema são fundamentais para promover a conscientização e valorização desse bioma tão singular e ameaçado. Ao avaliar a eficácia dessas abordagens inovadoras, consideraremos a percepção dos estudantes sobre sua participação e aprendizado, destacando a importância de valorizar e compreender as plantas nativas do bioma Cerrado. Consideramos imperativo ampliar o conhecimento sobre o Cerrado, desmitificando a visão negativa que muitos têm sobre esse bioma. É fundamental promover uma compreensão mais abrangente de sua importância ecológica, social e econômica, incentivando estratégias de conservação eficazes e o engajamento da sociedade na proteção desse patrimônio natural único. Dessa maneira, esta pesquisa não apenas se propõe a preencher lacunas no processo de ensino-aprendizagem de Botânica na Educação Básica, mas também busca contribuir para a conscientização ambiental e valorização da biodiversidade única do bioma Cerrado.

2. METODOLOGIA

2.1 Características, metodologia localização e participantes

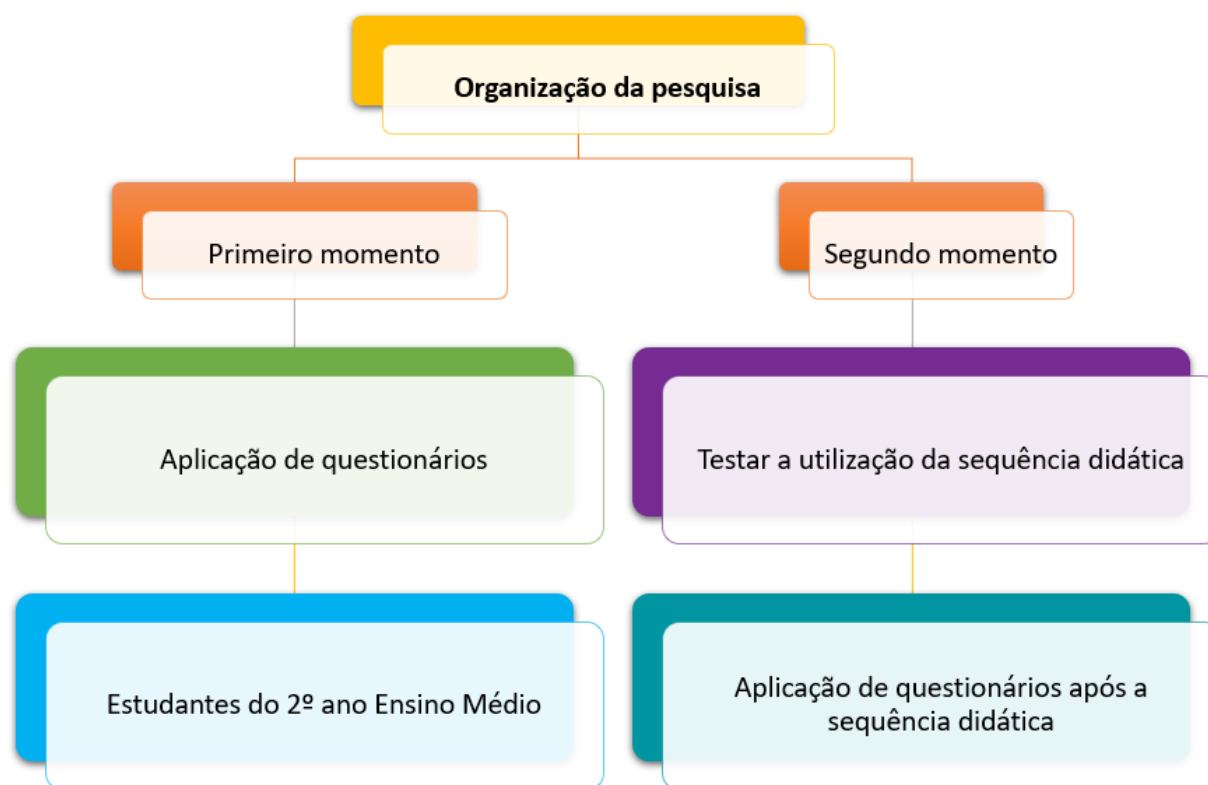
Quanto à sua natureza, a pesquisa é de cunho descritivo e qualitativo, dentro da concepção de Moresi (2003), com análise indutiva, interpretação dos fenômenos e atribuição de significados, sem técnicas estatísticas. O método adotado foi o de pesquisa-ação, conforme Felcher, Ferreira, Folmer (2017). A elaboração da sequência didática baseou-se em Zabala (1998).

O campo de investigação foi um colégio privado, integrante de uma rede convencional com 200 anos de história, situado na Asa Norte, Brasília, Distrito Federal, com a participação de 64 estudantes, de duas turmas do segundo ano do ensino médio, com idades entre 15 e 17 anos.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais da Universidade de Brasília, conforme o Certificado de Aprovação Ética nº 75492423.0.0000.5540. Obtiveram-se as assinaturas tanto no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Apêndice A) quanto no Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE, Apêndice B). Os dados dos participantes foram resguardados sob sigilo, em conformidade com a Resolução n. 466 de 12 de dezembro de 2012 do Ministério da Saúde (CNS/MS) e a Resolução n.º 510 de 07 de abril de 2016 do CNS/MS.

A pesquisa foi estruturada em dois momentos (Figura 1), sendo o primeiro com a aplicação de questionários junto aos estudantes, com o objetivo de avaliar sua percepção sobre as plantas e o interesse em Botânica. No segundo momento, testou-se a utilização de uma sequência didática, seguida da aplicação de questionário, para avaliar as percepções dos participantes em relação à intervenção ou metodologia utilizada.

Figura 1: Esquema Organizacional das Etapas da Pesquisa.



Fonte: autoria própria (2024)

2.2 Primeira Etapa da Pesquisa: Investigação da Impercepção Botânica, Interesse e Conhecimento sobre Plantas entre Estudantes

Na fase inicial da pesquisa, a aplicação dos questionários semi-estruturados aos estudantes foi conduzida com o propósito primordial de realizar um mapeamento abrangente das percepções relacionadas à impercepção Botânica, Interesse e Conhecimento sobre Plantas, bem como à Metodologia de Ensino no contexto do Ensino Médio. Seguindo a concepção de Gil (2008), o questionário foi adotado como uma técnica de investigação composta por um conjunto de perguntas apresentadas por escrito aos participantes, visando obter informações sobre opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas e experiências vivenciadas. A utilização da plataforma *Google Forms* facilitou a coleta de dados de forma online, abarcando 16 perguntas que abordavam tanto aspectos objetivos quanto dissertativos, conforme explicitado no Apêndice B deste estudo.

Quanto à natureza das perguntas, estas foram delineadas segundo a classificação de Marconi e Lakatos (1999), compreendendo questões abertas, nas quais os informantes respondiam livremente; questões fechadas, caracterizadas por alternativas fixas que

permitiam a escolha entre sim ou não; e questões de múltipla escolha, que, embora classificadas como perguntas fechadas, apresentavam uma série de respostas possíveis.

É relevante ressaltar que todas as respostas foram obtidas anonimamente, assegurando a integridade e confidencialidade dos participantes. As respostas dissertativas foram posteriormente categorizadas, seguindo critérios estabelecidos para organização e interpretação dos dados coletados. Esta abordagem sistemática e rigorosa proporcionará uma compreensão mais aprofundada das percepções dos estudantes em relação à Botânica e à metodologia de ensino, contribuindo significativamente para a construção de conhecimento nessa área específica. A partir da análise minuciosa dos dados coletados, tornou-se possível elaborar uma sequência didática alinhada às demandas e objetivos delineados no escopo deste estudo.

2.3 Segunda Etapa: Aplicação da Sequência Didática e Avaliação da Eficácia no Ensino de Botânica entre Estudantes

Na condução deste estudo, adotou-se como tema central "Explorando a Diversidade Botânica: Uma Jornada pelos Reinos e Adaptações das Plantas", integrando-o à sequência didática da Competência Específica 2 da Área Ciências da Natureza e Suas Tecnologias No Ensino Médio, em conformidade com as competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC; Brasil, 2018). Essa competência visa a análise de interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos, capacitando os estudantes a desenvolver argumentos, realizar previsões e fundamentar decisões éticas, alinhando-se às habilidades EM13CNT202, EM13CNT203 e EM13CNT205 (Tabela 1).

Tabela 1: Unidade temática, objetos do conhecimento e habilidades de ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio BNCC.

Unidade Temática	Objetos do conhecimento	Habilidades
Competência 1	Investigar e compreender teorias relacionadas à evolução das plantas, desde os primeiros registros conhecidos até os dias atuais, explorando as mudanças e adaptações ao longo do tempo.	(EM13CNT201) Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
	Avaliar as condições ambientais que propiciam o crescimento	(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus

Competência 1	desenvolvimento das plantas, compreendendo os fatores que influenciam positivamente seu desenvolvimento.	diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).
Competência 1	Analisar resultados experimentais para compreender como a anatomia das plantas está relacionada à sua função, explorando a estrutura interna e o desempenho das plantas. Realizar experimentos para observar e comparar características distintivas dos diferentes grupos de plantas.	(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
Competência 3	Utilizar tecnologias para comunicar, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos botânicos.	(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Fonte: BNCC (BRASIL, 2018).

Na proposta da sequência didática, destaca-se ainda a associação com a habilidade (EM13CNT302) da Competência Específica 3 da área Ciências da Natureza e Suas Tecnologias No Ensino Médio. Essa habilidade visa à comunicação eficaz e diversificada dos resultados obtidos por meio de análises, pesquisas e experimentos, utilizando diferentes linguagens, mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). A inserção dessa habilidade reforça a ênfase na comunicação científica, promovendo não apenas a aquisição de conhecimentos botânicos, mas também o desenvolvimento da capacidade dos estudantes em expressar claramente, por meio de diversos recursos, os dados e conclusões alcançados nas atividades propostas. A utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) em variados contextos

potencializa a aprendizagem e estimula a participação ativa dos alunos, contribuindo para a construção de uma cultura de comunicação científica mais robusta e alinhada às demandas educacionais contemporâneas.

A metodologia adotada na condução da sequência didática foi meticulosamente planejada e executada em cinco etapas, totalizando 900 minutos de interação efetiva entre os docentes e os estudantes, além de 180 minutos para o encerramento. Cada encontro foi estruturado para priorizar a exposição e discussão aprofundada dos conteúdos botânicos, alinhando-se aos objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos.

Dentro desse contexto, foram aplicadas metodologias diversificadas, incluindo aula expositiva dialogada, atividades interativas online, jogos, aulas práticas, aulas de campo, oficinas de exsicatas com herbário itinerante, animações e vídeos. Além disso, foram incorporadas ilustrações científicas utilizando a técnica de aquarela. Como parte da abordagem pedagógica, foi incluída uma atividade revisional composta por questões de vestibulares e ENEM. Para avaliar a eficiência da sequência didática, foi aplicado um questionário no *Google Forms*. Este processo detalhado compreende seis etapas, conforme representado na Figura 2. Essas estratégias diversificadas visaram enriquecer a experiência de aprendizado, promovendo a compreensão aprofundada dos temas abordados.

Figura 2: Descrição das etapas da pesquisa.



Fonte: Autoria própria (2023).

A tabela 2, apresentado a seguir, fornece uma visão minuciosa das aulas que compuseram a sequência didática, complementando as informações previamente expostas sobre os encontros. Neste quadro, são detalhados os objetivos específicos, os temas abordados, a metodologia empregada, as atividades conduzidas pelos professores e realizadas pelos estudantes, bem como os critérios de avaliação adotados para mensurar o desempenho dos participantes. Este delineamento meticuloso da metodologia tem como

propósito assegurar a consistência e eficácia do processo educacional, proporcionando uma abordagem rigorosa e estruturada para a exploração dos conceitos botânicos no contexto da pesquisa em questão.

Tabela 2: Sequência Didática Explorando a Diversidade Botânica: Uma Jornada pelos Reinos e Adaptações das Plantas

Etapas	Objetivos de Aprendizagem	Principais Conteúdos	Atividades do Professor	Atividades do Estudante	Avaliação/Atividade
1ª	Compreender a diversidade de plantas e seus grupos	Introdução aos grupos de plantas: briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas Ciclo de vida (gametófito e esporófito).	- Apresentação das espécies em sala - Apresentação o conteúdo de forma clara e organizada, utilizando recursos visuais, exemplos práticos e outros suportes didáticos.	- Interagir com a planta de estimação - Atividade com software <i>Hot Potatoes</i> (palavra cruzada)	Participação e desempenho na atividade do software
2ª	Identificar adaptações relacionadas à conquista do ambiente terrestre	Exploração de adaptações das plantas ao ambiente terrestre e sua reprodução Mecanismos de Reprodução Adaptações à Seca e Condições Adversas.	- Visita ao jardim para identificação e classificação de plantas - Exibição audiovisual sobre reprodução de plantas	- Registro fotográfico das plantas no jardim	Participação na visita e qualidade do registro fotográfico
3ª	Reconhecer aspectos anatômicos das plantas	Anatomia vegetal Estrutura de raízes, caules e folhas Morfologia de órgãos reprodutivos	- Revisão de anatomia vegetal na plataforma Moodle - Atividade prática de desenho com ficha de identificação	- Desenhar plantas nativas do cerrado - Etiqueta de ficha de identificação	Qualidade dos desenhos e etiqueta preenchidas
4ª	Entender a nutrição vegetal	Nutrição vegetal Absorção de Nutrientes Transporte de Nutrientes Inter-relação entre Nutrientes	- Atividades no software <i>Hot Potatoes</i> (preenchimento de lacunas)	- Responder atividades no software	Desempenho nas atividades do software
5ª	Explorar os hormônios vegetais	Hormônios vegetais Regulação do Crescimento e Desenvolvimento Resposta a Estímulos Ambientais Controle de Processos Reprodutivos e Fisiológicos	- Experimentos sobre maturação e fototropismo - Atividade de revisão tradicional	- Participar dos experimentos - Responder à atividade de revisão	Participação nos experimentos e desempenho na revisão
Finalização	Consolidar conhecimentos e visitar herbário	Jogo sobre conteúdo trabalhado, visita do Herbário da UnB na escola e exposição sobre plantas	- Jogo sobre o conteúdo da sequência didática - Visita ao herbário com exposição - Aplicação de questionário para avaliação da compreensão dos alunos após a finalização da sequência didática.	- Participação no jogo - Produção de mini exsiccatas durante a atividade na escola. - Preenchimento do questionário no Google Forms	Participação no jogo e qualidade das mini exsiccatas

Fonte: Autoria própria (2023).

Na primeira etapa desta sequência didática, o enfoque voltou-se para a compreensão da diversidade de plantas e seus grupos. O objetivo principal era proporcionar aos alunos uma introdução aos grupos de plantas, abrangendo briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas, enquanto exploravam o ciclo de vida das plantas, destacando as fases gametófito e esporófito. Cada turma recebeu quatro exemplares de plantas: musgo, uma samambaia, um pinheiro pertencente à família Pinaceae, e uma angiosperma da família Orchidaceae, conforme ilustrado na Figura 3. A apresentação das espécies em sala de aula ocorreu com o uso de recursos visuais, exemplos práticos e suportes didáticos. As plantas permaneceram na sala de aula ao longo de toda a excursão da sequência didática, permitindo que os alunos interagissem com elas, compreendendo suas necessidades básicas e interações. Como atividade de assimilação e retomada, foi proposta uma atividade utilizando o software *Hot Potatoes*, mais especificamente uma palavra cruzada (ver Anexo II), com o objetivo de consolidar termos botânicos, diferenciar briófitas e pteridófitas, e reconhecer tendências evolutivas nos dois grupos. A avaliação foi fundamentada na participação e desempenho dos alunos nessa atividade digital.

Figura 3: Exemplares distribuídos às Turmas - Musgo (A), Samambaia (B), Gimnosperma Cupressaceae (C), e Angiosperma Orchidaceae (D).



Fonte: Autoria própria (2023).

No segundo encontro, o foco direcionou-se para a identificação de adaptações das plantas ao ambiente terrestre, abordando também os mecanismos de reprodução e adaptações à seca. A aula, dialogada e expositiva, contou com o conhecimento prévio dos alunos, centrando-se no Reino Plantae e a classificação. Nessa fase, abordou-se a evolução dos vegetais, com ênfase nas Angiospermas, definindo sua importância e características morfológicas, incluindo a presença marcante de flores e frutos.

Como recurso complementar, utilizou-se o vídeo "Ciclo de Vida das Angiospermas" da Prof. Adaíses Maciel, do departamento de Botânica da Universidade Federal de Minas Gerais (disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=jDx6Z_KBy6w&t=5s), além do vídeo musical "Vai Androceu (Angion)" (<https://www.youtube.com/watch?v=Z094Md4uLTE>, transcrição no Anexo II), que focaliza a estrutura e reprodução das angiospermas, destacando elementos como flor, androceu, gineceu, fecundação, raiz, folha e semente.

Durante a aula, foram utilizados slides com imagens ilustrativas referentes aos temas explanados. Após a exposição audiovisual sobre reprodução de plantas, a etapa foi finalizada com uma visita ao jardim da escola, permitindo aos estudantes a identificação e classificação de plantas, conforme ilustrado na Figura 4. O jardim da escola é um espaço não formal, mas onde podem ocorrer atividades educativas (Jacobucci, 2008). De acordo com Oliveira et al. (2019), a utilização de ambientes não formais de aprendizagem em conjunto com o ensino formal visa a aproximação dos conceitos científicos com a realidade do cotidiano dos alunos. Esses espaços, quando explorados de maneira intencional e planejada pelo professor, possuem o potencial de despertar o interesse e a curiosidade dos alunos, contribuindo positivamente para o processo educacional.

Figura 4: Aula no jardim da escola, onde os alunos estão envolvidos na exploração de conceitos botânicos, como identificação de plantas, como parte integrante do processo educativo.



Fonte: Autoria própria (2023).

Na terceira etapa da sequência didática, a aula teve início com uma Aula Expositiva Dialogada, usando apresentação ricamente ilustrada em PowerPoint. Em seguida, os alunos foram orientados em uma atividade prática de ilustração científica, utilizando a técnica de aquarela (Figura 5), para a representação detalhada de órgãos vegetais. O processo envolveu a utilização de pincéis de diferentes espessuras, paleta de

cores composta por tintas aquareláveis e papel especial para aquarela. Durante esta etapa, os estudantes foram desafiados a ilustrar plantas nativas do Cerrado, registrando suas observações e identificando características específicas. A Figura 5 apresenta um exemplo dessas ilustrações, destacando a riqueza de detalhes alcançada por meio da técnica da aquarela.

Figura 5: Estudante Utilizando Técnica de Aquarela na Ilustração Científica de Plantas Nativas do Cerrado.



Fonte: Autoria própria (2023).

Além disso, cada ilustração foi complementada por uma etiqueta virtual gerada com um QR code (Figura 6), contendo informações sobre a espécie, como nome popular, nome científico, família e adaptações. A avaliação dessas atividades foi fundamentada na qualidade das ilustrações, no preenchimento preciso das etiquetas e na compreensão dos conceitos abordados, promovendo assim uma abordagem visual e prática enriquecedora do conteúdo.

Figura 6: Ilustração Científica de Plantas Nativas do Cerrado com QRCode e Etiqueta de Identificação.



Fonte: Autoria própria (2023).

Posteriormente, a aula culminou com a revisão da anatomia vegetal na plataforma Moodle, na qual o docente apresentou questões de vestibulares, Enem e Programa de Avaliação Seriada (PAS) da Universidade de Brasília – UnB, conforme anexo III, com correção automática e feedback.

Essa abordagem permitiu uma transição fluida entre os métodos expositivos e práticos, proporcionando aos estudantes uma compreensão mais ampla e aprofundada dos aspectos anatômicos das plantas.

A quarta etapa da sequência de ensino foi projetada para desenvolver habilidades e competências em Fisiologia Vegetal, com foco na nutrição das plantas. A aula foi iniciada com duas perguntas-chave: "Quais são os principais macronutrientes necessários para o crescimento saudável das plantas e como cada um deles é absorvido e utilizado pelas plantas?" e "Como a falta de micronutrientes pode afetar o desenvolvimento das plantas e quais são os sintomas visuais que indicam deficiências específicas de micronutrientes em plantas cultivadas?" Após pesquisa realizada com o auxílio de iPads e notebooks, as respostas foram discutidas de forma coletiva entre os colegas. Em seguida, iniciou-se a aula expositiva dialogada, na qual os conceitos foram aprofundados e contextualizados.

Para concluir a aula de forma dinâmica e envolvente, foi proposta uma atividade utilizando o software *Hot Potatoes*, enfatizando o uso das TIC no cotidiano dos estudantes. Como ressalta Araújo (2011), a integração das TIC na educação tem o

potencial de ampliar o acesso, melhorar a qualidade e aumentar o sucesso educacional. A atividade consistiu em um estudo dirigido do tipo “complete as lacunas”, conforme exemplificado no apêndice H, focando no tema da nutrição vegetal. O objetivo da atividade era promover o preenchimento das lacunas, consolidando os conhecimentos adquiridos durante a aula e estimulando a reflexão sobre a importância da nutrição adequada das plantas para o seu crescimento e desenvolvimento saudáveis.

A quinta etapa da sequência didática tem como foco o desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas aos hormônios vegetais. O objetivo é proporcionar aos alunos uma compreensão abrangente dos principais tipos de hormônios vegetais e suas funções regulatórias no crescimento, desenvolvimento e resposta a estímulos ambientais das plantas. Além disso, busca-se promover o reconhecimento da importância desses hormônios na agricultura e na horticultura, destacando como são utilizados na prática agrícola para manipular o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Após uma aula expositiva sobre hormônios vegetais, foram propostos dois experimentos práticos para os alunos. O primeiro, intitulado 'Explorando o Fototropismo: Uma Aula Prática de Observação e Experimentação' (Apêndice I), tem como objetivo investigar o fenômeno do fototropismo em plantas e sua relação com a luz. O segundo experimento, denominado 'Desvendando o Amadurecimento dos Frutos: Uma Investigação da Ação do Etileno' (Apêndice J), busca compreender como o etileno influencia o processo de amadurecimento dos frutos.

A escolha da estratégia de aulas práticas se deve à importância da experimentação e das atividades práticas no processo de ensino e aprendizagem. Como Marandino, Selles e Ferreira (2009) afirmam, as atividades práticas configuram-se como importantes abordagens metodológicas para facilitar e estimular a busca por conhecimento. Tais atividades permitem que os alunos participem ativamente do processo de construção do conhecimento, desenvolvendo um senso investigativo e tornando-se pequenos cientistas. Além disso, possibilitam aprendizagens que a aula teórica, apenas, não proporciona, permitindo aos alunos uma compreensão mais aprofundada dos conceitos estudados.

Cada experimento foi realizado em sala de aula ao longo de um período de 15 dias, permitindo aos alunos acompanhar e registrar todas as observações relevantes, conforme figura 7. Os roteiros completos dos experimentos estão disponíveis nos Anexos VI e VII, respectivamente.

Figura 7: Experimentos práticos realizados em sala de aula. (A) Observação do fototropismo em plantas. (B e C) Investigação da ação do etileno no amadurecimento de bananas.



Fonte: Autoria própria (2023).

O fechamento da etapa ocorreu por meio de uma atividade revisional, apresentada em ficha impressa, composta por 10 itens que abordavam questões de vestibulares, Enem e Programa de Avaliação Seriada (PAS) da Universidade de Brasília (UnB), conforme detalhado no anexo IV. Essa atividade foi conduzida com correção coletiva e permitiu a retirada de dúvidas dos alunos.

A utilização desse recurso de revisão, que contempla uma variedade de questões de exames importantes como vestibulares, Enem e PAS, visa consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo da etapa de ensino. A correção coletiva promoveu a troca de ideias entre os alunos, possibilitando a revisão conjunta dos conceitos abordados e o esclarecimento de eventuais dúvidas que surgiram durante a resolução dos itens.

Além disso, a seleção de questões provenientes de diferentes exames avaliativos contribui para uma preparação abrangente dos estudantes, capacitando-os para enfrentar diferentes tipos de provas e exigências acadêmicas. Isso é especialmente relevante considerando o panorama atual da educação, onde a realização de exames padronizados é uma etapa fundamental para o ingresso no ensino superior.

A inserção dessa atividade revisional no encerramento da etapa didática reforça o compromisso com a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma oportunidade valiosa para revisão e consolidação dos conhecimentos adquiridos. Através dessa prática, os alunos são incentivados a desenvolver habilidades de análise crítica, síntese de informações e resolução de problemas, fundamentais para o sucesso acadêmico e profissional.

A etapa de fechamento teve como objetivo consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo da sequência didática. Os alunos participaram de um jogo interativo sobre habilidades e competências desenvolvidas durante a sequência didática,

proporcionando uma revisão dinâmica e envolvente. Conforme destacado por Brasil (2006), os jogos são uma metodologia capaz de estimular a criatividade, testar os conhecimentos obtidos no ambiente escolar, favorecer a expressão e a comunicação entre os alunos e professores.

A atividade de gamificação consiste em um jogo de tabuleiro intitulado “Aprendendo e Jogando com as Plantas”. O jogo é composto por um tabuleiro retangular contendo 35 casas coloridas. O tabuleiro é impresso em lona fosca, com dimensões de 90x120 cm, conforme ilustrado na Figura 8. As casas do tabuleiro, assim como as cartas, apresentam fotografias de plantas típicas do Cerrado.

Figura 8: Tabuleiro do “Aprendendo e Jogando com as Plantas”.



Fonte: Autoria própria (2023).

O tabuleiro será dividido em quatro subáreas, nas quais a cor da flor está relacionada aos assuntos abordados: 1) flor vermelha - morfologia e taxonomia de briófitas e plantas vasculares sem sementes; 2) flor laranja - anatomia e fisiologia vegetal; 3) flor rosa - morfologia e taxonomia de fanerógamas; 4) flor amarela - reprodução de plantas avasculares e vasculares.

As cartas foram produzidas em folhas de papel cartão branco (11 cm x 7,2 cm), impressas com as perguntas norteadoras. Foram confeccionadas 120 cartas contendo questões objetivas, subjetivas, de verdadeiro ou falso e de múltipla escolha, sendo 30 de cada tipo. Essas cartas foram distribuídas com assuntos das quatro subáreas estruturais para o jogo, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9: Exemplo das cartas utilizadas no jogo 'Aprendendo e Jogando com as Plantas', distribuídas com assuntos das quatro subáreas estruturais.



Fonte: Autoria própria (2023).

A aplicação do jogo foi realizada em 1 hora e 20 minutos. No primeiro momento, a turma foi organizada em 4 grupos e foram apresentadas as regras do jogo, as quais constam no apêndice K. Os estudantes prepararam um peão utilizando sementes de plantas nativas do cerrado, conforme imagem 10.

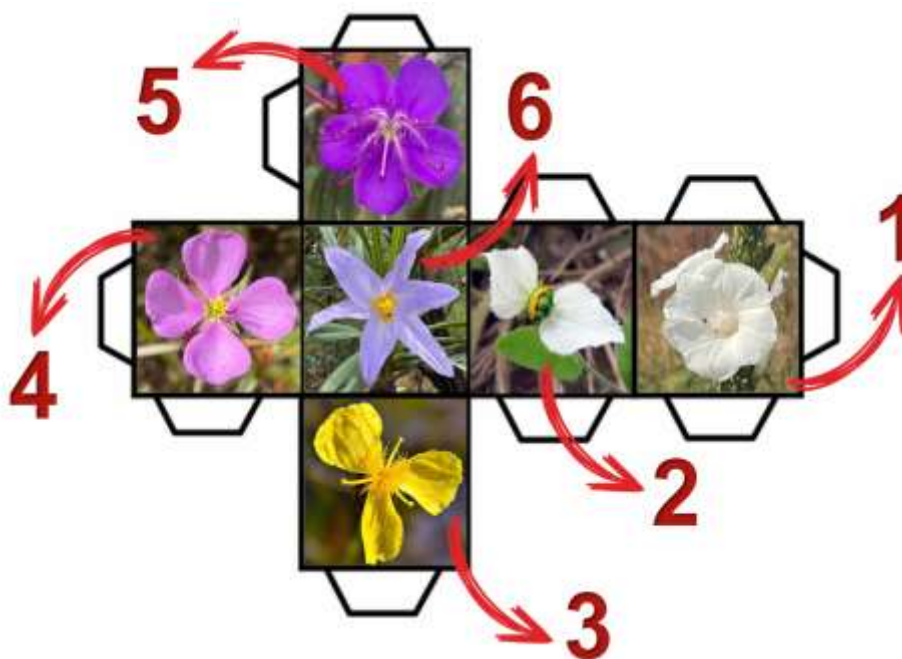
Figura 10: Tabuleiro com peões feitos com Sementes de Plantas Nativas do Cerrado.



Fonte: Autoria própria (2023).

No jogo de tabuleiro, o dado tem a função de determinar o movimento dos jogadores ao longo do tabuleiro. O dado foi elaborado utilizando fotografias de plantas do cerrado, de modo que a quantidade de pétalas em cada fotografia corresponde ao número indicado no dado. Esse número resultante indica quantas casas o jogador pode avançar no jogo, como ilustrado no esquema do dado na Figura 11.

Figura 11: Esquema do dado elaborado com fotografias de plantas do cerrado.



Fonte: Autoria própria (2023).

Durante o jogo, o professor atuou como mediador entre os grupos, determinando as regras do jogo, tirando dúvidas que surgiram e estimulando a cooperação, a discussão e a expressão de diferentes pontos de vista na realização das tarefas entre os membros do grupo (Zanon et al., 2008). Para garantir que toda a turma pudesse acompanhar as perguntas, foi necessário o uso de um projetor de imagens. As perguntas norteadoras e os gabaritos foram apresentados em um arquivo do Microsoft Power Point 2010 para toda a turma, facilitando o acesso às informações, conforme destacado na Figura 12.

Figura 12: Apresentação das Perguntas e Gabaritos em Arquivo do *Microsoft Power Point* 2010 durante o Jogo.



Fonte: Autoria própria (2023).

Os recursos do jogo didático desenvolvido nesta pesquisa estão disponíveis para acesso por meio do seguinte [link](#). Professores interessados em utilizar o jogo, tanto dentro quanto fora da sequência didática proposta, têm a liberdade de adaptá-lo conforme a necessidade de suas turmas e contextos educacionais.

Além disso, os estudantes participaram de uma oficina com o Herbário Itinerante da UnB na escola. A exposição teve como objetivo promover a educação ambiental e a conscientização sobre a importância da biodiversidade vegetal, com foco no Cerrado.

Conforme ressaltado por Fagundes e Gonzalez (2006), as coleções de herbário constituem uma poderosa ferramenta para o conhecimento sistemático e o entendimento das relações evolutivas e fitogeográficas da flora de uma determinada área, região ou continente.

Durante essa visita, os estudantes foram desafiados a produzir mini exsicatas, o que é exemplificado pela Figura 13.

Figura 13: Oficina de Exsicatas realizada durante a visita com o Herbario Itinerante da UnB.



Fonte: Autoria própria (2023).

O fechamento incluiu a aplicação de um questionário via *Google Forms*, Apêndice C, para avaliar a compreensão dos alunos após a conclusão da sequência didática. A aplicação desse questionário teve como objetivo avaliar o progresso dos alunos e verificar o quanto aprenderam ao longo do processo de ensino. Esse procedimento forneceu feedback valioso tanto para os alunos quanto para o professor, permitindo ajustes no processo de ensino-aprendizagem.

Comparar as respostas dos questionários inicial e final ajudou a determinar a eficácia do ensino e identificar áreas que precisavam de mais atenção ou revisão. Isso auxiliou o professor a refinar suas estratégias de ensino para futuras sequências didáticas. Em resumo, a aplicação do questionário no final da sequência didática permitiu avaliar o progresso dos alunos, verificar a eficácia do ensino e fornecer feedback útil para melhorar o processo de ensino-aprendizagem.

Esse método foi concebido para promover uma abordagem participativa e reflexiva, estabelecendo um ambiente propício à compreensão aprofundada dos temas abordados. O diálogo constante com os alunos permitiu o desenvolvimento de um

processo dinâmico de aprendizado, enriquecido pela troca de ideias e construção coletiva do conhecimento.

3. RESULTADOS, DISCUSSÃO E REFLEXÕES ACERCA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE BOTÂNICA

3.1 Avaliação dos conhecimentos prévios e interesse dos estudantes pela Botânica

A partir das respostas obtidas nos 64 questionários respondidos no Questionário Diagnóstico Inicial, destinado a avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre Botânica, foram identificadas lacunas significativas nos conhecimentos botânicos dos discentes. Além disso, 11% dos respondentes alegaram não considerar importante o estudo da Botânica no ensino médio, conforme evidenciado na Figura 14. Os resultados revelaram uma falta de familiaridade com termos e conceitos básicos, indicando a necessidade de intervenção pedagógica para preencher essas lacunas. Tal constatação é corroborada por diversos estudos (Hershey, 2002; Figueiredo, 2009; Coutinho, 2006; Towata et al., 2010).

Figura 14: Opinião dos estudantes sobre a importância de estudar Botânica no ensino médio.



Fonte: Autoria própria (2023).

A análise das respostas também revelou uma dificuldade dos alunos em relacionar imagens de diferentes grupos de plantas com suas respectivas categorias botânicas. No item três do questionário, que solicita a descrição de uma fotografia, todos os estudantes descreveram a presença do tucano, sendo que 12% descreveram como "aves" e outros

citaram o nome "tucano". Apenas 11% dos estudantes citaram o ipê, identificando assim a planta da imagem. Por sua vez, 39% dos estudantes citaram apenas "planta".

A estudante 12 descreveu: *“A imagem retrata um lindo tucano, cuja presença se destaca, ao lado de uma casinha de João de Barro, adicionando um toque encantador à paisagem”*. A mesma conseguiu perceber a presença refere ao ninho construído por essa espécie de pássaro, mas não apresentou descrições botânicas na referida imagem.

No item 10, que solicita a citação de três animais do Cerrado, novamente todos os estudantes apresentaram resposta para a questão, e todos apresentaram pelo menos um animal típico do Bioma Cerrado. Já no item 11, que solicitou três plantas nativas do Cerrado, houve ausência de resposta de 11 estudantes, que alegaram não conhecer nenhuma espécie. Oito estudantes responderam "ipê", enquanto 12 apresentaram espécies que não são do Cerrado. Entre as respostas, sete estudantes citaram a vitória-régia como sendo nativa do Bioma.

Isso evidencia uma lacuna no ensino dos conceitos fundamentais de Botânica durante o ensino fundamental, conforme discutido por Ursi et al. (2018). A falta de compreensão desses conceitos pode dificultar o aprendizado subsequente e contribuir para a perpetuação da aversão à Botânica entre os estudantes. Um outro item que merece atenção no questionário é o 8, que apresenta quatro imagens: uma samambaia, uma vitória-régia, uma araucária e um musgo, e solicita a identificação do grupo das plantas. Apenas um estudante conseguiu relacionar as imagens ao devido grupo, enquanto oito estudantes apresentaram os nomes dos 4 grupos, porém não estavam relacionados à espécie correta, cerca de 42% não soube ou não fez menção a nenhuma informação sobre os grupos vegetais. Outro fator que pode contribuir para essa grande aversão, além de uma formação deficiente do aluno durante o ensino fundamental, é o desinteresse dos professores em ensinar Botânica. Instala-se, assim, um ciclo de desvalorização, que precisa ser quebrado.

No que se debruça sobre as definições individuais das plantas, foram obtidas respostas dos mais variados tipos. Dentre elas, 61,5% apresentam uma percepção utilitarista das plantas, considerando-as como servidores dos animais na cadeia alimentar, produtoras de oxigênio e contribuintes para a vida de todos os seres vivos. Esses posicionamentos são observados nas falas a seguir.

(...) *“plantas são essenciais para a vida na Terra. Elas produzem alimentos, regulam o CO₂ e servem como lar para animais. Sua importância é inquestionável.”*(Estudante 22);

(...) “plantas são muito importantes para os seres vivos, pois são produtoras de energia na cadeia alimentar, produzem oxigênio e são responsáveis pela produção de alimentos para animais, incluindo os humanos.” (Estudante 57);

(...) “as plantas realizam a fotossíntese, um processo no qual utilizam a luz do sol para produzir alimentos e liberar oxigênio para a atmosfera. Isso é fundamental, pois o oxigênio é essencial para a respiração dos seres humanos.” (Estudante 62).

Encontramos uma compreensão abrangente das plantas ao observarmos seu papel nas cadeias e teias alimentares, nos ciclos biogeoquímicos e nas relações ecológicas, destacando sua importância para o ecossistema. Conforme expresso nas citações a seguir: “(...) é um ser vivo fundamental no ciclo do nitrogênio(...)”, “(...) participa do ciclo da água(...)”, “serve de moradia para insetos e aves.” e ainda “(...) purifica o ar (...), (...) serve de filtro para as trocas gasosas (...), (...) responsáveis pela umidificação do ar e da troca(...)”. Uma parte significativa das respostas também enfatiza o papel das plantas na purificação do ar, através da produção de oxigênio, refletindo uma crença generalizada destacada nos estudos conduzidos por Kawasaki e Bizzo (2000). É importante ressaltar, no entanto, que embora as plantas contribuam para a produção de oxigênio, o maior volume da renovação deste gás na atmosfera advém das algas. Nos estudos mencionados, os alunos também erroneamente atribuíram exclusivamente às plantas o papel de fornecer oxigênio para nossa respiração, quando na verdade as algas desempenham um papel crucial nesse processo.

A falta de reconhecimento dos vegetais em áreas como alimentação, cosméticos, essências em perfumes, combustíveis, medicamentos e outras, claramente evidencia a existência da impercepção botânica (Ursi, Freitas & Vasques, 2021).

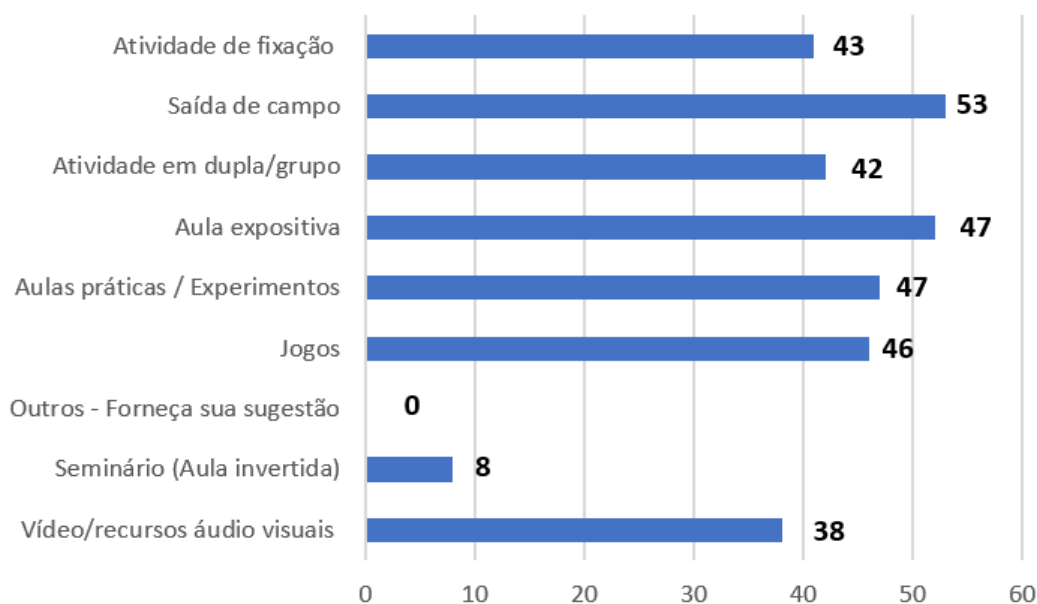
Além dos aspectos destacados anteriormente, foi identificado um conjunto de equívocos nas respostas dos estudantes, refletindo erros conceituais e interpretações equivocadas. De acordo com as citações a seguir: “(...) as flores são muito importantes, pois produzem pólen que os pássaros buscam;” “(...) flores são mais importantes porque são produtoras de energia, oxigênio e alimento;” “(...) as plantas servem como alimento primário para todos os seres vivos, pois fazem fotossíntese;” “(...) plantas são consumidoras primárias;” “(...) os animais são mais importantes que as plantas em um ecossistema.” Esses equívocos podem ter sido influenciados pelo processo de ensino-aprendizagem anterior, como discutido por Hershey (1996), que ressalta que o ensino sobre as plantas muitas vezes é permeado por erros transmitidos por professores pouco treinados. Além disso, a abordagem superficial e focada na memorização de conceitos

pode diminuir o interesse dos alunos por essa área, em comparação com outras áreas da Biologia, como zoologia e fisiologia humana.

No item 14, os estudantes foram solicitados a indicar qual ou quais metodologias eles acreditavam que poderiam ser utilizadas para alcançar uma aprendizagem significativa em Botânica. Nesse item, foi possível marcar mais de uma alternativa, e também foi oferecida a opção "outros", para que os estudantes pudessem indicar sugestões adicionais.

O motivo da sondagem tanto de conhecimentos prévios como de interesse pela área e metodologias corrobora os estudos de Paiva e Martins (2005), que destacam que a sondagem do início da abordagem de um conteúdo facilita o trabalho do professor no desenvolvimento das atividades, tornando os temas das aulas mais adequados às características e demandas dos alunos. A Figura 15 apresenta as respostas dos estudantes sobre as metodologias.

Figura 15: Respostas dos estudantes sobre as metodologias para alcançar uma aprendizagem significativa em Botânica.



Fonte: Autoria própria (2023).

Como educadora, estou ciente dos desafios enfrentados pelos professores em suas práticas, exigindo uma dedicação considerável fora do horário de aula para garantir que o trabalho chegue aos estudantes, e assim desenvolver um processo de ensino-aprendizagem mais significativo e motivador.

Durante a implementação da sequência didática, os estudantes foram expostos a uma variedade de atividades e recursos didáticos, incluindo o uso TIC. Essas ferramentas desempenharam um papel crucial no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma abordagem interativa e acessível para explorar os conceitos botânicos. A mediação da professora foi essencial para orientar os alunos e garantir que as atividades fossem adaptadas às suas necessidades e interesses.

Ao final da sequência didática, um novo Questionário Diagnóstico foi aplicado para avaliar o aprendizado dos estudantes após a intervenção pedagógica. Os resultados desse questionário serão discutidos em detalhes na próxima seção, fornecendo *insights* adicionais sobre a eficácia da sequência didática em promover o aprendizado em Botânica e abordando possíveis áreas de melhoria para futuras intervenções educacionais.

3.2 Explorando a Eficácia da Sequência Didática no Ensino de Botânica: Estratégias e Impacto no Desenvolvimento do Conhecimento dos Estudantes

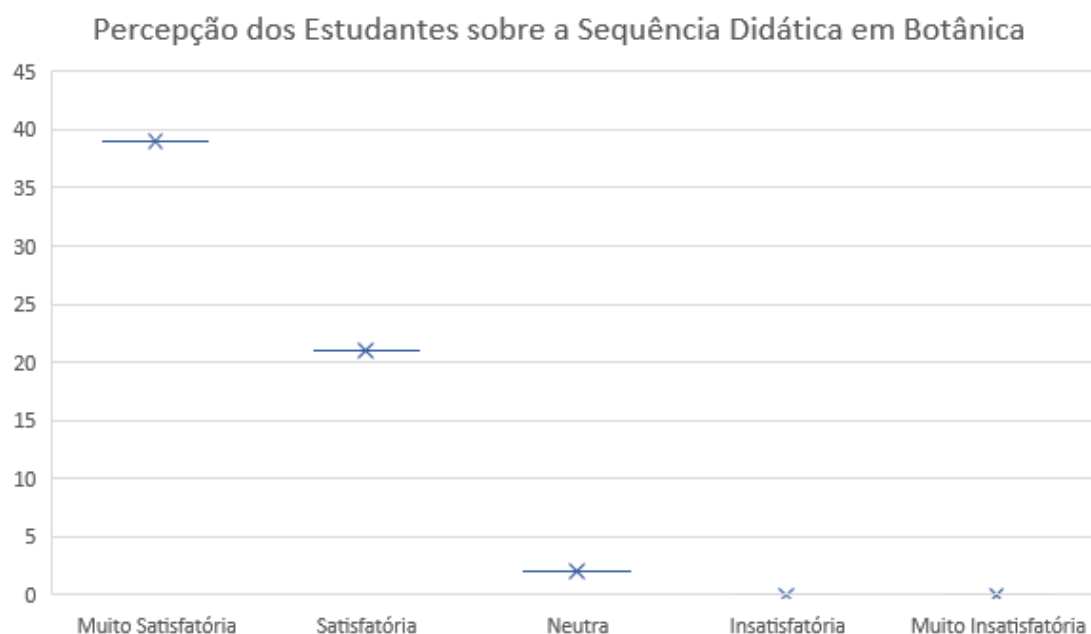
A sequência didática elaborada neste estudo visa mitigar a impercepção botânica e o desinteresse pela área, bem como desmistificar o ensino de Botânica, frequentemente temida pelos alunos, buscando demonstrar que seu estudo pode ser gratificante. Diante da aversão a esta área, que muitas vezes decorre da falta de conhecimento, é imperativo adotar novas práticas pedagógicas, conforme sugerido por Salatino e Buckeridge (2016) e Neves et al. (2019), para capacitar os professores e atrair os estudantes. Conforme destacado por Oliveira et al. (2012), Katon et al. (2013), Arrais et al. (2014), Barros e Lemos (2016), Carvalho (2017) e vários outros autores, a integração da Botânica ao cotidiano é essencial para despertar o interesse dos alunos e promover sua formação cidadã.

A investigação conduzida sobre a implementação da sequência didática para o ensino de Botânica por meio de tecnologia revelou descobertas significativas, gerando diálogos cruciais. Este segmento discute uma análise dos resultados e suas implicações.

Após a conclusão da sequência didática, foi realizado um Questionário Diagnóstico Final para avaliar o aprendizado e a satisfação dos estudantes em relação à experiência. Os resultados revelaram uma ampla aceitação por parte dos alunos, com 98% expressando aprovação da sequência didática. Dentre os participantes, 39 estudantes indicaram estar "Muito Satisfatórios" e 21 classificaram-na como "Satisfatória", conforme apresentado na Figura 16. Esses resultados são consistentes com as conclusões

de autores como Araújo (2011), Melo et al. (2012), Corrêa et al. (2016) e Monteiro (2019), que destacam a importância da implementação de práticas pedagógicas inovadoras para estimular o interesse dos alunos pela Botânica. A análise dos dados do questionário também evidenciou que o diferencial das atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática, baseadas em metodologias investigativas e com ênfase no protagonismo dos estudantes, despertou significativamente o interesse dos alunos em relação ao tema.

Figura 16: Avaliação da sequência didática no ensino de Botânica pelos estudantes.



Fonte: Autoria própria (2023).

A sequência didática revelou-se como uma estratégia educacional eficaz para promover o envolvimento e despertar o interesse dos estudantes pela Botânica. Observou-se que não houve relato de diminuição significativa do interesse na disciplina por parte dos estudantes, mesmo após seis encontros e a abordagem exclusiva de conteúdos relacionados à mesma. Pelo contrário, 56 dos participantes afirmaram que houve um aumento significativo ou moderado no interesse (Figura 17). Esses resultados corroboram as conclusões de autores como Oliveira et al. (2012), Katon et al. (2013), Arrais et al. (2014), Barros e Lemos (2016), Carvalho (2017) e outros, os quais ressaltam a importância de integrar a Botânica ao cotidiano dos alunos como uma estratégia

fundamental para despertar o interesse e promover a formação cidadã. Esses posicionamentos são exemplificados nas declarações dos estudantes a seguir:

(...) “*embora não tenha sido minha matéria preferida em biologia por ser bastante detalhada e técnica, achei muito legais todas as aulas, práticas e atividades. Essas experiências me fizeram enxergar que a Botânica pode ser interessante e consegui superar minha falta de interesse inicial.*”(Estudante 05);

(...) “*amei muito as experiências e agradeço por tornar tudo mais interessante e tranquilo. No geral, o processo me ajudou a encontrar sentido e significado no conteúdo ensinado em sala de aula.*”(Estudante 37);

(...) “*foi um estudo muito interessante e divertido. As saídas de sala para estudar plantas reais foram, sem dúvida, o ponto alto que mais me marcou e estimulou minha curiosidade sobre o assunto. Desejo que todos possam ter essas experiências enriquecedoras.*”(Estudante 42);

(...) “*amei muito as experiências e agradeço por tornar tudo mais interessante e tranquilo. No geral, o processo me ajudou a encontrar sentido e significado no conteúdo ensinado em sala de aula.*”(Estudante 37);

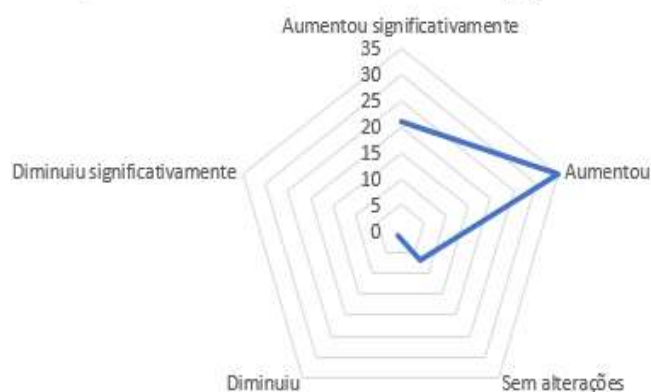
(...) “*foi muito interessante aprender sobre Botânica, e confesso que não esperava achar o assunto tão fascinante. Nunca imaginei que uma experiência realizada em sala de aula poderia se tornar tão relevante, até me deparar com uma questão sobre o amadurecimento de abacates no ENEM. Naquele momento, automaticamente lembrei da experiência com bananas feita em sala de aula, que foi fundamental para que eu pudesse acertar o item na avaliação do ENEM.*”(Estudante 58);

(...) “*estudos de Botânica me fizeram descobrir uma área de estudo magnífica, cada conhecimento adquirido foi satisfatório e comecei a notar bem mais coisas que fazem parte da minha vivência.*”(Estudante 59);

(...) “*essa experiência pude aprender mais sobre essa área, da qual gostei bastante, com tudo que aprendi pude ensinar para as pessoas próximas de mim algumas coisas e ainda entender mais sobre toda a vegetação que vejo todo os dias, mas que nunca tinha parado para ver o quão complexas e detalhadas são.*” (Estudante 61).

Figura 17: Percepção dos Estudantes sobre a Sequência Didática em Botânica.

Influência da Sequência Didática no Interesse e Engajamento no Estudo de Botânica



Fonte: Autoria própria (2023).

A eficácia da sequência didática fica evidente ao analisar as respostas dos estudantes, que demonstram a capacidade de relacionar positivamente os conhecimentos adquiridos em sala de aula com suas atividades cotidianas. Conforme Ausubel (2003) destaca, a aprendizagem se torna significativa quando novas informações são ancoradas em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do aprendiz, com clareza, estabilidade e diferenciação. Portanto, fica claro que a sequência didática foi eficiente, pois proporcionou aos alunos uma aprendizagem significativa, que transcende o ambiente escolar e contribui para o seu desenvolvimento pessoal e profissional.

Além disso, é importante ressaltar que o sucesso alcançado no ensino de Botânica não foi apenas resultado da eficácia da sequência didática, mas também das estratégias metodológicas adotadas ao longo do processo. Ao proporcionar experiências práticas, como saídas de campo e atividades dinâmicas em sala de aula, os alunos puderam relacionar os conhecimentos teóricos com situações do mundo real, conforme destacado por Ausubel (2003). Essa abordagem metodológica, centrada no aluno e em sua interação com o ambiente, foi fundamental para promover uma aprendizagem significativa e duradoura.

A inserção das TIC desempenhou um papel fundamental na promoção da aprendizagem significativa entre os alunos, especialmente considerando a atual geração tecnológica. Através da integração de recursos digitais, como jogos educativos, aulas interativas e questionários online, foi possível engajar os estudantes de forma mais eficaz. Essa abordagem alinha-se com as ideias de Bévort & Belloni (2009), que enfatiza que o uso das mídias e TIC na educação vai além de meras práticas instrumentais. Essas

ferramentas permitem uma aprendizagem mais dinâmica e contextualizada, que atende às necessidades e expectativas dos alunos na era digital.

A análise dos dados revelou que, para alcançar uma aprendizagem significativa em Botânica, os estudantes destacaram a importância de diferentes metodologias. A saída de campo foi mencionada por 53 alunos, seguida de perto pela aula expositiva, citada por 52 estudantes, e aulas práticas e experimentos, mencionados por 47. Após a realização das atividades, os alunos apontaram as metodologias ou recursos didáticos que julgaram mais interessantes, sendo o jogo didático o mais popular, representando impressionantes 93% das preferências. Outras atividades, como a produção de aquarelas, o Herbário Itinerante e palavras cruzadas, também receberam destaque, sendo citadas por 42% dos estudantes. Por outro lado, atividades de revisão tradicional (ficha impressa) foram mencionadas por 30% dos alunos, seguidas pelo Texto de Lacunas, que foi citado por apenas 3 alunos. Esses dados destacam a diversidade de abordagens metodológicas valorizadas pelos estudantes, evidenciando a importância de oferecer uma variedade de estratégias para promover uma aprendizagem significativa em Botânica.

Após a análise dos dados revelados, é importante ressaltar que, apesar do reconhecimento da importância da metodologia de sala de aula invertida, esta não foi utilizada na sequência didática em questão. A abordagem da sala de aula invertida é reconhecida por sua capacidade de transformar o ambiente de aprendizagem em um espaço ativo, caracterizado por perguntas, discussões e atividades práticas (Palha, 2012). No entanto, observou-se que apenas uma pequena parcela dos estudantes, representando 12,5%, demonstrou interesse nessa metodologia, o que influenciou sua não adoção no contexto da presente pesquisa.

Diante desse cenário, é relevante detalhar as metodologias que foram efetivamente utilizadas na sequência didática para o ensino de Botânica. As estratégias adotadas foram diversas e abrangentes, buscando atender às necessidades e interesses dos estudantes. Dentre as metodologias destacadas, merecem menção:

3.3 Jogo Didático 'Aprendendo e Jogando com as Plantas': O Favorito dos Estudantes na Aprendizagem Botânica

O jogo didático "Aprendendo e Jogando com as Plantas" foi uma estratégia pedagógica empregada com sucesso para potencializar o processo de ensino-aprendizagem em Botânica. Um total de 60 estudantes participaram dessa atividade,

distribuídos entre duas turmas, sendo 32 na turma A e 28 na turma B. Os alunos foram divididos em quatro grupos na turma A, com oito estudantes em cada, e sete grupos na turma B.

Para facilitar a compreensão e a visualização do jogo, optou-se por produzir o manual e as regras em apresentação de PowerPoint. O tabuleiro, impresso em lona por sua durabilidade, foi posicionado no centro da sala para permitir que todos os estudantes o visualizassem facilmente. Durante a apresentação das regras e dos componentes do jogo, os objetivos da atividade foram claramente estabelecidos. Foi enfatizado aos alunos que dúvidas relacionadas às questões poderiam ser discutidas em grupo.

Apesar do caráter competitivo do jogo, os estudantes demonstraram atenção às explicações, mesmo quando uma equipe já havia respondido satisfatoriamente à pergunta. Observou-se uma comunicação ativa entre os alunos, discutindo alternativas e chegando a respostas corretas. No entanto, como destacado por Fadel et al. (2014), embora a competição seja essencial para a gamificação do ensino, um excesso dela pode prejudicar a cooperação mútua, prejudicando a construção coletiva do conhecimento.

Durante a atividade, os estudantes demonstraram entusiasmo ao acertarem as questões e questionavam-se mutuamente ao errarem, buscando compreender os conceitos botânicos envolvidos. Nesses momentos, ocorreram revisões dos conceitos, o que contribuiu para uma melhor compreensão por parte dos alunos.

Ao serem questionados sobre a atividade, a maioria dos alunos que se manifestou concordou que se divertiram e que a aula foi proveitosa, destacando a leveza e a falta de sobrecarga de conteúdos.

A alta preferência pelo jogo didático "Aprendendo e Jogando com as Plantas" (93%) ressalta sua eficácia em engajar os alunos de maneira lúdica e interativa, proporcionando uma abordagem dinâmica para a assimilação de conteúdos botânicos. Esse achado está alinhado com as observações de Garcez e Soares (2017), os quais destacam o papel crucial do caráter lúdico na motivação dos alunos em sua busca pelo conhecimento. Além disso, evidencia-se a contribuição desse método para o protagonismo do estudante, conforme ressaltado por Costa, Duarte e Gama (2019), incentivando-os a desempenhar um papel mais ativo na construção do saber botânico. Esses resultados reforçam a importância de estratégias variadas em sala de aula para o desenvolvimento de habilidades diversas, considerando a heterogeneidade dos estudantes (Sant'Anna, 2017).

3.4 Aprendendo na Natureza: Explorando a Botânica com Protagonismo Ativo no Jardim

A integração das aulas de Botânica com o ambiente natural proporcionou uma experiência enriquecedora e significativa para os estudantes. Ao explorarem jardins botânicos e espaços verdes, os alunos puderam vivenciar a Botânica de forma sensorial e contextualizada, o que contribuiu significativamente para o processo de instrução e formação.

Durante as atividades no jardim, os estudantes foram incentivados a observar as plantas mais atentamente, compreendendo melhor sua importância e tornando o aprendizado sobre elas mais interessante e fácil. Como expresso por um dos alunos, a experiência no jardim *"aumentou seu conhecimento acerca da flora"* e o incentivou a querer aprender mais sobre Botânica. Outro estudante ressaltou como as aulas no jardim os encorajaram a observar as plantas mais atentamente, percebendo sua relevância em diversos aspectos da vida: *"incentivando a gente a olhar bem para elas, e mostrando como elas são importantes para tudo. Aí, aprender sobre plantas fica mais fácil e interessante."*

Além disso, vários alunos mencionaram como as atividades no jardim os ajudaram a identificar diferentes grupos de plantas, bem como tipos de raízes e folhas. Um aluno compartilhou: *"descobri no jardim que gosto bastante de Botânica e agora posso diferenciar os grupos de plantas ou identificar tipos de raízes e folhas, por exemplo."*

Outro estudante expressou seu entusiasmo em relação às aulas no jardim, destacando que *"gostei muito da aula no jardim, achei divertido e interessante, me ajudou a entender melhor a classificação das plantas e adaptações."* Essas experiências positivas ressaltam a eficácia das atividades no ambiente externo em promover um aprendizado envolvente e significativo, que vai além das paredes da sala de aula.

Esses testemunhos dos alunos corroboram a ideia de que as aulas no ambiente natural promovem uma aprendizagem mais significativa e engajada. Conforme destacado por Souza (2014), a realização de estudos do meio fora das salas de aula é motivadora para os alunos, pois proporciona uma mudança no ambiente de instrução. Além disso, as saídas de campo não precisam ser necessariamente em locais distantes; o próprio jardim da escola ou espaços verdes próximos podem servir como ambientes de instrução ricos e estimulantes.

As aulas de campo, como mencionado por Del Carmén & Predinaci (1997), possibilitam uma compreensão mais profunda do meio ambiente pelos alunos, permitindo-lhes explorar sua diversidade e complexidade. Além disso, estimulam uma postura investigativa e colaborativa, como destacado por Compiani & Carneiro (1993), contribuindo para o desenvolvimento de habilidades essenciais para a investigação científica.

Portanto, a integração das aulas de Botânica com o ambiente natural não só enriquece o processo de instrução e formação, mas também promove o desenvolvimento de habilidades cognitivas e atitudinais importantes para os estudantes. Essa abordagem oferece uma oportunidade única para explorar a Botânica de forma mais holística e envolvente, incentivando um maior interesse e apreciação pela biodiversidade vegetal.

3.5 Explorando a Botânica na Prática: Experimentos e Atividades em Sala de Aula

Durante a implementação da sequência didática em Botânica, foram realizados dois experimentos práticos para complementar o ensino teórico. O primeiro experimento consistiu na observação do fototropismo em plantas, visando compreender como as plantas respondem à luz em seu ambiente. O segundo experimento teve como objetivo investigar a ação do etileno no amadurecimento de bananas, explorando os processos fisiológicos das plantas.

Durante esses experimentos, os estudantes puderam vivenciar na prática os conceitos discutidos em sala de aula. Como mencionado por Sato e Junior (2006), a experimentação é essencial para o desenvolvimento dos alunos, contribuindo significativamente para sua aquisição de conhecimento. A abordagem prática adotada despertou grande entusiasmo entre os alunos, proporcionando uma experiência dinâmica e interativa de aprendizagem.

Neste contexto, as atividades práticas revelaram-se cruciais para consolidar o aprendizado teórico, permitindo que os alunos aplicassem na prática os conceitos abordados em sala de aula. Conforme destacado por Lima e Garcia (2011), as aulas práticas são uma ferramenta eficaz para desenvolver habilidades que contribuem para a construção de uma alfabetização científica sólida.

É importante ressaltar que as atividades práticas não se limitaram apenas aos experimentos em laboratório. De acordo com Andrade e Massabni (2011), as práticas em Botânica incluem uma variedade de atividades, como montagem de terrários, observação

do crescimento vegetal, dissecação de flores e acompanhamento do ciclo de vida das plantas. Essa diversidade de abordagens práticas possibilita uma compreensão mais ampla e aprofundada dos conceitos botânicos.

Além disso, as atividades práticas também desempenham um papel fundamental na preparação dos alunos para avaliações externas, como o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Dos 64 estudantes que participaram da sequência didática, 41 realizaram o Enem em 2023. A participação no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) é uma das formas de ingresso às instituições públicas e privadas de ensino. Criado em 1998 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), o Enem tem o objetivo de avaliar a Educação Básica, embora não esteja diretamente ligado à avaliação da educação superior. No entanto, sua relevância no ensino superior é significativa, pois muitas instituições utilizam o desempenho dos candidatos no Enem como critério de seleção, substituindo, em muitos casos, o tradicional vestibular (BRASIL, 2016d).

É importante mencionar que os estudantes do Ensino Médio também podem participar do Enem como "treineiros". Segundo as regras estabelecidas pelo edital do Enem, um participante é considerado "treineiro" se, concomitantemente, for menor de 18 anos e concluirá o Ensino Médio após o ano letivo em questão. Essa modalidade permite que os estudantes se familiarizem com o exame e se preparem para futuras edições, sem que o resultado obtido afete sua possibilidade de ingresso na Educação Superior (BRASIL, 2016d).

Na avaliação de 2023, foi cobrada uma questão sobre hormônios vegetais, especificamente sobre o amadurecimento de frutos, como exemplificado na Figura 18. A questão apresentou uma situação hipotética semelhante ao experimento de amadurecimento de bananas realizado em sala de aula. O fato de 91% dos estudantes terem acertado o item 97 do Enem demonstra a eficácia das atividades práticas na consolidação do aprendizado, como afirmado por Schnetzler e Aragão (2000).

Figura 18: Questão 97 - Caderno Azul - Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

QUESTÃO 97

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

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

Fonte: Inep (2023).

Dessa forma, as atividades práticas tornam-se muito significativas para que o ensino não se paute na memorização de designações, conceitos e na reprodução de princípios e procedimentos (Schnetzler & Aragão, 2000).

No ensino de Botânica, torna-se claro que as atividades práticas desempenham um papel fundamental. Conforme destacado por Krasilchik (2008), a compreensão dos conteúdos botânicos requer experiências práticas que permitam aos alunos conectar os conhecimentos teóricos com a realidade vivenciada. Nesse sentido, Silva e Ghilardi-Lopes (2014) ressaltam a importância do contato direto com uma variedade de espécies vegetais, proporcionando aos estudantes a oportunidade de observar e compreender os diferentes componentes dos sistemas naturais. Dessa forma, as atividades práticas não apenas enriquecem o aprendizado, mas também promovem uma compreensão mais profunda e significativa da diversidade da vida vegetal. Essa abordagem, que privilegia a vivência e a observação em ambientes reais, é essencial para despertar o interesse dos alunos e estimular seu engajamento no processo de ensino-aprendizagem em Botânica.

3.6 Aulas Expositivas na Sequência Didática do Ensino de Botânica

A etapa das aulas expositivas na sequência didática do ensino de Botânica foi fundamental para proporcionar aos estudantes uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos abordados. De acordo com De Nez e Santos (2017), as aulas expositivas visam

expor tópicos específicos a um grupo de estudantes, no caso, os conteúdos relacionados ao reino Plantae foram abordados.

Visando tornar os conteúdos mais significativos, foram selecionados temas que abrangem desde as características básicas até a evolução dos quatro grupos vegetais, além de aspectos ecológicos, anatômicos e relativos aos hormônios vegetais. Para a condução das aulas teóricas, foram utilizados recursos visuais, como slides contendo esquemas, cladogramas e registros fotográficos de representantes dos grupos de plantas. Destaca-se que foram priorizadas plantas do bioma Cerrado, o que possibilitou aos estudantes uma conexão mais próxima com o ambiente local, em consonância com o que é defendido por Dias (1992).

A metodologia expositiva foi escolhida considerando o interesse de 52 estudantes por essa abordagem. Paizin Filho (2007) destaca que as aulas expositivas são comuns e desempenham um papel importante na transmissão de novos conhecimentos e conceitos. A exposição teórica em sala de aula é frequentemente utilizada (Paizin Filho, 2007; Ribeiro, 2007).

Ao término da sequência didática, os estudantes expressaram que as aulas expositivas foram fundamentais para a compreensão dos conceitos, ampliação do repertório sobre plantas, esclarecimento de dúvidas e para a elaboração de registros e esquemas em seus cadernos. Além disso, destacaram a importância do material digital (slides) como recurso para revisão e estudos futuros.

Apesar de ser uma modalidade de ensino muitas vezes questionada, Krasilchik (2019) ressalta a relevância das aulas expositivas. A autora enfatiza que capturar a atenção dos alunos vai além de simplesmente transmitir informações, envolvendo também estímulos sensoriais e intelectuais, discussões e uso de material audiovisual.

3.7 Tecnologias Educacionais: Explorando Questionários Online e Atividades Tradicionais

O uso de tecnologias educacionais, como questionários online, desempenhou um papel significativo durante a sequência didática em Botânica. Bévort & Belloni (2009) destaca que a integração das tecnologias de informação e comunicação nos processos educacionais vai além das práticas puramente instrumentais, permitindo uma abordagem mais ampla e contextualizada.

Além disso, foram inseridas resoluções de questões de exames externos, como vestibulares, ENEM e PAS, durante a sequência didática. Essa abordagem se aproxima do conceito de *retrieval practice*, ou prática de recuperação, conforme destacado por Kliegl (2021). Tal método visa revisitar conhecimentos já estudados, contribuindo para consolidar o aprendizado e melhorar a retenção de informações a longo prazo. O autor também ressalta o fenômeno conhecido como *forward testing effect* (FTE, efeito de recuperação em testes), evidenciando que a prática de recuperação de conhecimentos anteriores pode facilitar o estudo e a memorização de novos conteúdos.

Adicionalmente, estudos como o de Vannestea (2019) demonstram que a utilização de exercícios promove o engajamento dos estudantes, sendo benéficos para o aprendizado e a fixação de novos conteúdos. Essas atividades proporcionaram uma abordagem dinâmica e participativa, contribuindo para um processo de ensino-aprendizagem mais eficaz e envolvente durante a sequência didática em Botânica.

Durante a realização das atividades propostas, os estudantes expressaram uma clara preferência pela opção online, utilizando formulários digitais, em comparação com métodos tradicionais. A versão online proporcionou vantagens significativas, como a correção automática das respostas, acompanhada de percentuais de acertos e erros. Além disso, os alunos receberam feedback imediato sobre as respostas corretas, o que contribuiu para uma compreensão mais precisa dos conteúdos abordados. Essa abordagem online demonstrou ser mais eficiente e atrativa para os estudantes, incentivando sua participação e engajamento durante o processo de aprendizagem.

3.8 Herbário Itinerante: Produção de Exsicatas e Conservação da Flora do Cerrado

Durante esta fase da sequência didática, os estudantes participaram de uma oficina com o Herbário Itinerante da Universidade de Brasília (UnB), conforme ilustrado na figura 19. Este Herbário tem como principal objetivo a documentação da flora brasileira, especialmente a do Cerrado, através da coleta, identificação, preservação e disponibilização de espécimes botânicos para pesquisa, ensino e extensão. Além de ser uma coleção científica de referência, permitindo o estudo da diversidade de plantas, sua distribuição geográfica e ecologia, o Herbário Itinerante também promove educação e conscientização ambiental, destacando a importância da conservação da biodiversidade e do meio ambiente, especialmente em relação ao bioma do Cerrado, que está entre os mais ameaçados do Brasil devido à expansão agrícola e urbanização.

Figura 19: Estudantes participando de uma oficina com o Herbário Itinerante da UnB, como parte da sequência didática.



Fonte: Autoria própria (2023).

A UnB disponibiliza o Herbário Itinerante gratuitamente em escolas, com o objetivo de despertar o interesse dos alunos pela Botânica e pelo bioma Cerrado. Através dessa iniciativa, os alunos têm a oportunidade de conhecer de perto a diversidade da flora brasileira, aprendendo sobre a importância da conservação ambiental e preservação da biodiversidade. Ao levar o Herbário Itinerante para as escolas, a UnB não apenas amplia o acesso ao conhecimento científico, mas também estimula o desenvolvimento de uma consciência ambiental mais ampla e engajada, promovendo a valorização e proteção do patrimônio natural do país.

Além de promover o interesse pela Botânica e pelo Cerrado, os estudantes também têm a oportunidade de participar ativamente do processo de documentação Botânica ao fazerem exsicatas durante as atividades do Herbário Itinerante. Essa prática permite que os alunos colem, preparem e preservem espécimes botânicos, contribuindo diretamente para a ampliação do acervo do herbário e para o avanço do conhecimento científico sobre a flora do Cerrado. Ao se envolverem nesse trabalho prático, os estudantes fortalecem sua compreensão sobre a importância da biodiversidade e desenvolvem habilidades de observação, análise e trabalho em equipe, enriquecendo sua experiência educacional de forma significativa.

Por meio de suas atividades de pesquisa, educação e extensão, o Herbário contribui para o conhecimento científico, formação de estudantes e conscientização da sociedade sobre a importância da conservação da biodiversidade.

Neste contexto, o Herbário constitui uma fonte importante de ensino, extensão e pesquisa. Além de compor uma coleção de plantas desidratadas por técnicas específicas de herborização, fornece informações relevantes descritas nas fichas das exsicatas. Segundo Fagundes (2009), o Herbário é um recurso que permite ao professor fazer adaptações necessárias para atender às particularidades ou necessidades locais. É um excelente instrumento de ensino, pois colabora para o conhecimento de técnicas de coleta, montagem de exsicatas, sistemática, estudos morfológicos e taxonômicos, além da elaboração de chaves interativas para identificação de grupos botânicos. Ele permite que alunos do Ensino Fundamental, Médio e Graduação conheçam seu funcionamento, coleção, metodologia de manutenção e conservação dos espécimes depositados, destacando a importância das coleções científicas. As atividades práticas são importantes, pois propiciam o reconhecimento da flora de uma região e do bioma característico, permitindo aos alunos participarem das coletas de materiais botânicos, terem contato direto com o ambiente e interajam em situações reais, confrontando a prática e a teoria, estimulando a curiosidade e aumentando o conhecimento científico, compreendendo e fixando caracteres importantes dos grupos vegetais.

Durante a análise dos resultados, constatou-se que 42% dos alunos consideraram a metodologia utilizada como muito boa para aprender sobre as plantas. No entanto, ao serem indagados sobre o uso de exsicatas em sala de aula para a fixação do conteúdo e facilitação da aprendizagem sobre plantas, observou-se que 48,5% dos alunos avaliaram o uso desse material como excelente, 32,5% como ótimo e 19% como bom. Esses dados indicam que os alunos demonstraram apreciação por uma abordagem mais dinâmica e prazerosa no processo de aprendizagem. Nesse contexto, Silva (2008) comenta que a utilização de diferentes procedimentos de ensino pode fomentar uma atitude reflexiva por parte do aluno, oferecendo-lhe oportunidades de participação nas quais ele vivencie uma variedade de experiências e seja solicitado a tomar decisões, fazer julgamentos e chegar a conclusões. No que se refere ao estudo da Botânica, a existência de alunos com dificuldade de desenvolver e até mesmo aprender pode estar relacionada à forma de transmissão deste conhecimento aos discentes, que na maioria das vezes é simplesmente descritiva, causando aversão e desinteresse ao conteúdo.

A perspectiva apresentada por Machado-Júnior et al. (2010) reforça um dos principais objetivos deste estudo, que visa facilitar a aprendizagem sobre Botânica e envolver os alunos em atividades distintas que extrapolam o ambiente tradicional da sala de aula. Essa abordagem demonstra aos estudantes a possibilidade de aprender de maneira

mais tangível, dinâmica e prazerosa, integrando-se às experiências do seu dia a dia e ao contexto ambiental em que estão inseridos. Nesse sentido, os alunos tiveram a oportunidade de estudar e compreender a Botânica através da participação na oficina do Herbário Itinerante e do processo de criação e montagem de exsicatas, o que contribuiu significativamente para a aprendizagem sobre as plantas.

3.9 Técnica de Ilustração Científica em Aquarela: Explorando a Beleza e Precisão na Representação Visual das Plantas do Cerrado

O estudo da Botânica por meio da técnica de ilustração científica em aquarela revelou-se uma estratégia enriquecedora no processo de ensino-aprendizagem. Mesmo diante da inicial resistência de alguns estudantes em relação ao desenho, ficou evidente que essa atividade proporcionou uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos, especialmente quando associada à representação visual das plantas do Cerrado. Ao explorar a riqueza e diversidade desse bioma, os alunos puderam não apenas aprimorar suas habilidades de desenho, mas também desenvolver uma conexão mais íntima com o ambiente ao seu redor.

A percepção visual impressa nas ilustrações revelou-se uma expressão única do mundo, como destacado por Biazetto (2008), refletindo a visão individual de cada aluno sobre as plantas estudadas. A prática do desenho, conforme ressaltado por Santiago (2019), estimulou a atenção aos detalhes e concentração, contribuindo para um engajamento mais profundo com o conteúdo. Além disso, a liberdade proporcionada pela atividade permitiu que os alunos explorassem sua criatividade, conforme observado por Scholl e Eichler (2018), rompendo com a normatização e tornando o ambiente de aprendizagem mais desafiador e dinâmico.

O estudo prático das plantas do Cerrado também desempenhou um papel crucial na conscientização sobre a importância desse bioma. Conforme destacado por Fernandes & Pessoa (2011), o desconhecimento e a desvalorização do Cerrado representam obstáculos significativos para sua preservação. Portanto, ao conhecerem e se familiarizarem com as espécies locais, os alunos são incentivados a valorizar e proteger esse ecossistema único.

A atividade prática de ilustração científica em aquarela foi organizada em duplas, com o propósito de promover uma colaboração entre os alunos com diferentes habilidades e interesses artísticos. Essa abordagem foi delineada não apenas para facilitar a execução

da tarefa, mas também para fomentar a interação e a troca de conhecimentos entre os participantes, em consonância com as ideias de Torres, Alcântara e Irala (2004). Além de proporcionar aprendizado em Botânica e sobre o bioma do Cerrado, essa iniciativa buscou engajar os alunos de maneira mais profunda em seu próprio processo de aprendizagem, reconhecendo e valorizando suas competências individuais, e promovendo um ambiente de respeito e empatia mútua.

Por fim, a aplicação prática das plantas presentes no entorno dos alunos proporcionou uma maior contextualização dos conteúdos abordados em sala de aula. Ao associarem os conhecimentos teóricos às suas próprias observações e experiências, os estudantes conferiram maior significado aos conteúdos, conforme ressaltado por Piffero et al. (2020), o que os motivou a se engajar mais profundamente com o processo de aprendizado. Assim, a integração da técnica de ilustração científica em aquarela com o estudo das plantas do Cerrado revelou-se uma abordagem eficaz para potencializar o ensino de Botânica e promover a conscientização ambiental.

3.10 Desenvolvendo Atividades Interativas com o *Software HotPotatoes*

Nesta etapa da sequência didática, continuando a proposta de métodos diversificados e uso de TIC, foram desenvolvidos recursos didáticos autorais com o objetivo de aprimorar qualitativamente a aprendizagem dos alunos sobre a análise comparativa entre briófitas e pteridófitas, além da nutrição vegetal. O *software* livre *Hot Potatoes* (2021) oferece cinco modalidades de atividades gratuitas, com uma linguagem simples que permite a criação de textos e exercícios interativos para serem utilizados online, com programação em HTML compatível com navegadores como *Internet Explorer* e *Netscape*, e com as plataformas *Windows* ou *Macintosh*.

A integração das TIC e as oportunidades de melhoria no ensino têm sido amplamente discutidas na literatura (Jolly, 2003; Moran, 2009). Belloni, Gomes & Carraro (2006), por exemplo, destacam o impacto das TIC na aprendizagem dos alunos, considerando que estão imersos em um mundo onde a televisão, o computador e a internet exercem influência diária em seu desenvolvimento.

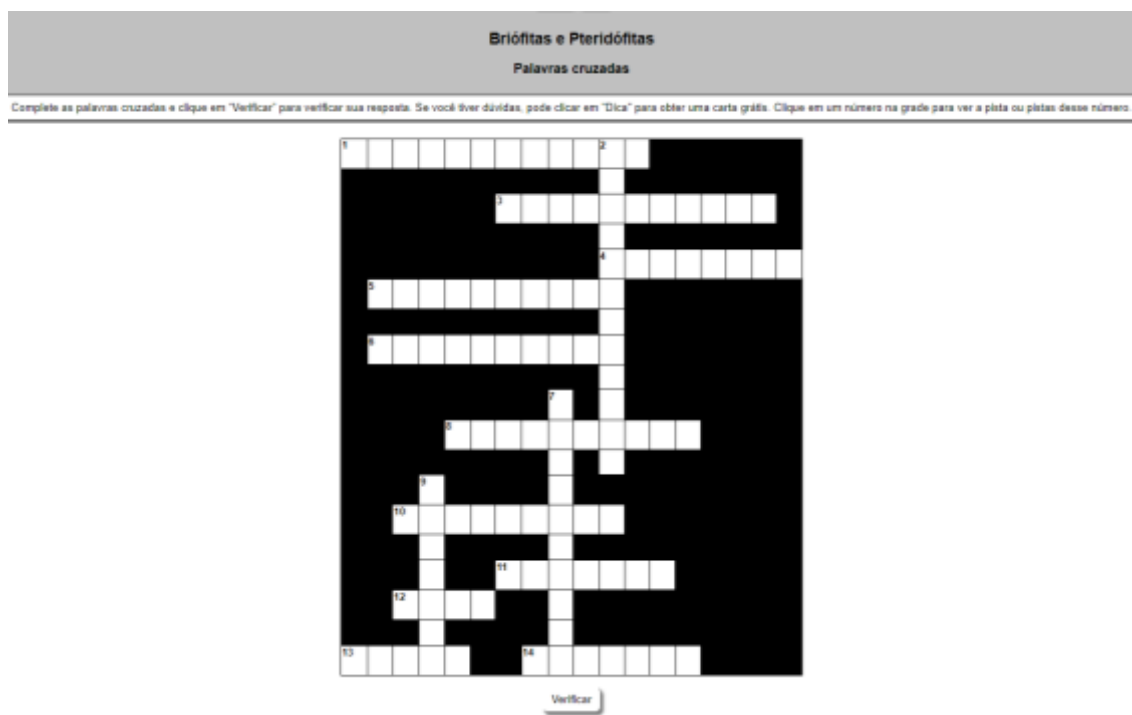
O *software Hot Potatoes* oferece cinco ferramentas distintas, sendo que duas delas foram utilizadas no desenvolvimento deste trabalho. A construção das atividades foi baseada em tutoriais disponíveis no Youtube (Lingnetletras2ponto0, 2013). As atividades

incluiram uma palavra cruzada sobre briófitas e pteridófitas (ver Anexo II) e um estudo dirigido com lacunas a serem preenchidas sobre nutrição vegetal (ver Anexo V).

Neste contexto, destacamos o software *Hot Potatoes* como uma ferramenta educacional que pode ser empregada em sala de aula para revisão e consolidação dos conhecimentos adquiridos. Este programa tem sido apontado na literatura como uma metodologia adequada para avaliação dos alunos. Sales e Batista (2015) mencionam que o programa representa uma abordagem inovadora na elaboração e aplicação de avaliações em sala de aula, podendo contribuir para reduzir a ansiedade frequentemente associada a esse processo.

A atividade de palavra cruzada criada na ferramenta *JCross* (Figura 20) despertou o interesse de 40% dos alunos, enquanto a atividade de preenchimento de lacunas criada na ferramenta *JCloze* (Figura 21) foi considerada eficaz por apenas 3 estudantes.

Figura 20: Palavra cruzada criada na ferramenta *Jcross* do *Hot Potatoes*.



Fonte: Autoria própria utilizando o *Hot Potatoes* (2023).

Figura 21: Preenchimento de lacunas criado na ferramenta *JCloze* do *Hot Potatoes*.

Exercício de preenchimento de lacunas

Preencha todas as lacunas e pressione "Verificar" para verificar suas respostas. Use o botão "Dica" para obter uma carta grátis se uma resposta estiver causando problemas. Você também pode clicar no botão "[?]" para obter uma pista. Observe que você perderá pontos se pedir dicas ou pistas!

Aristóteles (384-322 a.C.), filósofo e biólogo grego, foi o primeiro a registrar sobre o conceito da nutrição mineral das plantas. Nessa época, afirmava que as plantas eram como animais invertidos, que mantinham a boca no chão. Ele propôs a teoria do húmus ou a teoria humística, na qual acreditava que a planta se alimentava diretamente de pequenas porções de húmus, utilizando as () folhas e raízes () como se fosse a sua "boca". Assim, as primeiras ideias relacionadas à nutrição das plantas eram diferentes das noções atuais.

As plantas são seres () autótrofos - heterótrofos () fotossintetizantes. Elas na base da cadeia alimentar, são substâncias utilizadas () orgânicos-inorgânicos () do ambiente para produzir moléculas () orgânicos - inorgânicos (). O crescimento e o desenvolvimento das plantas dependem de fatores que influenciam sua fotossíntese (luz, temperatura, água e gás carbônico). Além da () fotossíntese - quimiossíntese (), as plantas também dependem de um fluxo contínuo de água e sais minerais, que nutrem suas células e que são essenciais para o desempenho das principais funções metabólicas de suas células. O estudo sobre como as plantas são obtidas e utilizam os nutrientes minerais denomina-se ().

Dezesseis elementos químicos são considerados como nutrientes essenciais à vida das plantas. Veja a lista delas a seguir e escreva o símbolo de cada um: carbono (), hidrogênio (), oxigênio (), nitrogênio (), fósforo (), potássio (), cálcio (), magnésio (), enxofre (), ferro (), manganês (), zinco (), cobre (), boro (), cloro () e molibdênio (). As plantas retiram estes elementos químicos dos sais minerais do () solo-ar (). Os nutrientes minerais são absorvidos na forma de íons inorgânicos e entram na biosfera do planeta através do sistema radicular da planta, predominantemente.

Fonte: Autoria própria utilizando o *Hot Potatoes* (2023).

O uso de palavras cruzadas tem como objetivo desenvolver habilidades como a estimulação da memória e a promoção da participação ativa dos alunos. É uma abordagem divertida para o aprendizado, que enriquece o vocabulário dos alunos e facilita a compreensão e memorização de conceitos e processos. Essa abordagem pedagógica visa criar oportunidades que estimulem o desafio e a curiosidade, facilitando a construção do conhecimento. De acordo com Moreira (2014), os jogos, quando bem preparados, tornam-se um instrumento de construção do conhecimento. Além disso, conforme apontado por Carneiro (2015), os jogos servem como instrumento pedagógico e, desde a Antiguidade, possuem uma função que vai além do entretenimento, servindo como ferramenta de aprendizagem.

Observa-se que 40% dos estudantes já aprovaram as metodologias para o ensino de Botânica. Por outro lado, a atividade de preenchimento de lacunas não foi percebida pelos discentes como uma estratégia que valorize o envolvimento. Os estudantes relataram que a atividade foi longa, cansativa e que a leitura fragmentada com duas opções de preenchimento não favoreceu a aprendizagem.

3.11 Superação da Impercepção Botânica

Diante dos resultados obtidos e das discussões realizadas, fica evidente que a diversificação de estratégias pedagógicas é fundamental para atender às demandas de um grupo heterogêneo de estudantes, como apontado por Sant'anna (2017). A abordagem da Botânica por meio de uma sequência didática variada, que integra diferentes atividades práticas e experiências contextualizadas, revela-se como um caminho promissor para superar a impercepção botânica.

Ao considerar a importância das atividades práticas para a aprendizagem significativa, conforme ressaltado por Krasilchik (2008) e Silva e Ghilardi-Lopes (2014), percebemos que a interação dos alunos com espécies vegetais em ambientes reais desempenha um papel crucial. Essa abordagem permite aos estudantes não apenas vivenciar os conceitos teóricos de forma contextualizada, mas também conectar teoria e prática, enriquecendo seu processo de aprendizado.

Araújo (2011), Melo et al. (2012), Corrêa et al. (2016) e Monteiro (2019) reforçam a necessidade de sair da metodologia tradicional para despertar o interesse pela Botânica. Além disso, Vianna e Araújo (2004) destacam a importância das TIC como ferramentas para inovar no processo de ensino e aprendizagem, especialmente ao integrar recursos tecnológicos próximos ao cotidiano dos alunos.

Os resultados apresentados sugerem que é possível superar a impercepção botânica por meio de uma abordagem pedagógica diversificada, que valorize atividades práticas, experiências contextualizadas e o uso adequado das tecnologias educacionais. Esse enfoque não apenas enriquece o aprendizado dos conteúdos de Botânica, mas também estimula o engajamento dos alunos e promove uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos botânicos.

Adicionalmente, a predileção existente em relação aos animais, conforme apontado por Katon, Towata e Saito (2012), pode influenciar a impercepção Botânica dos estudantes. A estratégia de deixar plantas nas turmas, com os estudantes responsáveis pelos cuidados ao longo do ano letivo, foi funcional para promover a compreensão das necessidades básicas das plantas, como regar de acordo com as necessidades de cada espécie e garantir a exposição à luz solar. Essa vivência prática proporcionou uma maior conexão com o reino vegetal e demonstrou ser uma estratégia eficaz para estimular o interesse e a conscientização Botânica entre os estudantes.

No final do ano letivo, os estudantes realizaram um sorteio para determinar quem ficaria com as plantas, dada a grande quantidade de interessados em adotá-las. Os relatos dos estudantes sobre a cultura da planta de estimação evidenciam uma mudança de perspectiva, destacando a importância emocional e funcional das plantas em suas vidas. Essa experiência demonstra como a interação direta com o mundo vegetal pode ser fundamental para superar a impercepção botânica e promover uma compreensão mais profunda da biodiversidade e das interações entre os seres vivos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, os resultados obtidos por meio desta pesquisa ressaltam a importância de incorporar estratégias inovadoras no ensino de Botânica, com foco na valorização e reconhecimento das plantas, visando não apenas à aquisição de conhecimentos, mas também à conscientização e preservação da biodiversidade.

A eficácia da sequência didática como ferramenta pedagógica revelou-se notável, proporcionando estímulo ao interesse dos alunos e facilitando a compreensão de conteúdos botânicos. A abordagem, ao aproveitar os conhecimentos populares como pontes para a compreensão, demonstrou ser uma estratégia eficiente.

Além disso, a aplicação de jogos e elementos de gamificação revelou-se um recurso pedagógico valioso, despertando um novo olhar para as plantas e combatendo a impercepção botânica. A superação dessa limitação perceptiva é crucial, e os sujeitos do processo educativo podem desempenhar um papel fundamental nesse processo. Ao reconhecerem o ambiente como um espaço vivo e estabelecerem conexões entre elementos do seu entorno e os temas abordados em sala de aula, os alunos têm a oportunidade de expandir sua compreensão botânica.

Nesse contexto, ressalta-se a relevância de estudos científicos sobre o ensino-aprendizagem de conteúdos botânicos, especialmente nas instituições de ensino superior, onde os futuros docentes são formados. Investir nessa área é essencial para preparar educadores que atuarão como mediadores na transmissão desse conhecimento em sala de aula.

Finalmente, destaca-se a importância de direcionar o foco para as plantas nativas do Cerrado. Além de enriquecer o conhecimento botânico, o estudo dessas plantas contribui para a preservação desse bioma único, incentivando práticas sustentáveis e promovendo a conscientização ambiental.

Portanto, é possível afirmar que a abordagem adotada, aliando estratégias pedagógicas inovadoras e o estudo de plantas nativas do Cerrado, não apenas supera a impercepção botânica como também representa um passo significativo em direção à formação de indivíduos mais conscientes e engajados na preservação da biodiversidade.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. L. F. D., & MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de ciências. *Ciência & educação*, v. 17, n. 04, p. 835-854, 2011.

ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. *ETD – Educação Temática Digital*, v. 12, p. 31-48, 2011. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/1202/>. Acesso em: 08 jan. 2024.

ARRAIS, MGM; SOUSA, GM; MASRUA, MLA. O ensino de Botânica: investigando dificuldades na prática docente. *Revista da SBEnBio*, v. 7, p. 5409-5418, 2014.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BARROS T. J. C. & LEMOS JR. Construção de um jardim didático como ferramenta educacional para o ensino de botânica em uma escola pública de ensino médio na cidade de Parnaíba, Piauí. In: Lemos JR (org.) *Botânica na escola: enfoque no processo de ensino e aprendizagem*. Curitiba, CRV. p. 117-134. 2016.

BELLONI, M., GOMES, N., & CARRARO, D. *As TIC na sala de aula: uma proposta para professores criativos*. Florianópolis. 2006.

BÉVORT, E., & BELLONI, M. L. Mídia-educação: conceitos, história e perspectivas. *Educação & Sociedade*, v. 30, p. 1081-1102, 2009.

BIAZETTO, B. H. *A insurreição no meu quintal: processo decisório e percepção da diplomacia norte-americana durante a Revolução Cubana (1958-1960)*. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2008.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1997a. Acesso em: 06 mar. 2023.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1997b. Acesso em: 16 jul. 2023.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Meio Ambiente, Saúde*. Brasília: MEC/SEF, 1997c. Acesso em: 27 mai. 2023.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. *Sobre o Enem - Inep*. Brasília, 2016d. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/enem/sobre-o-enem>. Acesso em: 10 fev. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *O Bioma Cerrado*. 2018. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 18 mar. 2023.

- CARNEIRO, K. T. Por uma memória do jogo: a presença do jogo na infância de octogenários e nonagenários. 273 f. Tese (doutorado em Educação Escolar). Unesp - Universidade Estadual Paulista, 2015.
- CARVALHO A. M. P. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo, Cengage Learning. 2017.
- COMPIANI, M., & CARNEIRO, C. D. R. Os papéis didáticos das excursões geológicas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, v. 1, n. 2, p. 90-97, 1993.
- CORRÊA B. J. S., VIEIRA C. F., ORIVES K. G. R, FELIPPI M. Aprendendo botânica no ensino médio por meio de atividades práticas. *Revista da SBEnBio* 9: 4314-4324. 2016.
- COSTA, E. A.; DUARTE, R. A.F.; GAMA, J. A. S. A gamificação da Botânica: uma estratégia para a cura da “impercepção Botânica. *Revista Insignare Scientia-RIS*, v. 2, n. 4, p. 79-99, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/10981>. Acesso em 12 fev. 2023.
- COUTINHO, L. M. O conceito de bioma. *Acta botanica brasílica*, v. 20, p. 13-23, 2006.
- DE LIMA, D. B., & GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. *Cadernos do Aplicação*, v. 24, n. 1, 2011.
- DEL CÁRMEN, L.; PREDINACI, E. El uso del entorno y el trabajo de campo. In Carmen L. (Coord.). *La Enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. Barcelona: I.C.E. Universitat Barcelona e Editorial Horsori. 1997.
- DIAS, B. F. D. S. Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: Funatura, 1992.
- DE ARAÚJO, D. L. O que é (e como faz) sequência didática?. *Entrepalavras*, v. 3, n. 1, p. 322-334, 2013.
- DE OLIVEIRA, C. B.; GONZAGA, L. T.; GOMES, E. C.; TERÁN, A. F. Espaços educativos: Oportunidade de uma prática educativa problematizadora. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática*, 7(1), 59-73, 2019.
- DE NEZ, E & e SANTOS, C. A. Reflexões sobre a metodologia das aulas expositivas na educação básica e superior. *Revista de educação do vale do Arinos-Relva*, v. 4, n. 1, 2017.
- DRIVER, R., ASOKO, H., LEACH, J., & MORTIMER, E. S. Construindo o conhecimento científico na sala de aula. *Química Nova na Escola*, 9, 31-40. 1999.
- FADEL, L. M.; ULBRICHT, V. R.; BATISTA, C. R.; VANZIN T. Gamificação na educação. São Paulo: Pimenta Cultural, 2014.

- 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. 1675-8, 2006.
- FAGUNDES, J. A.; GONZALEZ, C. E. F. Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da Botânica no Ensino Médio. Curitiba-PR: Portal Educacional do Estado do Paraná, 2009.
- FELCHER, C. D. O.; FERREIRA, A. L. A.; FOLMER, V. Da pesquisa-ação à pesquisa participante: discussões a partir de uma investigação desenvolvida no Facebook. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 7, 2017. Acesso em: 30 abr. 2023.
- FERNANDES, P. A., & PESSÔA, V. L. S. O cerrado e suas atividades impactantes: uma leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada/Cerrado and it's impacting activities: a reading about a mine, mining and mechanized farming. *Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia*, v. 3, n. 7, 2011.
- FRANÇOSO, R. D., BRANDÃO, R., NOGUEIRA, C. C., SALMONA, Y. B., MACHADO, R. B., & COLLI, G. R. Habitat loss and the effectiveness of protected areas in the Cerrado Biodiversity Hotspot. *Natureza e Conservação*, Elsevier, 107. 2015.
- FIGUEIREDO, J. A. O ensino de botânica em uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade: propostas de atividades didáticas para o estudo das flores nos cursos de ciências biológicas. 2009. 90 fl. Dissertação (Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. 2009.
- GARCIA, M. F. F. (2000). Repensando a Botânica. In: Coletânea do 7º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, 2, São Paulo.
- GARCEZ, E. S. C.; SOARES, M. H. F. B. Um estudo do estado da arte sobre o uso do lúdico em ensino de química. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 1, p. 183-214, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4438>. Acesso em 24 mar. 2023.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- HERSHEY, D. R. A historical perspective on problems in botany teaching. *Am Biol Teach*, v. 58, p. 340-347, 1996. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/4450174>. Acesso em: 16. mar. 2024.
- HERSHEY, D. R. Plant Blindness:" We Have Met the Enemy and He is Us. *Plant Science Bulletin*, v. 48, n. 3, 2002. Acesso em: 16 mai. 2023.

- JACOBUECCI, D. F. C. (2008). Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica. Em *Extensão*, 7(1), 55-66.
- JOLLY, S. Studying the Effectiveness of Animation and Graphics with Text on Fourth, Fifth and Sixth Graders. Editora: Lincoln, 2003, 320p.
- KATON GF, TOWATA N, SAITO LC. A cegueira botânica e o uso de estratégias para o ensino de botânica. In: Lopez AM, Nagai A, Faria AVF, et al. (org.) III Botânica no Inverno. São Paulo, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. p.179-182. 2013.
- KAWASAKI, C. S., & BIZZO, N. M. V. (2000). Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? *Química Indagatio Didactica*, vol. 10 (2), julho 2018.
- KLIEGL, K.-H. T. B. O. When retrieval practice promotes new learning – the critical role of study material. *Journal of Memory and Language*, v. 120, p. 10425. 2021.
- KRASILCHIK, M. Prática de Ensino de Biologia. Edusp. 4ed. São Paulo. 2008.
- KRASILCHIK, M. O professor e o currículo das ciências. 1987. Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 2019.
- LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. Undervaluing and overexploiting the Brazilian Cerrado a tour peril. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v.58, n.6, p. 4-15, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00139157.2016.1229537?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 21 de mar. de 2024.
- LEAL, C. A. Sobre Sequência Didática - Brincando em sala de aula: Uso de Jogos cooperativos no ensino de Ciências. Instituto Federal de Educação, Ciência Tecnologia. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências -PROPEC. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências - Campus Nilópolis. São Paulo: p.7. 2012. Disponível em: http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/5416. Acesso em:10 jan. 2024.
- LINGNETLETRAS2PONTO0. Introdução ao Hot Potatoes.Projeto Letras 2.0. Programa Interdisciplinar de Pós-graduação em Linguística Aplicada da Faculdade de Letras da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <https://www.youtube.com/user/lingnetletras2ponto0>. Acesso em: 05 jan. 2021.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa. São Paulo: Atlas, p. 99-101. 1999.
- MARANDINO, M., SELLES, S. E., & FERREIRA, M. S. Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. 2009.

MARTÍNEZ RETAMERO, N. M. Investigación sobre la invisibilidad del mundo vegetal en educación infantil: el cuidado de las plantas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Infantil) - Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Granada, 2016. Acesso em: 06 mar. 2023.

MELO, E. A., ABREU, F. F., ANDRADE, A. B., & ARAÚJO, M. I. O. A aprendizagem de Botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios. Scientia Plena, v. 8, n. 10, p. 8, 2012. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=2574>. Acesso em: 18 nov. 2023.

MORESI, E.A.D. Apostila de metodologia da pesquisa. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003. Acesso em: 06 mar. 2023.

MOUL, R. A. T. D. M., & SILVA, F. C. L. D. A construção de conceitos em botânica a partir de uma sequência didática interativa proposições para o ensino de Ciências. Revista Exitus, v. 7, n. 2, p. 262-282, 2017.

MORAN, J.M. Novas Tecnologias e Mediação pedagógica. 16ª Ed. Campinas: Papirus, 2009, p.11-65.

MOREIRA, J. C. A. Os jogos no ensino da Matemática: atividades envolvendo jogos matemáticos no ensino de frações para alunos nas séries finais do Ensino Fundamental. 2014. 64f. Monografia (Licenciatura em Matemática) - Universidade Estadual de Goiás, Jussara, 2014.

MONTEIRO N. C. Um livro escrito a partir de vivências didáticas com as plantas voltado para o enfrentamento da invisibilidade botânica. Dissertação de Mestrado Profissional Ensino e Docência, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2019.

MOUL, R. A. de M.; SILVA, F. C. L. A construção de conceitos em Botânica a partir de uma sequência didática interativa: proposições para o ensino de Ciências. Revista Exitus, 7 (2), 262-282. <https://doi.org/10.24065/2237-9460.2017>.

NASCIMENTO, B. M. et al. “Propostas pedagógicas para o ensino de botânica nas aulas de ciências: diminuindo entraves”. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 16, n. 2, 2017.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de Biologia. Infor, Inov. Form., Ver. NEaD-Unesp, São Paulo, v. 2, n. 1., p.355-381, 2016. Disponível em: <<https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/download/InFor2120167/pdf> >. Acesso em: 18 nov. 2023.

- NEVES, A.; BUNDCHEN, M.; LISBOA, C. P. Impercepção Botânica: é possível superá-la a partir da Educação? *Revista Ciência & Educação* (Bauru), 25(3), 745-762, 2019.
- OLIVEIRA L. T., ALBUQUERQUE I. C. S., SILVA N. R.R. Jardim didático como ferramenta educacional para aulas de botânica no IFRN. *Holos* 28: 242-249. 2012.
- OLIVEIRA, M. M. Sequência Didática Interativa no processo de formação de Ciências. Petrópolis: Vozes, 2013.
- PALHA, G. O. Pesquisa Científica: Quantos Paradigmas?. *Revista Educause*, v. 3, pág. 26, 2012.
- PAZIN FILHO, A. Características do aprendizado do adulto. *Medicina* (Ribeirão Preto), v. 40, n. 1, p. 7-16, 2007.
- PÉREZ, E. R., TENIENTE, M., PÁNUCO, D., ENRÍQUEZ, D., JIMÉNEZ, M. B., & HERNÁNDEZ, B. “La magia de las plantas: combatiendo la ceguera vegetal en la comunidad El Orito, Zacatecas. México”. *Anais do Congresso Latino Americano de Botânica*. Salvador: Sociedade Brasileira de Botânica, 2014.
- PIFFERO, E. D. L. F., SOARES, R. G., COELHO, C. P., & ROEHRS, R. Metodologias Ativas e o ensino de Biologia: desafios e possibilidades no novo Ensino Médio. *Ensino & Pesquisa*, v. 18, n. 2, p. 48-63, 2020.
- RAESA A. VANNESTEA, P. e. a. Learning and instruction in the hybrid virtual classroom: An investigation of students’ engagement and the effect of quizzes. *Computers & Education*, 2019.
- RIBEIRO, C. A aula magistral ou simplesmente aula expositiva. *Máthesis*, n. 16, p. 189-201, 2007.
- SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica?. *Estudos avançados*, v. 30, p. 177-196, 2016.
- SALES, F. T. A. & BATISTA, M. S. S.. Aplicação do HOTPOTATOES 6 como ferramenta de Ensino/Aprendizagem no Ensino de Educação Ambiental. In: *Congresso Nacional de Educação*, 2015, Campina Grande - PB. *Anais II CONEDU*. Campina Grande - PB: Realize, v. 2. 2015.
- SANT’ANNA, K. S. D. Diversidade metodológica como estratégia para a aprendizagem significativa de conceitos de biologia. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2017.
- SATO, L., & JÚNIOR, C. A. D. O. M. Investigação das dificuldades dos professores de ciências com relação à prática de ensino por meio da experimentação. *Educere-Revista da Educação da UNIPAR*, v. 6, n. 1, 2006.

- SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R.M.R. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda., 2000.
- SCHOLL, F., & EICHLER, M. L. Criatividade e autoria na produção de jogos sobre funções orgânicas por estudantes do ensino médio. *Revista Eletrônica Ludus Scientiae*, v. 2, n. 1, 2018.
- SILVA, P. G. P. da. O ensino de Botânica no nível fundamental: um enfoque nos procedimentos metodológicos. Tese de doutorado -São Paulo:Faculdade de Ciências da UNESP, 2008.
- SILVA, C. E. M. O cerrado em disputa: apropriação global e resistências locais. Brasília: Confea. 2009.
- SILVA, J. N., & GHILARDI-LOPES, N. P. Botânica no Ensino Fundamental: diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 13, n. 2, p. 115-136, 2014.
- SOUZA, A. F. O Ensino de Botânica na educação básica: uma proposta utilizando diversas estratégias. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, 2014.
- SOUZA, L. C. A TIC na Educação: uma grande aliada no aumento da aprendizagem no Brasil. *Revista Eixo*, v. 5, n. 1, 2016.
- STRASSBURG, B. B. N., BROOKS, T., FELTRAN-BARBIERI, R., IRIBAREM, A., CROUZEILLES, R., LOYOLA, R., LATAWIEC, A., OLIVEIRA, F., SCARAMUZZA, C. A. M., SCARANO, F. R., SOARES- FILHO, B. & BALMFORD, A. Moment of truth for the Cerrado hotspot. *Nature Ecology and Evolution*, V. 99. 2017.
- TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C. Análise da percepção de licenciandos sobre o “Ensino de Botânica na Educação Básica”. *Revista da SBenBio*, v. 3, n. 1, p. 1603-1612, 2010.
- TORRES, P. L., ALCANTARA, P., & IRALA, E. A. F. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. *Revista diálogo educacional*, v. 4, n. 13, p. 129-145, 2004.
- URSI, S., BARBOSA, P. P., SANO, P. T., & BERCHEZ, F. A. D. S. (2018). Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos avançados*, 32, 07-24.
- URSI, S., FREITAS, K. D., & VASQUES, D. T. Cegueira Botânica e sua mitigação: um objetivo central para o processo de ensino-aprendizagem de Biologia. *Aprendizado ativo*

no ensino de botânica. São Paulo: Instituto de Biociências/Universidade de São Paulo, p. 1-172, 2021.

VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. Buscando Elementos na Internet para uma nova Proposta Pedagógica. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.). Ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 135-149.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. Ciências & Cognição. V. 10, n. 1, p. 93 – 103. 2007.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S. ; OLIVEIRA, R. C. Jogo Didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. Ciências e Cognição 13(1), 72-81. 2008.

CAPÍTULO III

USING INTERPRETATIVE TRAILS AS A BOTANY TEACHING DIDACTIC RESOURCE: A STUDY BASED ON A FLORISTIC SURVEY IN THE CHAPADA IMPERIAL ECOLOGICAL RESERVE, BRAZIL

O USO DAS TRILHAS INTERPRETATIVAS COMO UM RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO: UM ESTUDO BASEADO NUM LEVANTAMENTO FLORÍSTICO NA RESERVA ECOLÓGICA CHAPADA IMPERIAL, BRASIL

ABSTRACT

The present investigation of the use of interpretative trails as a Botany teaching resource was based on a floristic survey carried out in the Chapada Imperial Ecological Reserve, Brazil. A qualitative approach revealed a significant diversity of plant species of the Cerrado savannah, with 227 species distributed across 60 families, with Fabaceae (Leguminosae), Asteraceae and Melastomataceae as the most representative in terms of species richness. Quantitative and qualitative analyses of the use of interpretative trails have shown significant improvement in student learning and an increase of interest in the theme. The trails were developed specifically for the study of the Cerrado biome, one of the most endangered Brazilian ecosystems, and have proved fundamental to promote a deeper and more empathetic understanding of the botanical sciences. The results indicate that interpretative trails represent a valuable tool to improve Botany teaching by combining a qualitative plant survey with qualitative and quantitative approaches for the educational use of trails.

Kew-words: Biology teaching, Cerrado biome, Floristic knowledge, significative learning, teaching spaces.

RESUMO

O presente estudo investigou o uso das trilhas interpretativas como recurso didático no ensino de Botânica, com base em um levantamento florístico realizado na Reserva Ecológica Chapada Imperial. A metodologia adotada envolveu uma abordagem qualitativa para o levantamento florístico, que revelou uma diversidade significativa de espécies vegetais na área do Cerrado. Foram identificadas 227 espécies distintas, distribuídas em 60 famílias taxonômicas, destacando-se as famílias Fabaceae (Leguminosae), Asteraceae e Melastomataceae. A análise quantitativa e qualitativa do uso das trilhas interpretativas demonstrou melhorias significativas na aprendizagem dos alunos e um aumento do interesse pelo tema. Essas trilhas foram desenvolvidas especificamente para o estudo do bioma Cerrado, um dos mais ameaçados de extinção, e foram fundamentais para promover uma compreensão mais profunda e sensível da Botânica. Os resultados indicam que as trilhas interpretativas são uma ferramenta valiosa para aprimorar o ensino de Botânica, combinando uma abordagem qualitativa para o levantamento florístico com uma abordagem quantitativa e qualitativa para o uso educacional das trilhas.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Cerrado, conhecimento da flora, ensino de biologia, espaços de ensino.

1. INTRODUCTION

Botany teaching at school currently needs a more contextualized and involving approach to introduce plants to the daily lives of students in a critical and inspiring manner. The importance of recognizing and valuing plant life is fundamental to foster care and preservation of biodiversity (Neves et al. 2019). Botanical blindness, a reduced capacity to recognize the global importance of plants has made it harder to teach and learn contents related to Botany (Wandersee & Schussler 2021). Therefore, the adoption of multiple teaching methods (Zompero & Laburú 2010) is a valid attempt to transform botanical topics into more accessible and interesting subjects for students, contributing to teaching quality.

Informal teaching spaces are increasingly gaining relevance, as using different space/time than the traditional classroom contributes significantly towards a wider and more impacting teaching approach (Marandino et al. 2009). Such alternative spaces allow the students unique experiences concerning the real world, establishing practical ways to view theories and fostering socialization. From the pedagogic viewpoint, non-formal educational spaces play an intermediate role in the learning process, allowing effective interactions between the subject and the object of knowledge. Such perspective is in harmony with Viveiro & Diniz (2009) vision, who consider informal educative spaces as environments with additional facilitating and catalytic learning mechanisms. Classes carried out in such spaces represent an opportunity to allow the students to explore natural environments to understand and know nature more deeply, making use of diverse visual resources. Therefore, such immersion in real spaces stimulates the senses in a contextualized, interactive manner, improving the learning experience.

Nature trails have been pointed as valuable informal teaching spaces that stimulate discussions regarding the environment (Cazoto e Tozoni-Reis, 2008), as they facilitate the understanding of complex concepts and awaken the student's interest in socio-ambiental issues (Pin et al., 2018). These trails integrate theory and practice, allowing for a deeper understanding of environmental phenomena that are usually approached abstractly in classrooms. Immersion in nature awakens student's curiosity and promotes hypothesis formulation, making the learning process more pleasurable and

meaningful (Freire, 1996). Trails included in protected areas provide direct contact with nature, contributing to environmental awareness, one of the pillars of Environmental Education (Souza, 2014).

The strategic planning regarding the use of interpretative nature trails as a teaching tool is fundamental to ensure that environmental awareness is effectively conveyed, an effective interpretation of the natural environment, and specifically for teaching Botany (Vasconcellos 1997), well prepared interpretation program has the power to influence not only immediate behavior but also participants long term beliefs and attitudes (Kinker 2002).

Good, meticulous planning adapted to the specific objectives and the target public is the basis for the success of interpretative nature trails, in line with a well-planned, meaningful and conscious education regarding plants, linked to a variety of personal experiences, maybe the best manner to surpass botanical imperception (Wandersee & Schussler 2001).

The Brazilian Cerrado, a biome that covers over 2 million square kilometers, is regarded as one of the most relevant ecosystems of Latin America (Lahsen et al. 2016). Housing over twelve thousand flowering plant species, with a third of them found nowhere else in the world (Forzza et al. 2012), this biodiversity hotspot is extremely important for nature conservation and towards a sustainable future for our planet (Cardoso et al. 2009). Together with its exceptional biological diversity, this biome plays a crucial role in climate regulation and water catchment, representing a main player in the world's environmental landscape, however its area is being reduced at an unprecedented speed (Lahsen et al. 2016).

Floristic surveys have been extremely important to understand the richness and biogeography of the Cerrado, providing valuable information regarding the composition and distribution of species to prepare management plans for the preservation of this unique ecosystem (Resende, 2012). Conservation Units, on the other hand, play an important role in promoting environmental education, offering opportunities for people to be in direct contact with nature, and improving their understanding and awareness of interactions between society and the environment (Campanha & Silva, 2013).

Interpretative nature trails in the Cerrado allow visitors to explore and learn about its biodiversity and ecological processes. Using leaflets, informative boards and specialized guides, visitors may obtain detailed information about the ecosystem and its importance while enjoying an immersive experience (Menghini, 2005). Therefore, such

trails not only promote environmental awareness but also foster the conservation of the Cerrado as they inform the visitors about relevant cultural and ecological aspects.

The present research reports on the results of using interpretative nature trails as a practical approach to contribute significantly to Botany teaching and learning, but also to awaken the interest and awareness in the conservation of the Cerrado biome, establishing a more rooted connection between students and nature.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1 Study site

The Chapada Imperial Ecological Reserve is a model of Cerrado conservation in private lands. Sited at the Fazenda Dois Irmãos, in the municipality of Brazlândia – Distrito Federal, this reserve is committed to environmental conservation. The area comprises approximately 4800 hectares included in the Área de Proteção Ambiental (APA) de Cafuringa, occupying a strategic situation in the highest part of the Distrito Federal, reaching an altitude of 1342 m a.s.l.

The area has been preserved since 1985 as an untouched, natural area with outstanding plant diversity (Figure 1) distributed throughout different vegetation types, such as cerrado *sensu stricto*, cerrado rupestre, campo sujo, campo limpo, campo brejoso, cerradão and gallery forests. These habitats are home to many animals, some of them considered endangered.

Figure 1: Plant diversity of the Cerrado at the Chapada Imperial Ecological Reserve.



The Chapada Imperial Ecological Reserve is very near (approx. 50 km) from the center of the Brazilian Capital, and since 1999 its objective has been to include research, ecological tourism, and environmental education activities towards promoting awareness and care for the environment for this and the next generations (Chapada Imperial, 2024). Since 1999, the site has offered guided nature trails with options for different age groups and physical abilities as a unique immersion in nature (Figure 3). The visitors can explore different Cerrado landscapes, visit waterfalls, and learn about the local vegetation while connecting with the natural environment (Chapada Imperial, 2024). The light trail is ideal for adults and children from age 2, and offers a tranquil one km walk that allows participants to visit lagoons, waterfalls, and viewpoints while they receive information regarding the Cerrado. More challenging experience is offered by the light/moderate trail of 3.5 hours along 3 km, and the moderate trail for adults and children of 7 years and over, lasting 4,5 km over 5 hours, including 30 visit points and information about different vegetation types in the area.

Figure 2: Trails according to the degree of difficulty - (A) Trail routes, (B) Short trail, (C) Medium trail and (D) Long trail. Source Chapada Imperial (2023).



Figure 3: How to arrive to the Chapada Imperial Ecological reserve (source Reserva Chapada Imperial 2023).



Figure 4: Map of the Chapada Imperial Ecological Reserve.



2.2 Floristic Survey

To evaluate the vegetation of the Chapada Imperial Ecological Reserve, 12 field expeditions were carried out with monthly collections from April 2022 to March 2023, using the walking method (*caminhamento*) suggested by Filgueiras et al. (1993),

following three stages: identification of the vegetation types; collection, herborization and identification of plant species to prepare a species list; and analysis of the results.

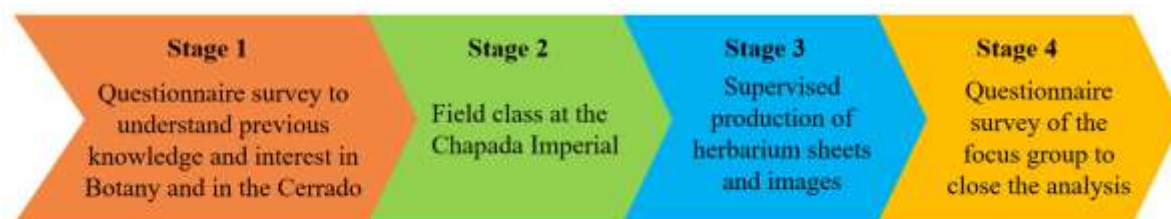
Vegetation types were described using direct observation and images and classified according to Ribeiro & Walter 2001. During the expeditions fertile material was collected and sterile specimens were documented through photographic records. Information regarding habit, flower and fruit colour and vegetation type were recorded, together with images. Herborization followed Fidalgo e Bononi (1989). We attempted to document the variation within populations and individuals. The final species list included our collections and also specimens previously included in the Herbarium UB from the University of Brasília, and those listed in literature (Assunção & Felfili, 2004).

Identification of specimens was carried out using specialized bibliography, help from specialists, taxonomic guides, and online resources such as the Flora and Funga of Brazil (2022) and Specieslink (2023) websites. These identifications were double-checked against the collections of the UB Herbarium, where our vouchers were also deposited.

2. 3 High school students as the target public for the investigative trail

The experimental methodology adopted for this study involved qualitative and quantitative variables focusing on Botany teaching emphasising the value of Cerrado vegetation. The study object was identified, the variables selected and the evaluation of the effects of the variables on the object were evaluated (Gil, 2010). The target group of 36 students aged between 15 and 17 years of age from a private traditional school in Brasilia. The objective of developing and evaluating abilities and competencies related to Botany in the target group was carried out by an activity organized over four stages (Figure 5).

Figure 5: Methodology fluxogram showing four activity stages.



It was necessary to submit the present project to the Ethical Committee of Human and Social Research Sciences (CEP/CHS) of the University of Brasilia for ethical evaluation. The Approval Certificate was received (number 75492423.0.0000.5540). The Term of Free and Clear Consentment was signed. All data of the participants were kept under secrecy according with the Resolution n. 466 of 12 December 2012 of the Health Ministry (CNS/MS) and the Resolution n 510 of 07 April 2016 of the CNS.

The influence of the nature trail over the understanding of the distinct concepts related to the importance of studying Botany and the conservation of the Cerrado plant diversity was gauged through two questionnaire surveys as described by Pádua (2004), one prior and the other after the visit. Such questionnaires had five closed questions focusing on specific themes within the subjects presented during the trail, as seen in Appendixes C and D.

An analysis of the student's answers was performed using the Word Cloud Generator®¹²¹ software (Mano & Damico, 2017), which allows for comparison of the words that appear more frequently in the answers, providing both qualitative and quantitative interpretation for the questionnaire. Words are presented in different font sizes and colours indicating their relevance within the context, and the images generated can be used for free (Vilela, Ribeiro & Batista, 2020).

The participants took the long trail (Figure 3), a physical challenge that includes a level drop of 400 m altitude over four km, representing a rich environmental education experience, including more than eight different vegetation types in the Cerrado. The students were encouraged to collect botanical specimens motivated by their initiative and curiosity. They used different criteria such as colour, scent and beauty, spread throughout different areas of the reserve. The samples were recorded using photographs in their natural habitat, to enable the species identification that took place later. Careful notes were made of the specific characteristics such as colour of flowers and fruits, size, habit, vegetation type, and other details. All samples collected were made into herbarium sheets, a dynamic and educative material that helps to anchor the study of botany but also illustrates plant adaptations to the Cerrado environment.

2. 4 Cyanotypes as a methodology for teaching-learning Botany

This was another activity to facilitate Botany teaching-learning aiming at diversifying the didactic/pedagogic methodology using replicates of morphological

structures to allow the tutor to make the learning more concrete through exposition to certain structures or biological events (Nariane et al., 2010; Dantas et al., 2016). While dried herbarium specimens fixed to card contribute to the daily application of the botanical knowledge (Silva et al., 2019), these can also be an excellent tool for scientific documentation and understanding of plant species (Da Silva, de Almeida Jr. & do Valle, 2020), as their preparation includes selection, collection, drying and identification of the species, awakening a true interest in nature in the students (Braz & Lemos, 2014), fostering their protagonism in the learning-teaching process and as producers of their knowledge. Moreover, some of these herbarium specimens were chosen to be mounted in acrylic for exhibition and use as didactic material. Relevant information was added to a dynamic *QR Code* that enabled the association of images and information to the mounted specimens (Figure 6).

Figure 6: Model of herbarium specimen in acrylic with associated *QR Code* including information and images of Cerrado species.



Cyanotypes are among the oldest types of photography, using iron salts rather than the silver salts commonly used in other photographic techniques. Dating back to the XIX century, this technique was used to produce photograms, copies of documents, reproduction of plans and mathematical formulae (Campos, 2007), and also represented

an important contribution to morphological characterization in Botany, resulting in the first photographic book "*Photographs of British Algae: Cyanotype Impressions*" by Anna Atkins (1799–1871), a British botanist and photographer (Campos, 2007). Cyanotypes are currently appreciated as a contemporaneous art form and are exhibited in museums (Campos, 2007). The exposure to sunlight, washing, and appropriate storage guarantee the stability of the resulting images (Campos, 2007). Photographs created by the cyanotype process, also called photogenic drawings, generate images of intense blue and precise details (Campos, 2007). Details of the development of cyanotype photographs are displayed in Figure 7 while the technique is illustrated in Figure 8.

Figure 7: Step by step for development a cyanotype photograph.

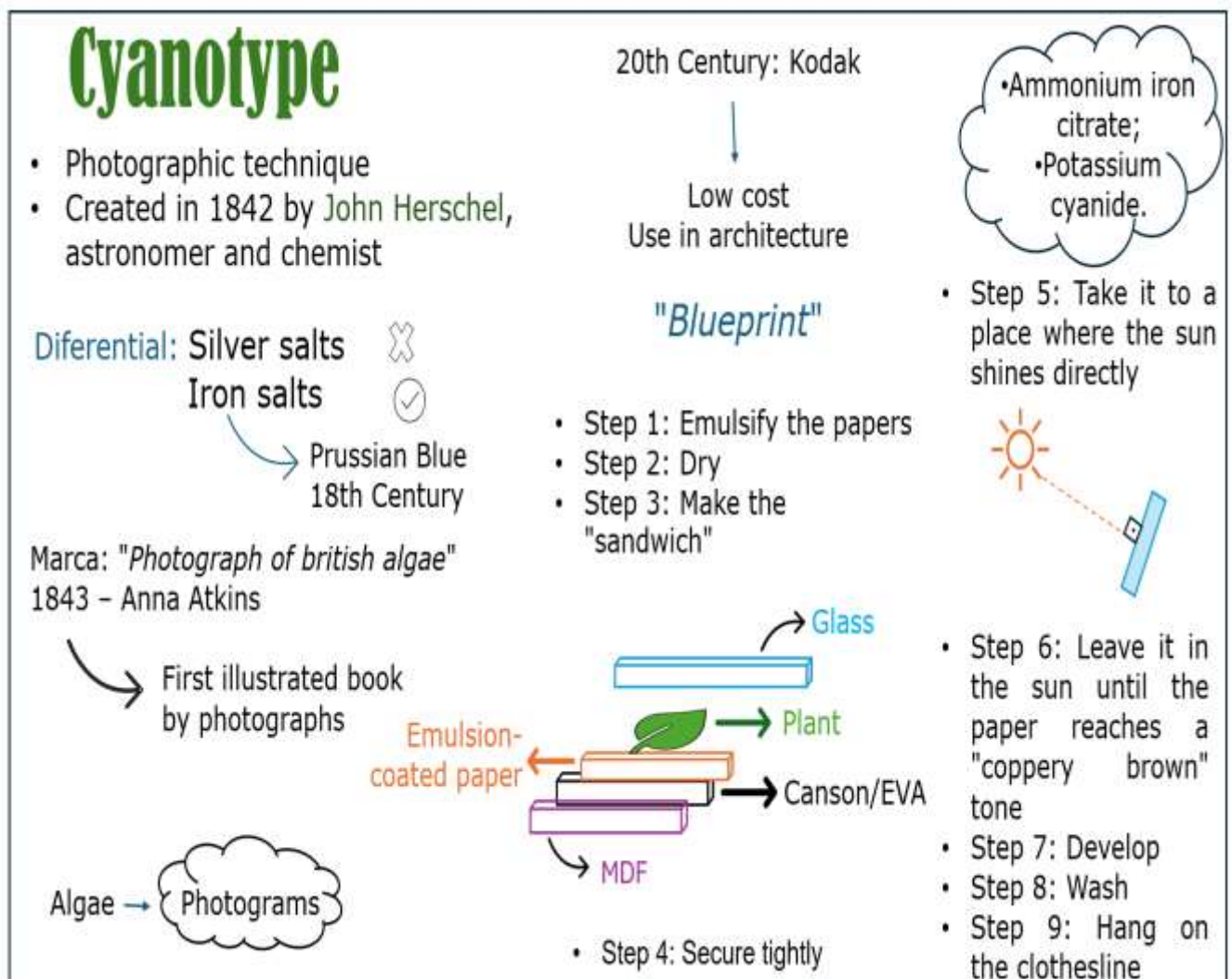


Figura 8: Cyanotype photograph with associated *QR Code* used as part of the methodology in Botany teaching.



Photographs complemented with a dynamic *QR Code* were exhibited in the school to awaken the interest of the school community in Botany and the Cerrado biome (Figure 9).

Figure 9: Cyanotype exhibition with associated *QR Code* in the school environment.



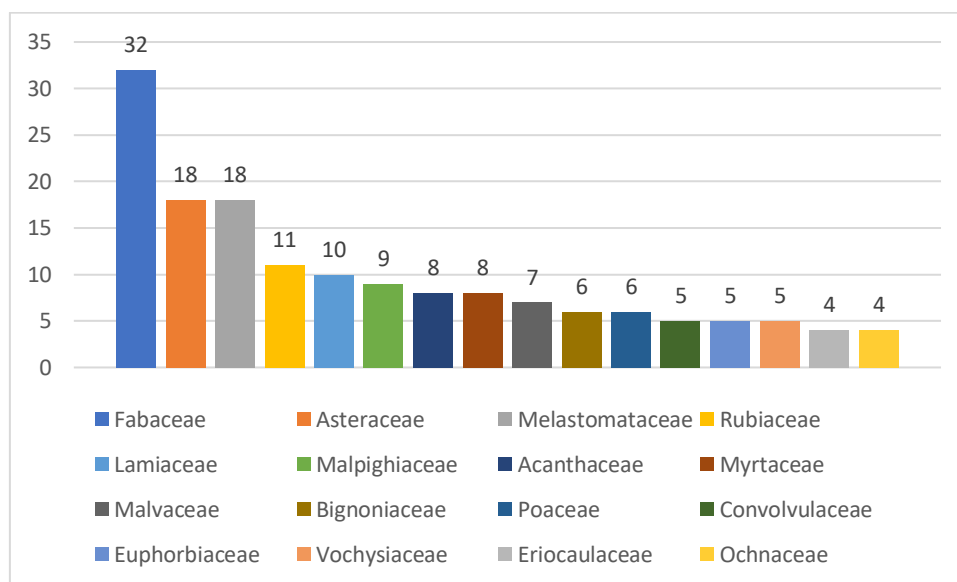
3. RESULTS AND DISCUSSION

3. 1 Floristic survey in a rich, preserved Cerrado reserve

From 294 fertile individuals sampled, we listed 227 species in 60 families. For completeness, we also located previous collections from the UB herbarium, and published work (Assunção & Felfili, 2004), adding eight species to our list. The final species list encompasses 227 species and is presented under supplementary material (S1), including the vegetation types where the taxa were collected. Despite its close location to Brasília, there were few floristic data regarding the Chapada Imperial Ecological Reserve until now. The survey also aimed to improve the knowledge regarding the area and to establish stops for the interpretative nature trails to be visited by the students, taking the opportunity to inform about endemic species, Cerrado adaptations, and also curiosities and information that may awaken the interest and curiosity of students.

Among the 60 plant families, 34 had two or more species in the site, while the top 16 families comprise 69% of the species total, with the Fabaceae (32 species), Asteraceae, and Melastomataceae (18 species) presenting the highest species richness.

Figura 10: Main plant families contributing towards species diversity in the Chapada Imperial Ecological Reserve.

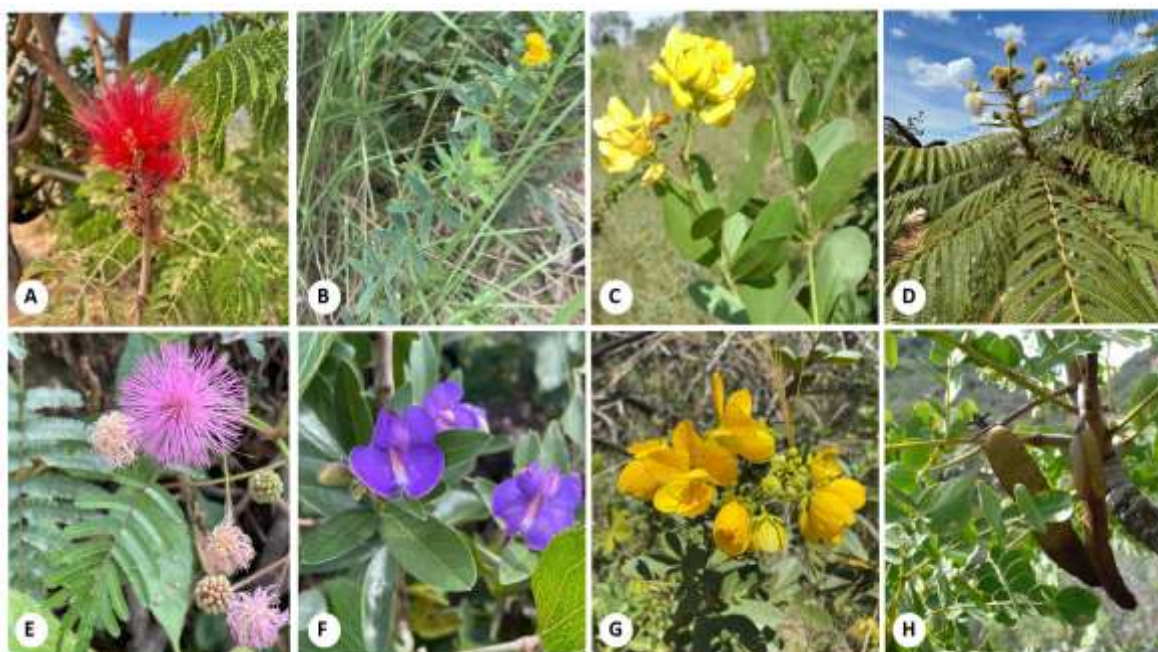


Fonte: Autoria própria (2023).

The Fabaceae represent 14% of the species collected at the Chapada Imperial Ecological Reserve (Figure 11), being also consistently the most frequent and diversified

in several Cerrado surveys (Mendonça et al., 1998; Silva et al., 2002; Silva e Scariot, 2004; Ribeiro et al., 1985; Oliveira Filho & Martins, 1986; Nascimento & Saddi, 1992; Filgueiras & Pereira, 1993; Mantovani & Martins, 1993), and this can be linked with adaptations to the environment, such as the *Rhizobium* bacterial symbiosis present in the roots that is advantageous when considering the low soil fertility in Cerrado habitats (Silveira et al., 2009; Françoise et al., 2016).

Figure 11: Representative images of the species diversity in Fabaceae at the Chapada Imperial Ecological Reserve. (A) *Calliandra dysantha*, (B) *Chamaecrista desvauxii*, (C) *Eriosema rigidum*, (D) *Mimosa clausenii*, (E) *Mimosa pseudoradula*, (F) *Periandra mediterrânea*, (G) *Senna pendula* e (H) *Stryphnodendron adstringens*.



It is important to consider that Fabaceae have the ability to resprout after wild fires, an element that shapes the dynamics and composition of many global ecosystems including the Cerrado (Fidelis & Pivello, 2011). The study area was recently affected by fires in 2019 and in September 2021 (Figure 12). The fire resilience found in these plants may explain their predominance in the vegetation.

Figure 12: Records of wild fire at the Chapada Imperial Ecological Reserve in 2021. From Imperial (2021).



The Fabaceae are followed by Asteraceae in species richness, with 19 species belonging to 17 genera. Asteraceae are the largest Angiosperm Family (Bremer, 1994), and are an extremely important component of the herbaceous layer in the Cerrado (Batalha & Mantovani, 2001), especially in wet areas of campos brejosos and veredas (Araújo et al., 2002; Tannus & Assis, 2004; Munhoz & Felfili, 2006) (Figure 13).

Figure 13: Examples of Asteraceae in the Chapada Imperial Ecological Reserve. (A) *Achyrocline alata*, (B) *Aldama robusta*, (C) *Aspilia leucoglossa*, (D) *Chresta sphaerocephala*, (E) *Sphagneticola trilobata* e (F) *Vernonanthura polyanthes*.



The Melastomataceae, with 18 species found in the studied area, are abundant in Brazil, with 63 genera and 1500 species in all ecosystems of this country, often with species with restricted distribution and therefore high endemism (Martins, 1984). This family was represented by species in the wet areas (campos brejosos) in the study area. Being highly adaptable to environmental conditions (Somavilla, 2011), some species may be considered invasive in veredas in the Distrito Federal, such as *Macairea radula* and *Trembleya parviflora* (Munhoz e Ribeiro, 2008). The largest genus in the family in the Distrito Federal is *Miconia*, with 41 species recorded (Lourenço, 2022). In the study area, we found five species in this genus, two of them endemic to Brazil (*M. burchellii* and *M. elegans*) (Flora e Funga do Brasil, 2024). Four endemic species of *Microlicia* and one of *Cambessedesia* were recorded (Flora e Funga do Brasil, 2024).

Other families such as Rubiaceae, Malvaceae, Malpighiaceae, Myrtaceae, and Vochysiaceae were recorded with 5 or more species and are recognized as important components of the Cerrado ecosystem, able to grow in soils that are known to be poor in nutrients and with high free aluminium concentration (Goodland, 1979). Aluminium accumulation and ability to grow in acidic soils are among these adaptations (Goodland, 1979; Haridasan, 1982; Jansen et al., 2002). Other families, less typical of the Cerrado, such as Acanthaceae, are present in more hygromorphic habitats, such as campo brejoso or gallery forests, however *Justicia lanstyiakii* and *J. irwinii* are restricted to the Cerrado biome (Vilar, 2009). Among the Bignoniaceae found we highlight Brazilian endemic *Jacaranda caroba* and *Zeyheria montana* (Flora e Funga do Brasil, 2024). The cosmopolitan family Convolvulaceae included records of endemic *Distimake flagellaris* e *Jacquemontia linarioides* (Flora e Funga do Brasil, 2024). Among the Lamiaceae, with 202 species occurring in the Cerrado (Harley et al., 2012), endemic *Cyanocephalus cuneatus*, *Hyptidendron caudatum*, *Hyptis nudicaulis* and *Hyptis saxatilis* were recorded (Flora e Funga do Brasil, 2024). For the Malvaceae, *Pavonia rosa-campestris* and *Peltaea polymorpha* were the endemic species recorded, while *Waltheria indica* was also collected (Robyns & Cuatrecasas, 1964).

The sampling effort of the present survey was biased towards plant families with showy flowers to support the educational purposes of the present project. It is obvious, when gleaning through the list produced, that plant groups with many species that are harder to differentiate, such as Cyperaceae, Poaceae, and other monocots are under-represented in our effort. Nevertheless, we recorded a high number of plant species near and around the trail, which offers an excellent sample to showcase the Cerrado diversity

among the students. Our intention is to continue recording the species in the area by expanding it to the plant families that were neglected and to areas away from the trail in order to sample the study site in a more comprehensive manner.

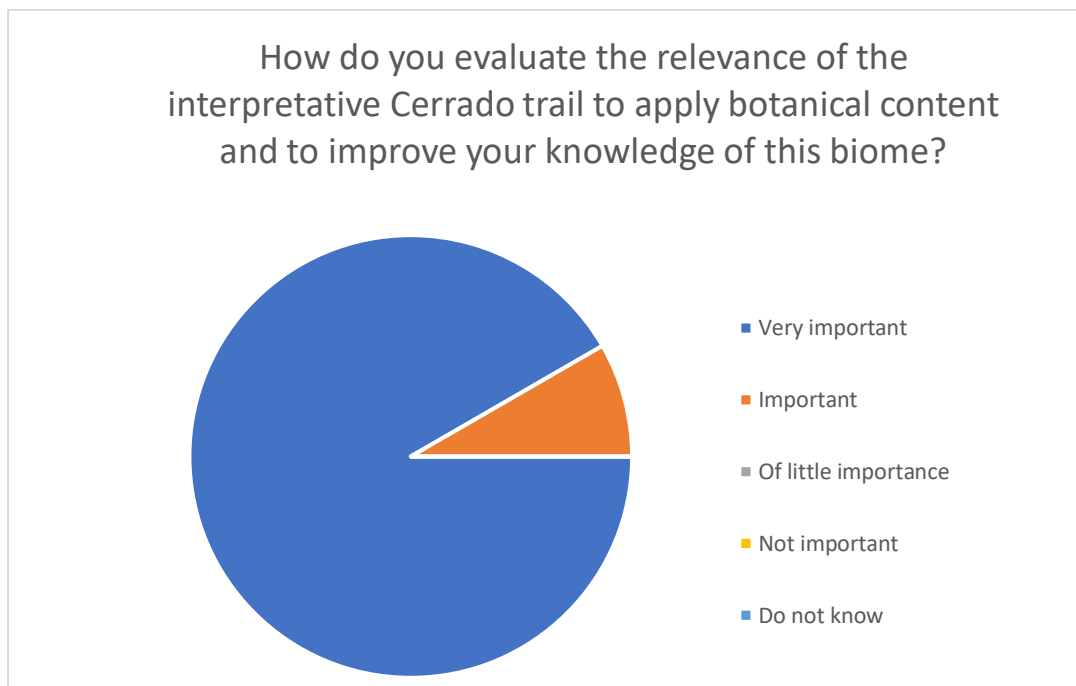
3.2 Interpretative nature trails for Botany teaching and raising awareness for the importance of the Cerrado

The student experience in the trails of the Chapada Imperial Ecological Reserve has provided contact with natural elements that facilitated the understanding of Botany and the importance of Cerrado, which is many times treated as an abstract form in the formal space. The experience highlights the trail environment as an essential tool in the process of raising environmental awareness, as the intimate contact with nature leads to noticing, observing, and analysing the environment, enabling the students to see the need for preserving and conserving the environment (Souza, 2014), strengthening the argument towards interpretative trails as means of including and promoting contact between human beings and nature (Viana, 2017). Botany teaching is historically focused on theory and technical terms, often leading to botanical imperception, and this situation can be reverted by the adoption of contextualized practical approaches (Krasilchik, 2008). The participation of students during the field class and collection of botanical material, including preparation of herbarium sheets and cyanotype photographs was emphasized, following Paulo Freire (1996) approach aiming to improve the learning process. The growth of these informal educational itineraries in the school context has meant that the students were enabled to relate the contents of practical classes using other senses (tact, hearing, smell) that would not be possible to achieve in the classroom environment and with current didactic materials (Barros & Araujo, 2016). Students were encouraged not only to see but to touch, smell, and above all interact with plants in their natural habitat. This sensorial experience is incomparable in relation to Botany teaching in the classroom, mostly restricted to textbooks. During the present experience, the students could fully interact with the rich biodiversity of the Cerrado in the study site using its interpretative nature trail, and were able to rate the experience (Figure 14).

Trails adapted to the needs and previous knowledge of the students, as stated by Guimarães & Menezes (2006) represent an exceptional tool for teaching-learning, allowing students to understand more about specific environments such as the Cerrado in a more involving and personal manner. Data collected during our research indicate that

the elements of the trail facilitate the principle of approaching man with nature and had a very positive influence on Botany teaching.

Figure 14: Students highlight the relevance of the Cerrado interpretative trail to increase their botanical knowledge.



Through the analysis of the student's considerations, we perceive a consensus among them regarding the field class for active learning. As the activity is (unfortunately) still uncommon, it motivated students to write about it. Their answers to the question "Do you consider that the study of Botany using the interpretative nature trail has made the content regarding Cerrado more interesting, contributing to your learning?", 100% of students marked yes, and the following qualitative descriptions show how the richness of elements found along the trail has awakened the attention of the students.

"It was possible to see in practice the topics discussed in the classroom, so that that to see the plants with my own eyes in their 'familiar' environment I was able to associate better the knowledge of Botany to the reality, understanding also the fascinating adaptations of plants to the Cerrado." (Student 8).

"When able to come into contact with our study object, it became easier to understand the processes explained in the classroom. Certainly, to see the plants close up made the study much more interesting, I even wanted to gain deeper insight of this at university, for example. We were immersed in the themes, in a motivating environment to learn." (Student 12).

"The field class about the flora of the Cerrado not only solidified the Botany concepts seen in the classroom but also allowed me a deeper understanding of the plant adaptations to this particular ecosystem. This experience surpassed

the limits of traditional classes, enriching my understanding in a significant way." (Student 16).

"Extra-class activities such as the field outing make the subject more dynamic and interesting, favouring learning, however, we unfortunately have few experiences as this one. The study of Botany becomes more effective when we are in nature." (Student 24).

Such answers crafted by the students highlight the relevance of trails as a teaching method, exposing students to open-air classrooms and true natural laboratories, where their interest can be fostered along with curiosity and discoveries, being excellent alternatives for traditional teaching methods (Souza et al., 2012).

A small collection of specimens was prepared from the samples collected during the field trail. The dry-pressed specimens were mounted in acrylic, and associated with a QR Code containing information regarding the specimen and field images, and this material was exhibited in the school (Figure 15). This collection was not only used as support to the biology classes focussing Botany but was also beneficial for teachers of other areas that were able to explore the adaptations found in the Cerrado. The material will be preserved for future classes, as explained by Corrêa et al. (2016) regarding the use of specimens to complement theoretical classes, aiding teaching-learning in Botany. Investigations carried out by Braz & Lemos (2014) revealed that students demonstrate more interest in the study of botany when they have herbarium samples at hand, as did Santos (2013), who used a botanical reference collection in classes between three high school years in the Instituto de Aplicação of the Universidade do Estado do Rio de Janeiro, making science teaching more dynamic by allowing a series of activities, such as scientific observations, comparison of plant structures, study of morphology and environmental adaptations.

Figure 15: Collections fixed in acrylic with associated QR Codes containing further information regarding the specimen and field images in the school environment.



When questioned regarding the contribution of the material collected, preparation of herbarium specimens, and cyanotype photograph production as a teaching aid, 95% of the students affirmed that the herbarium specimens they prepared made the classes more interesting and dynamic. These perceptions were qualitatively expressed with the following quotes by students: *“The experience did not only made the classes more enjoyable but also awake my curiosity regarding botany.”* (Student 4), *“I never imagined that learning Botany could be so involving!”* (Student 7), *“...turning the classes more dynamic and stimulating.”* (Student 18). *“...the activities brought a new aspect to the study of plants.”* (Student 30) and *“It was an interactive and interesting way to understand the diversity of plant species.”* (Student 34)

Student 21 (below) argued that it is relevant to adopt didactic tools that are both instructive and ludic. This perspective finds resonance with Fialho (2007), who defends the use of ludic materials not only to facilitate the understanding of concepts but also to stimulate social interaction with botanical contents.

“After the classes about the Plant Kingdom I was already enjoying the subject a lot, however the fieldwork, together with the photography and herbarium sheet preparations helped me a lot. These activities revised many contents that I had already learned and also brought new knowledge. It was most profitable.” (Student 21).

The analysis of the initial diagnostic form revealed a significant knowledge gap regarding the characteristics of the Cerrado biome. The form included information related to climate, vegetation, and native species, and each student indicated three typical species from the Cerrado. From a total of 108 words available, only 47 were recorded (i.e. 44% below the expected mark – Figure 16). Alarming, eight students did not provide any response, alleging a lack of knowledge. There were also generic citations, such as cacti, grass, and ferns, and erroneous information, such as the presence of eucalypts and pine trees, that are exotic (Whitehead & Beadle, 2004). and sometimes, as in the case of pines, invasive (Braga et al., 2014). Some of the grasses and ferns found in the Cerrado are not native, being invasives that cause damage to the native ecosystem (Pivello et al., 1999; Silva & Matos, 2006). This information makes it obvious to strengthen the understanding of students regarding Cerrado biodiversity, considering its ecological and cultural relevance.

Figure 16: Google Forms word cloud generated from the student's answers to the initial Cerrado diagnostic questionnaire illustrating their limited knowledge regarding native species.



Two plants, the ipê (*Handroanthus* spp.) and the pequi (*Caryocar brasiliense*), were among the 47 answers, with respectively 12 and 10 citations. Such predominance may be related to the life experience of the students, as the bright yellow flowers of the ipê is one of the Cerrado species with high landscaping impact, frequently found in open spaces, enabling contact between people and the native vegetation (Andrade, 2022). Pequi is considered a symbol plant of the Cerrado, used in typical cookery and consumed by rural communities. Its importance is wider than the cultural aspect, as it contributes towards the income of rural families, representing 3.2% of the total non-timber extraction products in Brazil (IBGE, 2021). The result obtained is in line with Wandersee & Schussler (2001) perspective, who highlight life-experience with plants as favourable to the knowledge and appropriation of the topic. Formerly passive subjects become active in building their own knowledge. Experimentation, associated to research, establishes a bridge between student's daily reality and scientific knowledge.

After the activities were concluded, a second questionnaire was circulated and 102 Cerrado plants (out of a total 108) were cited (Figure 17). This result reinforces the relevance of the practical experience in deepening plant knowledge in the biome, showing increased awareness and knowledge regarding the local biodiversity.

Figure 17: Google forms world cloud displaying answers to the final Cerrado diagnostic questionnaire illustrating their increased knowledge regarding native species.



Among their justifications, major emphasis was put on the direct interaction with the environment, and the fact that the methodology was considered active, entertaining, and practical, as declared by Student 3. Other students, such as number 9, highlighted that the use of the trails made the study dynamic and involving. Student 17 said that “*the direct interaction with the topic made the learning more effective and pleasurable*”. Moreover, Student 19 emphasized that “*immersive experience in the environment and the convivial character of the trails have allowed the knowledge regarding the Cerrado to root, greatly increasing the interest in the subject*”. Student 30 highlighted “*the importance of learning while enjoying the trail experience, observing diverse plants and animals*”. Finally, Student 32 considered that “*the experience increased the valuing of the Cerrado, as before I did not know of its importance*”. Such write-ups demonstrate the positive impact and efficacy of the trails as a captivating strategy to promote learning in the Cerrado biome. This approach involving direct contact with the environment makes the topics more attractive and dynamic but also fosters a real sense of connection between students and nature, leading them to care more for the environment. As seen in the National High School Curriculum Parameters (Brasília, 2006), this integration is fundamental to promote effective environmental education that fosters concrete conservation actions.

After the conclusion of the activity, the analysis of the second questionnaire revealed that, even if the total number of citations (108) was not reached, the mark of 102 plant species cited has shown that the practice was effective in increasing the knowledge

of the biome, and in the raised awareness of the students regarding local biodiversity. The identification of some gaps and shortcomings during the self-assessment will be used to improve forthcoming activities.

4. FINAL CONSIDERATIONS

The floristic survey carried out at the Chapada Imperial Ecological Reserve reveals a high diversity of plant species in the area, with 227 species included in 60 families, with Fabaceae, Asteraceae, and Melastomataceae as the largest families recorded, some of them endemic, making the study area an important refuge for biodiversity conservation. The floristic survey is planned as a continuous process and will be expanded to reach other areas within the reserve and other, less showy plant groups, therefore the number of recorded species of this important conservation site will certainly increase.

The use of interpretative nature trails emerges as a valuable teaching tool to promote the awareness of students about both Botany and Cerrado biome. The immersive approach does not only contribute directly towards the topic and the intrinsic environmental characteristics, but it also fosters the environmental consciousness and appreciation of the biodiversity not only in the Cerrado but of other natural environments.

Rewarding experiences as the interpretative nature trails do not only transmit knowledge but also cultivate essential values and behaviours that will lead to conservation actions. The direct contact with the Cerrado biodiversity leaves profound marks in the students' lives, fostering contemplation, interpretation, and cooperation actions of nature preservation (Vasconcelos, 1998). Such consciousness-raising activity is fundamental to form values and fostering change regarding the environment.

The floristic study, plant collection, and photographic techniques complement the interpretative trails, providing a wide vision regarding the importance of the conservation of local biodiversity at the Chapada Imperial Ecological Reserve and also creating deep feelings towards nature in the students. Such combined activities contribute towards the valuation and protection of our natural patrimony, promoting sustainability and care for the environment.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to express our sincere thanks to the plant specialists who generously contributed to the identification of many plant families in our study. Special thanks go to Carolyn Elinore Barnes Proença, Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz, João Bernardo de Azevedo Bringel Junior, Mayco Werllen Dos Santos Sousa, Rafaela C. Forzza, Jair Faria and Pedro Henrique Castro Aguiar. We are also grateful to the Herbarium UB of the University of Brasília (UnB) for access to the collection and deposit of the voucher material used in our research. We thank the Colégio Marista for its support in the name of the management, who kindly allowed and encouraged us throughout the project, and to all students who took part in the research, for their dedication and valuable contributions vital to the success of the project. We also sincerely thank the owners and staff of the Ecologic Reserve Chapada Imperial for the authorization and logistic support.

6. REFERENCES

- ANDRADE, R. G. C. A contribuição da vegetação para melhoria do microclima urbano: estudo de caso em Superquadras de Brasília. 104 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília, Brasília, 2022.
- ARAÚJO, G.M., BARBOSA, A.A.A., ARANTES, A.A. & AMARAL, A.F. Composição florística de veredas no município de Uberlândia, MG. *Rev. Brasil. Bot.* 25(4):475-494. 2002.
- ARAUJO, R. S., & FARIAS, M. E. Trabalhando a trilha ecológica como estratégia de aprendizagem. *Revista Educação Ambiental em Ação*, v. 1, n. 34, 2010.
- ASSUNÇÃO, S. L. FELFILI, J. M. Fotossociologia de um fragmento de cerrado sensu stricto na APA do Paraná, DF. *Brasil. Acta Botânica Brasílica. Porto Alegre.* V.18, p. 903-909, 2004.
- BATALHA, M.A. & MANTOVANI, W. Floristic composition of the Cerrado in the Pé-de-Gigante reserve (Santa Rita do Passa Quatro, Southeastern Brazil). *Acta bot. Bras.* 15: 289-302. 2001.
- BRAGA E P, ZENNI R D, HAY J D. A new invasive species in South America: *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. *BioInvasions Records* 3: 207–211. 2014.
- BRASÍLIA: MEC, 2006. Nacionais (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.
- BRAZ, N. C. S.; LEMOS, J. R. "Herbário Escolar" como instrumento didático na aprendizagem sobre plantas em uma escola de ensino médio na cidade de Parnaíba, Piauí. *Revista Didática Sistemica*, v. 16, n. 2, p. 3-14, 2014.
- BREMER, K. *Asteraceae: cladistics and classification*. Timber Press, Portland. 1994.

CAMPANHA, L. F. P. & SILVA P. O. R. Trilhas ecológicas como recurso de educação ambiental. *Revista Centro de Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina-PR*, 2013.

CAMPOS, J.C.B.; Cianotipia em grande formato: Processo alternativo de reprodução de imagem em câmara clara. Uma abordagem das dimensões da linguagem, cor e espaço. 2007. 87p. Dissertação (Mestrado); Instituto de Arte da Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Campinas, 2007.

CARDOSO, E.; MORENO, M. I. C.; BRUNA, E. M.; VASCONCELOS, H. L. Mudanças fitofisionômicas do Cerrado: 18 anos de sucessão ecológica na estação ecológica do Panga, Uberlândia – MG. *Revista Uberlândia. Caminhos de Geografia*, v. 10, n. 32, 2009.

CAZOTO, J. L.; TOZONI-REIS, M. F.C. Construção coletiva de uma trilha ecológica no Cerrado: Pesquisa participativa em educação ambiental. *Revista Ciência & Educação*, v. 14, n.3, p. 575-82, 2008.

CHAPADA IMPERIAL. Reserva Ecológica Chapada Imperial. Brazilândia, Brasília - DF, 2023. Base de dados. Disponível em: <http://www.chapadaimperial.com.br/>. Acesso em: 20 de fev. de 2023.

CORRÊA, B. J. S. et al. Aprendendo Botânica no Ensino Médio por meio de atividades práticas. *Revista da SBEnBio*, n. 9, p. 4314 – 4324, 2016.

DA SILVA, A. N. F., DE ALMEIDA JR, E. B., & DO VALLE, M. G. Exsicatas como recurso didático: contribuições para o ensino de botânica. *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 24632-24639. 2020.

DOS SANTOS, M. C. F. Coleções biológicas para o ensino de ciências: o Herbário Didático do Instituto de Aplicação da UERJ. *Pesquisa em Educação Básica*, p. 12, 2013.

DANTAS, A. P. J., DANTAS, T. A. V., FARIAS, M. I. R. D., SILVA, R. P. D., & COSTA, N. P. D. Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In *Congresso Nacional de Educação (Vol. 3)*. 2016.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico. São Paulo: Instituto de Botânica, 1989.

FIDELIS, A., & PIVELLO, V. R. Deve-se usar o fogo como instrumento de manejo no Cerrado e Campos Sulinos?. *Biodiversidade brasileira*, 1(2), 12-25. 2011.

FILGUEIRAS, T.S. & PEREIRA, B. A S. Flora do Distrito Federal. In: Novaes Pinto, M (org.). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. Brasília. Editora Universidade de Brasília. 345-404. 1993.

FORZZA, R. C., BAUMGRATZ, J. F. A., BICUDO, C. E. M., CANHOS, D. A. L., CARVALHO JR, A. A., NADRUZ COELHO, M. A., COSTA, A. F., COSTA, D. P., HOPKINS, M. G, LEITMAN, P. M. , LOHMANN, L. G., LUGHADHA, E. N., MAIA, L. C., MARTINELLI, G., MENEZES, M., MORIM, M. P., PEIXOTO, M. P., LUNA, A., PIRANI, J. R., PRADO, J. L. P., SOUZA, V. C., STEHMANN, J. R., SYLVESTRE, L. S., WALTER, B. M. T & ZAPPI, D. C. Nova lista florística brasileira destaca os desafios da conservação. *BioScience*, v. 62, p. 39-45, 2012.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Base de dados. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. 2024.

FRANÇOSO, R. D.; HAIDAR, R. F.; MACHADO, R. B. Tree species of South America central savanna: endemism, marginal areas and the relationship with other biomes. *Acta Botanica Brasilica*, Belo Horizonte, v. 30, n. 1, p. 78-86, 2016.

FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 184 p. 2010.

GOODLAND, R. A physiognomic analysis of the cerrado vegetation of Central Brazil. *J. Ecol.* 59:411-419. 1979.

GUIMARÃES, VANIZE DE F.; MENEZES, SEBASTIÃO DE O. *Uso de trilha interpretativa na educação ambiental: uma proposta para o município de Rosário da Limeira (MG)*. II Fórum Ambiental da Alta Paulista, São Paulo, 2006.

HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. *Plant Soil*. 65(2):265-273. 1982.

HARLEY, R.; FRANÇA, F.; SANTOS, E.P.; SANTOS, J.S. Lamiaceae in *Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB000142>. 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. PEVS - Produção Da Extração Vegetal e da Silvicultura. Rio de Janeiro: IBGE, v. 36, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-veg>. Acesso em: 22 mar. 2024.

JANSEN, S., BROADLEY, M.R., ROBBRECHT, E. & SMETS, E. Aluminium hyperaccumulation in angiosperm: a review of its phylogenetic significance. *The Bot. Rev.* 68(2):228-269. 2002.

KINKER, SONIA. *Ecoturismo e Conservação da Natureza em Parques Nacionais*. Campinas: Papirus, 2002.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de biologia*. 6.ed. São Paulo: Edusp, 2008.

LAHSEN, M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; DALLA-NORA, E. L. Undervaluing and overexploiting the Brazilian Cerrado a tour peril. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v.58, n.6, p. 4-15, 2016. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00139157.2016.1229537?scroll=top&needAccess=true>. Acesso em: 21 de mar. de 2024.

LOURENÇO, E. C. D. O. As tribos Cambessedesieae, Marcetieae e Melastomateae (Melastomataceae) no Distrito Federal, Brasil. 2022.

MANO, S., CAZELLI, S., COSTA, A. F., DAMICO, J. S., SILVA, L. C., CURZ, W. S., & GUIMARÃES, V. F. (2017). *Museus de ciências e seus visitantes: estudo longitudinal – 2005, 2009*. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz / Casa Oswaldo Cruz / Museu da Vida. 2013.

MANTOVANI, W. & MARTINS, F. R. Florística do Cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu, SP. *Acta Botanica Brasilica*. 7(1):33-60. 1993.

MARANDINO, MARTHA E SELLES, SANDRA ESCOVEDO E FERREIRA, MARCIA SERRA. *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo, SP: Cortez. 2009.

- MARTINS, A. B. Revisão Taxonômica do gênero *Cambessedesia* DC. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas. 1984.
- MENDONÇA-TORRES D., FONTES M. A. L., & SAMSONAS H P. Relações solo-vegetação na estruturação de comunidades de cerrado sensu stricto no sul de Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 68: 115-128. 2018.
- MENGHINI, F. B. As trilhas interpretativas como recurso pedagógico. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, 2005.
- MUNHOZ, C.B.R. & FELFILI, J.M. Floristics of the herbaceous and sub-shrub layer of a moist grassland in the Cerrado Biosphere Reserve (Alto Paraíso De Goiás), Brazil. *Edinb. J. Bot.* 63(2&3):343354. 2006.
- NARIANE, Q. V., PONTES, A., PEREIRA, A., BARBOSA, C., & COSTA, V. Modelos Didático-Pedagógicos: Estratégias Inovadoras para o Ensino de Biologia. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2, 1-13. 2010.
- NASCIMENTO, M. T. & SADDI, N. Structure and florist in composition in an area of cerrado in Cuiabá - MT, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, 15(1), p. 47-55.1992.
- NEVES, A.; BUNDCHEN, M.; LISBOA, C. P. Impercepção Botânica: é possível superá-la a partir da Educação? *Revista Ciência & Educação (Bauru)*, 25(3), 745-762, 2019.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & MARTINS, F. R. 1986. Distribuição, caracterização e composição florística das formações vegetais da região da Salgadeira, na Chapada dos Guimarães (MT). *Revista Brasileira de Botânica*, 9, p. 207-223.
- PÁDUA, E. M. M.. Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática. CampinasSP: Papirus, 2004.
- PIN, J. R.; ROCHA, M.; RODRIGUES, L.; GÓES, Y.. As trilhas ecológicas como espaços para o ensino de ciências: levantamento de dissertações e teses brasileiras. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 8, n. 2, p. 125-139, 2018.
- PIVELLO, V.R.; CARVALHO, V.M.C.; LOPES, P.F.; PECCININI, A.A.; ROSO, S. Abundance and distribution of native and alien grasses in a "cerrado" (Brazilian savanna) biological reserve. *Biotropica* 31 (1): p. 71-82. 1999.
- RESENDE, N. F. Cerrado: ecologia, biodiversidade e preservação. *Revista Brasileira de Educação e Cultura*, São Gotardo, n. VI, p. 81-90, 2012.
- RIBEIRO, J. F., SILVA, J. C. S. & BATMANIAN, G. J. Fitossociologia de tipos fisionômicos de cerrado em Planaltina – DF. *Revista Brasileira de Botânica* 8:131–142. 1985.
- RIBEIRO, J. F., FELFILI, J. M., WALTER, B. M. T., DE MENDONÇA, R. C., FILGUEIRAS, T. S., & DA SILVA, M. R. Caracterização florística e potencial de uso das espécies vasculares ocorrentes nas fazendas Trijunção, BA. 2001.
- ROBYNS, A. E CAUTRECASAS, J. Flora do Panamá. Parte VI. Família 117. *Sterculiaceae. Ana. Senhorita. Gard* , 51 , 69-107. 1964.
- SANTOS, M. C. F. dos. Coleções biológicas para o ensino de ciências: o herbário didático do Instituto de Aplicação da UERJ. *Revista Cadernos do Aplicação*, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 11-18, 2013.

- SILVA, JMC., e BATES, JM., Biogeographic patterns and conservation in the South America Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *BioScience* vol. 52, no. 3, p. 225-233. 2002.
- SILVA, L. A. & SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta estacional decidual em afloramento de calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, bacia do rio Paranã). *Acta Botânica Brasilica* 7:307-315. 2003.
- SILVA, J. J. L., CAVALCANTE, F. L. P., XAVIER, V. F., & GOUVEIA, L. D. F. P. Produção de exsicatas como auxílio para o ensino de botânica na escola. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, 13(1), 30-37. 2019.
- SILVA, U.S.R. & SILVA MATOS, D. M. The invasion of *Pteridium aquilinum* and the impoverishment of the seed bank in fire prone areas of Brazilian Atlantic Forest. *Biodiversity and Conservation* 15: 3035–3043. 2006.
- SILVEIRA, E. P.; COSTA, R. B.; FELFILI, J. M. Florística da vegetação remanescente de Cerrado sensu stricto em terra indígena no noroeste de Mato Grosso, Brasil. *Revista de Biologia Neotropical*, Goiânia, v. 6, n. 2, p. 15-25, 2009.
- SPECIESLINK. Disponível em: <https://specieslink.net/> . Acesso em: 21 de mar. de 2024.
- SOMAVILLA, N. S. (2011). Aspectos anatômicos, fenológicos e ecofisiológicos de Melastomataceae em vereda e cerrado sensu stricto. *Revista Flora do Brasil*. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em: 21 de mar. de 2024.
- SOUZA, M. C.. Educação Ambiental e as trilhas: contexto para a sensibilização ambiental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 9, n. 2, p. 239-253, 2014.
- SOUZA, V. T.; RAGGI, F. A. S.; FRANCELINO, A. S. S.; FIGEIRÓ, R.; RODRIGUES, D. C. G. A.; SOARES, R. A. R.. Trilhas interpretativas como instrumento de educação ambiental. *Anais III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente*, v. 5, p. 294-304, ago. 2012.
- TANNUS, J.L.S. & ASSIS, M.A. Composição de espécies vasculares de campo sujo e campo úmido em área de cerrado, Itirapina SP, Brasil. *Rev. Brasil. Bot.* 27(3):489-506. 2004.
- VASCONCELLOS, J. M. O.. Trilhas interpretativas: aliando educação e recreação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1. Curitiba. Anais. Curitiba: IAP, UNILIVRE, REDE PRÓ-UC, v.1, p.465-477. 1997.
- VASCONCELOS, C. dos S. Avaliação da aprendizagem: práticas de mudanças. São Paulo: Libertad - Centro de Formações e Assessoria Pedagogia, 1998.
- VIANA, G.C.S. O ensino de botânica em ambientes não formais. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB, 2017.
- VILAR, T. S. Acanthaceae Juss. no Distrito Federal, Brasil. 2009.
- VILELA, R. B., RIBEIRO, A., & BATISTA, N. A. Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo: Uma aplicação aos desafios do mestrado profissional em ensino na saúde. *Millenium*, 2(11), 29-36. 2020.

VIVEIRO, A.A.; DINIZ, R.E.S. Atividades de campo no ensino de ciências e na educação ambiental: aspectos da prática educativa de um grupo de professores. Anais do VII Enpec, 2009.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. Plant species list Science Bulletin, St. Louis, v. 47, n. 1, p. 2-9, 2001.

WHITEHEAD, D. E BEADLE, C. L. Regulação fisiológica da produtividade e uso de água em Eucalyptus: uma revisão. Ecologia e manejo florestal , 193 (1-2), 113-140. 2004.

ZOMPERO, A.F; LABURU, C.E. As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Buenos Aires, v. 5, n. 02, p. 12-19. 2010.

7. SUPPLEMENTARY MATERIAL - Lists of species

Table 1: Species list of ferns and licophytes recorded in the Chapada Imperial Ecological Reserve organized by family with comments on their habitat BRV (besides stream near vereda), small marshy field near the vereda (PCBPV), CPV (cerrado near vereda), CB (Flooded field near vereda).

Família	Espécie	Habitat/Fitofisionomia
Blechnaceae	<i>Telmatoblechnum serrulatum</i>	BRV
Cyatheaceae	<i>Cyathea</i> sp.	BRV
Gleicheniaceae	<i>Dicranopteris</i> sp.	PCBPV
Lycopodiaceae	<i>Palhinhaea camporum</i>	CPV
Lycopodiaceae	<i>Palhinhaea cernua</i>	CB

Table 2: Species list of the Angiosperms identified in the Chapada Imperial Ecological Reserve organized by family with comments on their habitat. Habitats were coded Edge of waterfall and stream in the vereda (BCRV), Edge of stream in the vereda (BRV), Swampy field near the vereda (CBPV), Swampy field (CB), Clean and rocky field (CLR), Dirty field (CC), Cerradão (CRDÃO), Cerradão near riparian and gallery forest (CPMCG), Cerradão near gallery forest (CRDÃOOPMG), Cerrado (C), Cerrado (lato sensu) (CLS), Rocky field Cerrado (CCR), Dirty field Cerrado (CCS), Dirty field and Carrasco Cerrado (CCSC), Dirty and clean field Cerrado (CCSL), Dirty and rocky field Cerrado (CCSR), Cerrado on stony ground (CTP), Cerrado on stony slope near the river (CTPEPR), Cerrado on stony ground near water (CTPPA), Cerrado on the edge of gallery forests and near the vereda (CBMTPV), Cerrado on the access road (CEA), Cerrado near the vereda (CPV), Cerrado close to the vereda (CPV), Cerrado near gallery forests (CPMG), Cerrado near riparian forest (CPMC), Cerrado near riparian and gallery forest

(CPMG), Cerrado near gallery forest (CPMG), Cerrado near sparse gallery forest (CPMGR), Sparse and dirty Cerrado (CRS), Cerrado under the influence of a stream (CIR), Cerrado under the influence of vereda, by the stream (CIVBR), Dirty Cerrado (CS), Cerrado by the stream (CBR), Gallery forests (MG), Small swampy field near the vereda (PCBPV), Near the gallery and riparian forest (PMGC), Vereda of buritis and adjacent cerrado (VBCA).

Família	Espécie	Habitat/Fitofisionomia
Acanthaceae	<i>Justicia irwinii</i> Wassh.	CPV
Acanthaceae	<i>Justicia lanstykii</i>	PCBPV
Acanthaceae	<i>Justicia phyllocalyx</i>	CTPPA
Acanthaceae	<i>Justicia sarothroides</i>	CIVBR
Acanthaceae	<i>Ruellia brevifolia</i>	CPV
Acanthaceae	<i>Ruellia geminiflora</i>	CPV
Acanthaceae	<i>Ruellia incomta</i>	CPV
Acanthaceae	<i>Ruellia nitens</i>	CPV
Amaranthaceae	<i>Gomphrena officinalis</i> Mart.	CPV
Amaranthaceae	<i>Pfaffia</i> sp.	CCSC
Amaryllidaceae	<i>Alstroemeria psittacine</i>	CRDÃO
Anacardiaceae	<i>Anacardium humile</i>	CRDÃO
Annonaceae	<i>Annona crotonifolia</i>	CCSC
Apiaceae	<i>Eryngium juncifolium</i>	CCS
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	CTPPA
Apocynaceae	<i>Mandevilla tenuifolia</i>	CBMTPV
Apocynaceae	<i>Rhodocalyx rotundifolius</i>	CBMTPV
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i>	VBCA
Arecaceae	<i>Syagrus flexuosa</i>	CTPEPR
Arecaceae	<i>Syagrus petraea</i>	CRDÃO
Asteraceae	<i>Achyrocline alata</i>	CPV
Asteraceae	<i>Ageratum fastigiatum</i>	CPV
Asteraceae	<i>Aldama robusta</i>	CPV
Asteraceae	<i>Aspilia leucoglossa</i>	CPV
Asteraceae	<i>Ayapana amygdalina</i>	CIVBR
Asteraceae	<i>Calea hymenolepis</i>	CIVBR
Asteraceae	<i>Chresta sphaerocephala</i>	CIVBR
Asteraceae	<i>Chromolaena odorata</i>	CPV
Asteraceae	<i>Echinocoryne holosericea</i>	CIVBR
Asteraceae	<i>Lepidaploa aurea</i>	CPMGR
Asteraceae	<i>Lessingianthus bardanoides</i>	CTPPA
Asteraceae	<i>Lessingianthus eitenii</i>	CTPPA
Asteraceae	<i>Porophyllum obscurum</i>	CIVBR
Asteraceae	<i>Praxelis capillaris</i>	CIVBR

Asteraceae	<i>Riencourtia oblongifolia</i>	CTPPA
Asteraceae	<i>Sphagneticola trilobata</i>	CIVBR
Asteraceae	<i>Trichogonia salviifolia</i>	CCSC
Asteraceae	<i>Vernonanthura polyanthes</i>	CCSC
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma arvense</i>	CRS
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma goyazense</i>	CRS
Bignoniaceae	<i>Cuspidaria sceptrum</i>	CPV
Bignoniaceae	<i>Jacaranda caroba</i>	CIVBR
Bignoniaceae	<i>Jacaranda ulei</i>	CPMG
Bignoniaceae	<i>Zeyheria montana</i>	CCCCSR
Bixaceae	<i>Cochlospermum regium</i>	CPMC
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia ulei</i>	BRV
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella gracilipes</i>	CPMC
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera abdita</i>	CCS
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i>	CPMCG
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera variabilis</i> Mart. & Zucc.	CCS
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i>	CCSC
Convolvulaceae	<i>Distimake flagellaris</i>	CRS
Convolvulaceae	<i>Evolvulus filipes</i>	CTPPA
Convolvulaceae	<i>Ipomoea procumbens</i>	CCCCSR
Convolvulaceae	<i>Ipomoea squamisepala</i>	PCBPV
Convolvulaceae	<i>Jacquemontia linarioides</i>	C
Cyperaceae	<i>Rhynchospora consanguinea</i>	CTPPA
Cyperaceae	<i>Rhynchospora exaltata</i> Kunth	CIVBR
Cyperaceae	<i>Rhynchospora rugosa</i>	VBCA
Dilleniaceae	<i>Davilla elliptica</i>	CIVBR
Droseraceae	<i>Drosera communis</i>	CTPPA
Eriocaulaceae	<i>Actinocephalus bongardii</i>	CBPV
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon aquatile</i>	BCRV
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus elongatus</i>	CIVBR
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus giganteus</i>	CBPV
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum campestre</i>	CIVBR
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i>	CCCCSR
Euphorbiaceae	<i>Dalechampia caperonioides</i>	CCCCSR
Euphorbiaceae	<i>Manihot tomentosa</i>	CCS
Euphorbiaceae	<i>Manihot violacea</i>	CCS
Euphorbiaceae	<i>Maprounea brasiliensis</i>	CIVBR
Euphorbiaceae	<i>Microstachys ditassoides</i>	CIVBR
Fabaceae	<i>Aeschynomene paniculata</i>	CCS
Fabaceae	<i>Ancistrotropis peduncularis</i>	CCS
Fabaceae	<i>Andira fraxinifolia</i>	CPMCG
Fabaceae	<i>Andira vermífuga</i>	CIVBR
Fabaceae	<i>Bauhinia dumosa</i>	CIVBR
Fabaceae	<i>Bauhinia pulchella</i>	CCS

Fabaceae	<i>Bauhinia rufa</i>	CPMCG
Fabaceae	<i>Bionia coriacea</i>	CCS
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	CRS
Fabaceae	<i>Calliandra dysantha</i>	CCR
Fabaceae	<i>Centrosema bracteosum</i>	CRS
Fabaceae	<i>Cerradicola peduncularis</i>	CC
Fabaceae	<i>Chamaecrista dalbergiifolia</i>	CRS
Fabaceae	<i>Chamaecrista desvauxii</i>	CRS
Fabaceae	<i>Clitoria guianensis</i>	C
Fabaceae	<i>Crotalaria unifoliata</i>	CTPPA
Fabaceae	<i>Ctenodon</i> sp.	CIVBR
Fabaceae	<i>Eriosema glabrum</i>	CTPPA
Fabaceae	<i>Eriosema rigidum</i>	CIVBR
Fabaceae	<i>Harpalyce brasiliiana</i>	C
Fabaceae	<i>Mimosa clausenii</i>	CCS
Fabaceae	<i>Mimosa pseudoradula</i>	CPV
Fabaceae	<i>Mimosa pteridifolia</i>	CPV
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	CPV
Fabaceae	<i>Mimosa sensitiva</i>	CCR
Fabaceae	<i>Paraserianthes lophantha</i>	CPV
Fabaceae	<i>Periandra mediterranea</i>	CPV
Fabaceae	<i>Plathymenia reticulata</i>	CTP
Fabaceae	<i>Senna pendula</i>	CIVBR
Fabaceae	<i>Senna rugosa</i>	CTPPA
Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i>	CTP
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	CRDÃO
Gentianaceae	<i>Curtia</i> sp.	CCS
Gentianaceae	<i>Deianira pallescens</i>	CCSL
Gentianaceae	<i>Schultesia gracilis</i>	PCBPV
Gesneriaceae	<i>Mandirola multiflora</i>	CTPPA
Heliotropiaceae	<i>Euploca salicoides</i>	CPV
Hypoxidaceae	<i>Hypoxis decumbens</i> L.	CTPPA
Iridaceae	<i>Pseudotrimezia juncifolia</i>	CTPPA
Lamiaceae	<i>Amasonia hirta</i>	CRDÃOOPMG
Lamiaceae	<i>Cyanocephalus cuneatus</i>	CRDÃOOPMG
Lamiaceae	<i>Hypenia reticulata</i>	CIVBR
Lamiaceae	<i>Hypenia</i> sp.	CIVBR
Lamiaceae	<i>Hyptidendron caudatum</i>	CIVBR
Lamiaceae	<i>Hyptis goyazensis</i>	CIVBR
Lamiaceae	<i>Hyptis linarioides</i>	CIVBR
Lamiaceae	<i>Hyptis nudicaulis</i>	CTPPA
Lamiaceae	<i>Hyptis saxatilis</i>	CTPPA
Lamiaceae	<i>Hyptis villosa</i>	CIVBR
Lentibulariaceae	<i>Utricularia neottiioides</i>	BCRV

Lythraceae	<i>Cuphea linarioides</i>	CPMG
Lythraceae	<i>Cuphea spermacoce</i>	CCSL
Lythraceae	<i>Diplusodon rosmarinifolius</i>	CPV
Lythraceae	<i>Diplusodon virgatus</i>	CRDÃOPMG
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis anisandra</i>	CPMG
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis campestris</i>	CTPPA
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis laevifolia</i>	CPMG
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis oxyclada</i>	MG
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis stellaris</i>	CCSL
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassa</i>	CCSL
Malpighiaceae	<i>Byrsonima pachyphylla</i>	CIVBR
Malpighiaceae	<i>Byrsonima verbascifolia</i>	CPMG
Malpighiaceae	<i>Pterandra pyroidea</i>	CPMG
Malvaceae	<i>Helicteres saca-rolha</i>	CRDÃOPMG
Malvaceae	<i>Melochia villosa</i>	CIVBR
Malvaceae	<i>Pavonia rosa-campestris</i>	CIVBR
Malvaceae	<i>Peltaea polymorpha</i>	CLR
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i>	CCS
Malvaceae	<i>Sida linifolia</i>	CCS
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	CPV
Melastomataceae	<i>Desmoscelis villosa</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Macairea radula</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Marcetia</i> sp.	CIVBR
Melastomataceae	<i>Miconia burchellii</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Miconia elegans</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Miconia ferruginata</i>	CPV
Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Miconia theaezans</i>	CBR
Melastomataceae	<i>Microlicia euphorbioides</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Microlicia hirsuta</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Microlicia serpyllifolia</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Microlicia viminalis</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Pterolepis glomerata</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Tibouchina candolleana</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Tococa guianensis</i>	CIVBR
Melastomataceae	<i>Trembleya parviflora</i>	CIVBR
Menispermaceae	<i>Cissampelos ovalifolia</i>	CTPPA
Moraceae	<i>Ficus gomelleira</i>	CPMCG
Myrtaceae	<i>Campomanesia pubescens</i>	CIVBR
Myrtaceae	<i>Eugenia angustifolia</i>	CIVBR
Myrtaceae	<i>Eugênia bimarginata</i>	CPMCG
Myrtaceae	<i>Myrcia decrescens</i>	CIVBR
Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i>	CIVBR
Myrtaceae	<i>Myrcia myrtillifolia</i> DC.	CIVBR

Myrtaceae	<i>Myrcia rhodeosepala</i>	CIVBR
Myrtaceae	<i>Psidium firmum</i>	CIVBR
Nyctaginaceae	<i>Guapira graciliflora</i>	CCS
Ochnaceae	<i>Ouratea hexasperma</i>	CCS
Ochnaceae	<i>Ouratea nervosa</i>	CCS
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i>	VBCA
Ochnaceae	<i>Sauvagesia linearifolia</i>	VBCA
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i>	CLS
Onagraceae	<i>Ludwigia</i> sp.	CLS
Onagraceae	<i>Ludwigia tomentosa</i>	CIVBR
Orchidaceae	<i>Epistephium sclerophyllum</i>	CTPPA
Orchidaceae	<i>Habenaria pratensis</i>	CTPPA
Oxalidaceae	<i>Oxalis sepium</i>	CIVBR
Poaceae	<i>Axonopus pressus</i>	CTPPA
Poaceae	<i>Echinolaena inflexa</i>	CTPPA
Poaceae	<i>Oedochloa camporum</i>	CTPPA
Poaceae	<i>Paspalum bicilium</i>	CIVBR
Poaceae	<i>Paspalum lanciflorum</i>	CIVBR
Poaceae	<i>Paspalum stellatum</i>	CIVBR
Polygalaceae	<i>Senega poaya</i>	CLS
Rubiaceae	<i>Alibertia edulis</i>	CIVBR
Rubiaceae	<i>Augusta longifolia</i>	PMGC
Rubiaceae	<i>Borreria latifolia</i>	CTPPA
Rubiaceae	<i>Coccocypselum lanceolatum</i>	CLS
Rubiaceae	<i>Declieuxia dasyphylla</i>	CLS
Rubiaceae	<i>Oldenlandia corymbosa</i>	CLS
Rubiaceae	<i>Palicourea coriacea</i>	CLS
Rubiaceae	<i>Palicourea officinalis</i>	CLS
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	CIVBR
Rubiaceae	<i>Sabicea brasiliensis</i>	CTPPA
Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i>	CCR
Rutaceae	<i>Esenbeckia pumila</i>	CPMG
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	CIVBR
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	CIVBR
Sapotaceae	<i>Micropholis guyanensis</i>	CIVBR
Solanaceae	<i>Schwenckia americana</i>	CPV
Solanaceae	<i>Solanum lycocarpum</i>	CIVBR
Solanaceae	<i>Solanum torvum</i>	VBCA
Symplocaceae	<i>Symplocos nitens</i>	CTPPA
Turneraceae	<i>Turnera lamiifolia</i>	CTPPA
Turneraceae	<i>Turnera longiflora</i>	CPV
Turneraceae	<i>Piriqueta sidifolia</i>	CTPPA
Velloziaceae	<i>Barbacenia tomentosa</i>	CTPPA
Velloziaceae	<i>Vellozia squamata</i>	CEA

Verbenaceae	<i>Stachytarpheta longispicata</i>	CS
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	CPV
Verbenaceae	<i>Lippia lacunose</i>	CRDÃO
Vitaceae	<i>Cissus erosa</i>	CIR
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i>	CPV
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i>	CPV
Vochysiaceae	<i>Vochysia elliptica</i>	CTPPA
Vochysiaceae	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl	CPV
Vochysiaceae	<i>Vochysia pyramidalis</i>	CPV
Xyridaceae	<i>Xyris</i> sp.	CEA
Xyridaceae	<i>Xyris macrocephala</i>	PCBPV
Xyridaceae	<i>Xyris tortula</i>	PCBPV

APÊNDICE A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aos responsáveis legais

O menor de idade pelo qual o(a) senhor(a) é responsável está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa “Trilha ecológica no Cerrado e TIC (tecnologia da informação e comunicação): recursos pedagógicos para o ensino de Botânica.

Meu nome é Rosely Soares Macedo Braz, sou aluna do Mestrado de Botânica, da Universidade de Brasília e pesquisador responsável por esta atividade. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar participar do estudo, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) senhor(a).

O objetivo desta pesquisa é combater a cegueira Botânica por intermédio da elaboração de sequências didáticas ativas e investigativas, com experimentação e uso de TIC (tecnologias da informação e comunicação).

O(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a realização da pesquisa, e lhe asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo(a). Os dados provenientes da participação do(a) menor na pesquisa, obtidos através de questionários, ficarão sob a guarda do pesquisador responsável. Os riscos e desconfortos decorrentes de sua participação na pesquisa sejam eles de origem psicológica, intelectual e/ou emocional, como constrangimento, cansaço, gasto de tempo no decorrer da aplicação do procedimento experimental, serão minimizados, oferecendo ambiente adequado, suporte e atenção qualificada aos participantes, garantia de sigilo, interrupção das etapas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos participantes. E garantia que as respostas do questionário serão confidenciais. Para minimizar o gasto de tempo dos participantes desenvolver-se-á todas as etapas no período regular de aula com o uso de recursos digitais.

Se você achar que a pesquisa ou alguém não respeitou seus direitos, você pode pedir indenização e isso está garantido em lei. Todas as despesas que você tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar quem participou. Quando terminarmos a pesquisa disponibilizaremos os materiais produzidos e o próprio trabalho concluído mostrando os efeitos dos materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem.

Assinatura do(a) responsável

Assinatura do(a) pesquisador(a)

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

A coleta de dados será realizada por meio da aplicação de questionários a estudantes que voluntariamente optarem por utilizar o material digital elaborado nesta pesquisa; da realização de aula com o uso da internet para desenvolver atividades, como palavras cruzadas; perguntas e respostas comentadas; textos com preenchimento de lacunas; relação entre colunas; construção de frases a partir de palavras embaralhadas, além da realização de aulas com cunho investigativo e experimental.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da participação na pesquisa, o(a) senhor(a) deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil. A participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício. O(A) aluno(a) é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios. Todas as despesas que você tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Os resultados da pesquisa serão divulgados no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos pais ou responsáveis pelos participantes por meio da disponibilidade dos materiais produzidos e do próprio trabalho concluído mostrando os efeitos no processo de ensino-aprendizagem de morfologia, fisiologia e anatomia vegetal, podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica. Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone/WhatsApp (61) 98121998 (podendo este contato ser realizado a cobrar) ou e-mail: roselysm@gmail.com.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidas pelo telefone (61) 3107-1592 ou do cep_chs@unb.br, horário de atendimento de 8h às 14h, de segunda a sexta-feira. O CEP/CHS se localiza na Faculdade de Direito, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde com a participação de seu(sua) filho(a), pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) senhor(a).

Brasília, _____ de _____ de _____

Assinatura do(a) responsável

Assinatura do(a) pesquisador(a)

APÊNDICE B

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) aos estudantes menores de 18 anos

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa “Trilha ecológica no Cerrado e TIC (tecnologia da informação e comunicação): recursos pedagógicos para o ensino de Botânica.

Meu nome é Rosely Soares Macedo Braz, sou aluna do Mestrado de Botânica, da Universidade de Brasília e pesquisador responsável por esta atividade. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar participar do estudo, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) senhor(a).

O objetivo desta pesquisa é combater a cegueira Botânica por intermédio da elaboração de sequências didáticas ativas e investigativas, com experimentação e uso de TIC (tecnologias da informação e comunicação).

Nessa pesquisa ninguém vai saber o seu nome e ninguém vai ver sua foto ou imagem, ou seja, sua identidade será mantida em sigilo. Os resultados da pesquisa serão divulgados no Instituto de Biologia da Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos. Os riscos e desconfortos decorrentes de sua participação na pesquisa sejam eles de origem psicológica, intelectual e/ ou emocional, como constrangimento, cansaço, gasto de tempo no decorrer da aplicação do procedimento experimental, serão minimizados, pela utilização de ambiente adequado, suporte e atenção qualificada aos participantes, garantia de sigilo, interrupção das etapas a qualquer momento, quando solicitado pelos participantes e garantia que as respostas do questionário serão confidenciais. Para minimizar o gasto de tempo dos participantes desenvolver-se-á todas as etapas no período regular de aula.

Se você achar que a pesquisa ou alguém não respeitou seus direitos, você pode pedir indenização e isso está garantido em lei. Todas as despesas que você tiver relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável. Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar quem participou. Quando terminarmos a pesquisa disponibilizaremos os materiais produzidos e o próprio trabalho concluído mostrando os efeitos dos materiais didáticos no processo de ensino-aprendizagem.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do(a) pesquisador(a)

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

A coleta de dados será realizada por meio da aplicação de questionários a uma turma piloto de discentes e para no mínimo 2 professores que voluntariamente optarem por utilizar o material digital elaborado nesta pesquisa; da realização de aula com o uso da internet para desenvolver atividades, como palavras cruzadas; perguntas e respostas comentadas; textos com preenchimento de lacunas; relação entre colunas; construção de frases a partir de palavras embaralhadas, além da realização de aulas com cunho investigativo e experimental.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da participação na pesquisa, o(a) senhor(a) deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos pais ou responsáveis pelos participantes por meio da disponibilidade dos materiais produzidos e do próprio trabalho concluído mostrando os efeitos no processo de ensino-aprendizagem de morfologia vegetal, podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica.

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone/WhatsApp (61) 98121998 (podendo este contato ser realizado a cobrar) ou e-mail: roselysm@gmail.com.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidas pelo telefone (61) 3107-1592 ou do cep_chs@unb.br, horário de atendimento de 8h às 14h, de segunda a sexta-feira. O CEP/CHS se localiza na Faculdade de Direito, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o(a) senhor(a).

Brasília, _____ de _____ de _____

Assinatura do(a) participante

Assinatura do(a) pesquisador(a)

APÊNDICE C

Questionário Diagnóstico Inicial: Avaliação do Conhecimento Prévio dos Estudantes

1) Idade:

2) Sexo:

Imagem I



3) Descreva em poucas palavras a imagem acima, citando os seres vivos presentes.

4) Para que serve a Botânica?

5) Você acha importante estudante botânico no ensino médio?

() Sim

() Não

6) Como você acredita que o conhecimento sobre Botânica pode ser útil em sua vida cotidiana ou em sua comunidade?

() Sim

() Não

Justifique sua resposta.

7) Você acredita que é importante conscientizar as pessoas sobre a importância das plantas e incentivar o estudo da Botânica? Por quê?

Imagem II



8) Identifique os grupos das plantas da imagem II acima.

9) Você se considera familiarizado(a) com plantas e seu ambiente natural?

☐ Sim

☐ Não

10) Qual é o seu nível de conhecimento sobre plantas?

☐ Baixo

☐ Médio

☐ Alto

11) Você costuma se interessar por plantas, sua classificação, características, ou sua importância ecológica?

☐ Sim, sempre

☐ Às vezes

☐ Raramente

☐ Nunca

12) Qual(is) metodológica(s) você acredita que podem ser utilizadas para se alcançar uma aprendizagem significativa em Botânica?

☐ Atividade de fixação

☐ Saída de campo

☐ Atividade em dupla/grupo

☐ Aulas práticas / Experimentos

☐ Jogos

☐ Seminários (Aula invertida)

☐ Vídeos / Recursos áudios visuais

☐ Outros - Forneça sua sugestão: _____

13) Qual a sua percepção sobre o uso de jogos que envolvam conteúdos escolares?

- ☐ Nunca utilizei.
- ☐ Não acredito que possa contribuir com meu aprendizado.
- ☐ Acredito que possa ajudar a entender os conteúdos escolares.
- ☐ Já utilizei, mas não contribuiu como minha aprendizagem.
- ☐ Já utilizei e auxiliou o entendimento sobre o conteúdo escolar.

16) Comentários adicionais ou informações que você gostaria de compartilhar sobre sua percepção e conhecimento sobre plantas:

APÊNDICE D

Questionário Diagnóstico Final

1) Idade:

2) Sexo:

3) Das atividades propostas no desenvolvimento da sequência didática, você participou de quais? (Marque todas que se aplicam)

☐ Aulas expositivas

☐ Atividade de fixação *online* - Moodle

☐ Atividade de fixação impressas

☐ Ilustração Científica de Plantas Utilizando Técnica de Aquarela

☐ Aula prática no jardim

☐ Atividade do *Hot Potatoes* - Palavra cruzada

☐ Atividade do *Hot Potatoes* - Estudo dirigido

☐ Aula prática – Ação do etileno

☐ Aula prática - Fototropismo.

☐ Jogo - “Aprendendo e Jogando com as Plantas”

☐ Montagem de exsicata

4) Quanto ao seu interesse pelo estudo sobre vegetais, após a participação da sequência didática, você se considera:

☐ Não interessado.

☐ Pouco interessado.

☐ Interessado.

☐ Muito interessado.

5) Qual fator, em sua opinião, exerce maior influência na aprendizagem de Botânica?

6) Entre as atividades da sequência didática, qual você mais se identificou? (É possível selecionar mais de uma atividade)

☐ Aulas expositivas

☐ Atividade de fixação *online* - *Forms*

☐ Atividade de fixação impressas

☐ Ilustração Científica de Plantas Utilizando Técnica de Aquarela

☐ Aula prática no jardim

☐ Atividade do *Hot Potatoes* - Palavra cruzada

☐ Atividade do *Hot Potatoes* - Estudo dirigido

☐ Aula prática – Ação do etileno

☐ Aula prática - Fototropismo.

☐ Jogo - “Aprendendo e Jogando com as Plantas”

☐ Montagem de exsicata

7) Pensando nas atividades desenvolvidas da sequência didática, qual a sua avaliação para cada uma destas?

☐ Aulas expositivas

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Atividade de fixação *online* - *Forms*

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Atividade de fixação impressas

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Ilustração Científica de Plantas utilizando Técnica de Aquarela

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Aula prática no jardim

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Atividade do *Hot Potatoes* - Palavra cruzada

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Atividade do *Hot Potatoes* - Estudo dirigido

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Aula prática – Ação do etileno

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Aula prática - Fototropismo.

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Jogo - “Aprendendo e Jogando com as Plantas”

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

☐ Montagem de exsicata

☐ Ruim ☐ Regular ☐ Bom ☐ Muito bom ☐ Excelente

8) Entre as atividades da sequência didática, quais você mais gostou? (É possível selecionar mais de uma atividade)

- ☐ Aulas expositivas
- ☐ Atividade de fixação *online* - *Forms*
- ☐ Atividade de fixação impressas
- ☐ Ilustração Científica de Plantas Utilizando Técnica de Aquarela
- ☐ Aula prática no jardim
- ☐ Atividade do *Hot Potatoes* - Palavra cruzada
- ☐ Atividade do *Hot Potatoes* - Estudo dirigido
- ☐ Aula prática – Ação do etileno
- ☐ Aula prática - Fototropismo.
- ☐ Jogo - “Aprendendo e Jogando com as Plantas”
- ☐ Montagem de exsicata

9) Qual é a sua avaliação da sequência didática no ensino de Botânica para favorecer a aprendizagem?

- ☐ Muito satisfatória
- ☐ Satisfatória
- ☐ Neutra
- ☐ Insatisfatória
- ☐ Muito insatisfatória

10) Após vivenciar a sequência didática relacionada com Botânica, como você descreveria o seu interesse atual por estudar plantas?

- ☐ Aumentou significativamente
- ☐ Aumentou

☐ Diminuiu significativamente

☐ Diminuiu

☐ Sem alteração

11) Apresentem um registro com suas percepções sobre a sequência didática no ensino de Botânica, incluindo comentários sobre o conteúdo, metodologia e sua experiência geral.

12) Você acredita que a metodologia da trilha investigativa no ensino de Botânica proporcionou uma compreensão mais profunda dos conceitos abordados, promovendo maior engajamento dos alunos com o conteúdo? Por favor, compartilhe suas percepções e experiências em relação à eficácia dessa abordagem, incluindo comentários sobre o conteúdo, a metodologia empregada e sua experiência geral.

13) Qual a sua sugestão para melhorarmos atividades realizadas?

APÊNDICE E

Questionário de Avaliação Inicial: Explorando Conhecimentos sobre Botânica e o Bioma Cerrado

- 1) Idade:

- 2) Sexo:

- 3) Cite três animais típicas do bioma Cerrado.

- 4) Cite três plantas típicas do bioma Cerrado.

- 5) Qual é o seu nível de conhecimento sobre o bioma Cerrado?
 - a) Não tenho conhecimento
 - b) Tenho conhecimento básico
 - c) Tenho conhecimento intermediário
 - d) Tenho conhecimento avançado
 - e) Tenho conhecimento especializado

- 6) Você consegue identificar algumas espécies de plantas típicas do cerrado?
 - () Sim
 - () Não

- 7) Quanto você sabe sobre botânica? (Ex: identificação de plantas, características das espécies, etc.)
 - a) Nada

- b) Tenho um conhecimento básico
- c) Tenho algum conhecimento
- d) Tenho um conhecimento considerável
- e) Tenho um conhecimento avançado

8) Explorando a Botânica e a Conservação do Cerrado:

Quais são suas percepções sobre a importância da conservação do Cerrado?

9) Percepção do autoconhecimento dos estudantes sobre as plantas do Cerrado:

Você se considera familiarizado com as plantas típicas do Cerrado?

10) As funções ecológicas das plantas:

Quais funções você acha que as plantas desempenham no ecossistema do Cerrado?

Como as plantas do Cerrado contribuem para a biodiversidade e equilíbrio ecológico?

APÊNDICE F

Questionário de Avaliação Final: Reflexões Ecológicas na Reserva Chapada Imperial

1) Idade:

2) Sexo:

3) Cite três animais típicas do bioma Cerrado.

4) Cite três plantas típicas do bioma Cerrado.

5) Como você avalia a relevância da atividade de trilha ecológica no Cerrado para a aplicação dos conteúdos de Botânica e o aprofundamento do conhecimento sobre esse bioma?

☐ Muito importante.

☐ Importante.

☐ Pouco importante.

☐ Sem importante.

☐ Não sei opinar.

6) Após a atividade, você sente que seu conhecimento sobre o bioma Cerrado aumentou?

☐ Sim, significativamente

☐ Sim, moderadamente

- ☐ Não
- ☐ Um pouco
- ☐ Não sei/não tenho certeza

7) Você aprendeu algo novo sobre a Botânica durante a atividade?

- ☐ Sim, significativamente
- ☐ Sim, moderadamente
- ☐ Não
- ☐ Um pouco
- ☐ Não sei/não tenho certeza

8) Você acredita que as trilhas interpretativas são eficazes para aprender sobre a Botânica e a preservação do Cerrado?

- ☐ Sim, significativamente
- ☐ Sim, moderadamente
- ☐ Não
- ☐ Um pouco
- ☐ Não sei/não tenho certeza

9) Você sente que esta atividade aumentou sua conscientização sobre a importância da conservação do Cerrado?

- ☐ Sim, significativamente
- ☐ Sim, moderadamente
- ☐ Não
- ☐ Um pouco

() Não sei/não tenho certeza

10) Você acredita que a sequência didática ajudou a superar a falta de conhecimento botânico? Por favor, explique.

11) Depois de participar desta atividade, você se sente mais motivado a aprender sobre Botânica e conservação do Cerrado?

12) Você tem alguma sugestão para melhorar atividades futuras relacionadas à botânica e à conservação do Cerrado?

APÊNDICE G**ANEXO II****Palavras cruzadas sobre briófitas e pteridófitas**

Primeiro grupo de plantas a colonizar o ambiente terrestre.

Resposta: BRIÓFITAS

Tipo de transporte de seiva bruta e elaborada muito lento que acontece nas células das briófitas.

Resposta: DIFUSÃO

Fase da vida nas plantas em que suas células são haploides; é a fase predominante nas briófitas.

Resposta: GAMETÓFITO

Nas briófitas, é a estrutura responsável pela fixação das plantinhas no solo.

Resposta: RIZOIDES

Primeiro grupo de plantas que desenvolveu um sistema de transporte de seiva bruta e elaborada por meio de tecidos condutores de seiva, representados pelo xilema e floema.

Resposta: PTERIDÓFITAS

Órgão produtor de gametas.

Resposta: GAMETÂNGIO

Fase em que o corpo das plantas é constituído por células diploides; é a fase dominante no ciclo de vida das pteridófitas.

Resposta: ESPORÓFITO

O nome dos gametas masculinos flagelados das plantas briófitas e pteridófitas, produzidos nos anterídios, com capacidade de nadar ativamente.

Resposta: ANTEROZOIDES

Termo relativo às plantas com órgãos reprodutores escondidos, ou pouco visíveis e que não possuem sementes.

Resposta: CRIPTÓGAMAS

Gametófito das samambaias, originado da germinação de um esporo.

Resposta: PROTALO

Pontinhos amarronzados ou ferrugíneos, na superfície inferior das folhas das samambaias, responsáveis pela produção dos esporos; conjunto de esporângios.

Resposta: SOROS

Gameta feminino das criptógamas, produzido no arquegônio.

Resposta: OOSFERA

Órgãos vascularizadas (com xilema e floema), responsáveis por fixar a pteridófitas e outras plantas no solo e absorver água e sais minerais.

Resposta: RAIZ

Tipo de reprodução assexuada em que um broto se desprende e origina um novo indivíduo; pode ocorrer em fungos, hidras, esponjas e em pteridófitas, quando o broto do rizoma origina um estolho, que cresce, forma novas raízes e folhas e depois se destaca da planta original.

Resposta: BROTAMENTO

APÊNDICE H

ANEXO V

Plantas comem?

Aristóteles (384-322 a.C.), filósofo e biólogo grego, foi o primeiro a registrar sobre o conceito da nutrição mineral das plantas. Nessa época, afirmava que as plantas eram como animais invertidos, que mantêm a boca no chão. Ele propôs a teoria do húmus ou a teoria humística, na qual acreditava que a planta se alimentava diretamente de pequenas porções de húmus, utilizando as raízes (**folhas - raízes**) como se fossem a sua “boca”. Assim, as primeiras ideias relativas à nutrição das plantas eram diferentes das noções atuais.

Figura 1. Ilustração relativa à teoria humista sobre as plantas.



Fonte: Universidade Das Crianças (2023).

As plantas são seres autótrofos (**autótrofos - heterótrofos**) fotossintetizantes. Elas estão na base da cadeia alimentar. Na fotossíntese, as plantas usam substâncias inorgânicas, como o gás carbônico (oxigênio - carbônico) e a água, para produzir moléculas orgânicas (**orgânicas - inorgânicas**), como a glicose, sacarose e amido. O crescimento e o desenvolvimento das plantas dependem de fatores que influem sobre sua fotossíntese, tais como luz, temperatura, água e gás carbônico.

Além da fotossíntese (**fotossíntese - quimiossíntese**), as plantas também dependem de um fluxo contínuo de água e sais minerais, que nutrem suas células e que são essenciais para o desempenho das principais funções metabólicas do seu corpo. O estudo sobre como as plantas obtêm e utilizam os nutrientes minerais denomina-se **nutrição mineral**.

Dezesseis elementos químicos são considerados como nutrientes essenciais à vida das plantas. Veja a lista deles a seguir e escreva o símbolo de cada um: carbono (**C**), hidrogênio (**H**), oxigênio (**O**), nitrogênio (**N**), fósforo (**P**), potássio (**K**), cálcio (**Ca**), magnésio (**Mg**), enxofre (**S**), ferro (**Fe**), manganês (**Mn**), zinco (**Zn**), cobre (**Cu**), boro (**B**), cloro (**Cl**) e molibdênio (**Mo**). As plantas retiram estes elementos químicos dos sais minerais do solo (**solo - ar**). Os nutrientes minerais são absorvidos na forma de íons inorgânicos e entram na biosfera do planeta através do sistema radicular das plantas, predominantemente.

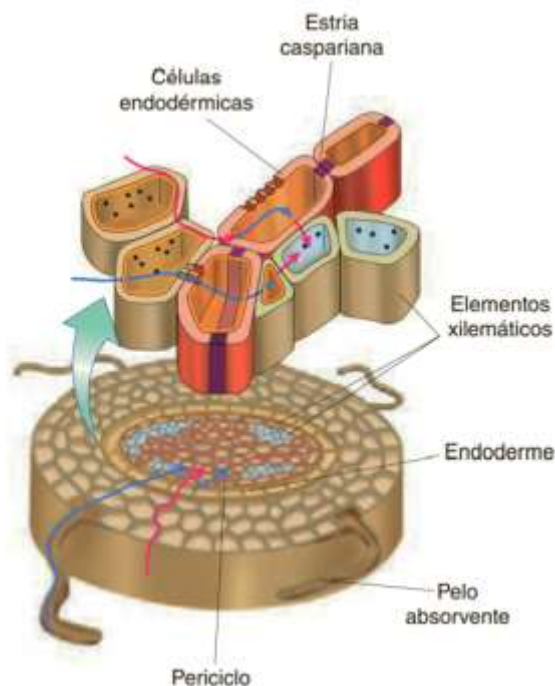
Como os nutrientes do solo entram na planta?

Vamos entender o processo de entrada dos nutrientes nas raízes (**raízes - folhas**). Estes nutrientes do solo são sólidos (**líquidos - sólidos**), são a própria terra, originária da degradação de rochas e interação com microorganismos. A água do solo solubiliza os constituintes de suas partículas, originando uma solução de sais minerais. As chuvas e a rega artificial se incumbem de formar essa solução aquosa e nutritiva no solo, que ocupa espaços entre suas partículas.

As raízes estão em contato com o solo, inclusive com esta solução nutritiva (**nutritiva - desnutritiva**). As células da epiderme radicular estão em contato direto com este ambiente subterrâneo, seguidas pelas células de outros tecidos da raiz, quais sejam parênquima, endoderme, periciclo, xilema e floema.

O deslocamento da solução aquosa desde o solo, em direção ao centro raiz pode ser feito pelo apoplasto, onde a água e os sais dissolvidos passam pelos espaços externos às membranas plasmáticas celulares. Outra via é o simplasto, atravessando pelo citoplasma das células epidérmicas e corticais até chegar aos vasos do xilema (**xilema - floema**) (Figura 2).

Figura 2. Trajeto da água e dos sais minerais pelo apoplasto (linha rósea) em contraposição ao deslocamento via simplasto (linha azul).



Fonte: Olho na Vaga (2023).

A via apoplástica

O apoplasto (linha rósea da Figura 2) é constituído pelo caminho formado pelas paredes celulares primárias das células radiculares. Estas paredes celulares são constituídas por celulose (**quitina - celulose**), hemicelulose e pectina, que são substâncias hidrofílicas (**hidrofóbicas - hidrofílicas**) (hydro = água, mais philos = o que gosta de, amigo), ou seja, substâncias com afinidade por água. As paredes celulares das raízes, por conseguinte, são hidrofílicas (**hidrofóbicas - hidrofílicas**), portanto, são hidratadas, constituindo uma via de difusão da água e dos sais minerais da solução do solo para dentro da raiz.

Notar que a via apoplástica ocorre por simples processo passivo (**ativo - passivo**) da difusão das substâncias em solução aquosa. Assim, não há seleção dos nutrientes; eles apenas se difundem das regiões em que estão mais (**menos - mais**) concentrados, geralmente o solo, para as regiões de menor (**menor - maior**) concentração, que são as paredes das células das raízes.

Esta via apoplástica ocorre até chegar no tecido denominado endoderme. Nas células da endoderme, a parede celular é impregnada por suberina, que é um lipídeo do grupo das ceras, portanto a suberina é hidrofóbica (hydro = água, mais phobos = o que tem repulsão). Desta forma, a região suberificada da parede celular da endoderme é hidrofóbica (**hidrofóbica - hidrofílica**), ou seja, impede a passagem apoplástica da água

dali em diante, e, por conseguinte, dos sais minerais dissolvidos na água. Na endoderme, a solução nutritiva é direcionada para a via simplástica, como veremos a seguir.

A via simplástica

O simplasto (linha azul da Figura 2 mais acima) é formado pelo trajeto contínuo (**contínuo - descontínuo**), desde a plasmalema (= membrana plasmática), passando por dentro das células, em seus citoplasmas, e atravessando de uma célula para outra por meio de seus plasmodesmas. Estes plasmodesmas (**núcleos - plasmodesmas**) são pontes de citoplasmas, delimitados por membrana, que atravessam a parede celular primária, como se fossem tubulações muito estreitas e que comunicam os (**núcleos - citoplasmas**) de duas células vegetais vizinhas entre si. Assim, a água e os sais minerais podem seguir pela via simplástica desde a epiderme (**endoderme - epiderme**) até o interior da raiz.

A via simplástica é iniciada quando a solução do solo atravessa a plasmalema das células da epiderme. Como é sabido, a plasmalema (**plasmalema - parede**) é formada por bicamada lipídica (**lipídica - proteica**), com proteínas mergulhadas na mesma. A plasmalema tem permeabilidade seletiva (**total - seletiva**). A água e os sais minerais que atravessam a plasmalema e entram no citoplasma são selecionados conforme as propriedades seletivas desta membrana e conforme as necessidades do corpo da planta.

No caso da via apoplástica (**apoplástica - simplástica**), as paredes não têm esta seletividade. Como vimos, o trajeto da solução segue pelas paredes celulares, até ser barrado pela suberina (**lignina - suberina**) presente na parede das células da endoderme. Assim, na endoderme, a via apoplástica é interrompida e a solução nutritiva passa a seguir a via simplástica, pois atravessa a plasmalema das células da endoderme, seguindo assim pelos citoplasmas e plasmodesmas celulares até o xilema (**floema - xilema**), onde vai compor a seiva bruta.

Por que a via apoplástica é interrompida na endoderme? Que vantagens adaptativas estas características proporcionam para os vegetais?

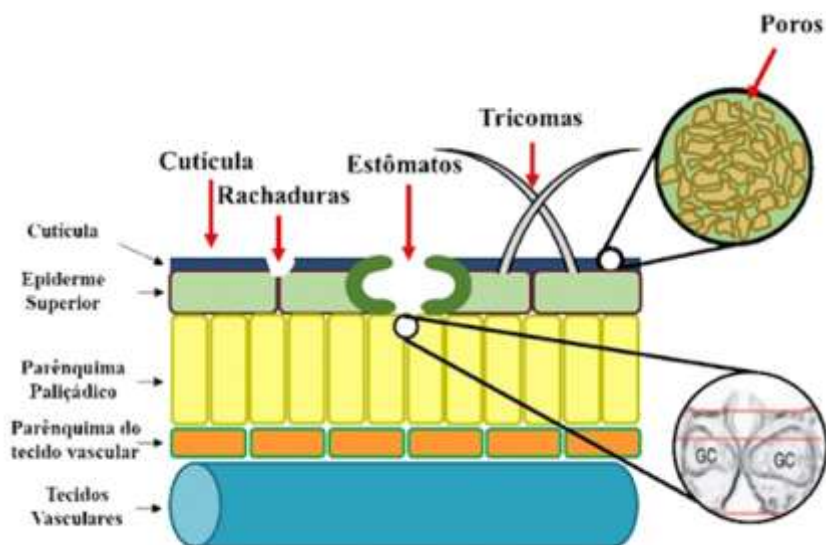
Como vimos, na via apoplástica, não há seleção da quantidade de água e de nutrientes que comporão a seiva bruta (**elaborada - bruta**) no xilema. Isto ocorre porque os constituintes da solução do solo não correspondem necessariamente às necessidades do corpo da planta. Como os elementos condutores do xilema (traqueídes e elementos de vaso) são mortos (**mortos - vivos**), eles não possuem membrana plasmática, nem citoplasma para selecionar o que transportarão para todo o corpo da planta.

Não fosse a endoderme forçar a via simplástica (**apoplástica - simplástica**), o xilema transportaria grandes volumes de minerais em dissonância com as necessidades fisiológicas do corpo vegetal. A seleção natural ao longo da evolução da vida na Terra resultou em plantas que têm a capacidade de transportar a seiva bruta conforme suas necessidades. Isto ocorre devido à seleção dos nutrientes ao nível da endoderme (**endoderme - epiderme**) das raízes.

Absorção de nutrientes pelas folhas

Alternativamente, a aquisição de nutrientes pode ocorrer através da epiderme (**endoderme - epiderme**) das folhas. Os nutrientes entram em contato com a folha e ocorre o transporte passivo (**ativo - passivo**), onde os íons passam pelas rachaduras ou poros na cutícula foliar, difundindo na parede celular e espaços intracelulares até atravessar a plasmalema e chegar no citoplasma (Figura 3).

Figura 3. Absorção de nutrientes pela folha, atravessando a cutícula ou entrando pelos estômatos.



Fonte: Gomes et al. (2019).

Outra via de entrada são os estômatos (**estômatos - tricomas**) que, uma vez abertos (**abertos - fechados**) durante a transpiração foliar, podem constituir portas de entrada de soluções nutritivas.

A adubação foliar é uma prática agrícola muito (**pouco - muito**) eficiente, pois proporciona economia de adubos. Ao mesmo tempo, é um processo delicado, pois requer

soluções contendo concentrações baixas (**altas - baixas**) dos nutrientes, para não desidratar os tecidos por osmose.

O processo de assimilação mineral pode ser beneficiado também por agentes como as bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos, que absorvem nutrientes minerais e água do solo, transferindo-os para as raízes. Após serem absorvidos, os elementos minerais são translocados para as diferentes partes da planta, onde servem em numerosas funções biológicas.

Por que as plantas precisam dos nutrientes do solo?

Os elementos químicos carbono, hidrogênio e oxigênio são os principais constituintes do corpo vegetal. O carbono provém do ar atmosférico na forma de gás carbônico (CO_2), que é fixado na fotossíntese, enquanto o H e O vêm da água (H_2O). Além destes elementos, há outros que compõem os nutrientes das plantas.

As plantas, assim como outros seres vivos, precisam de uma quantidade balanceada (**desequilibrada - balanceada**) de nutrientes que possibilitam seu desenvolvimento adequado. Quando ocorre excesso ou ausência de um dos elementos químicos vitais ao seu ciclo de vida, a planta não terá o desenvolvimento adequado e ainda sua vida pode ser comprometida.

Os nutrientes são importantes para todos (**alguns - todos**) os seres vivos. As plantas são seres vivos (**vivos - mortos**) e, como tal, necessitam dos nutrientes para a constituição química de suas células, que é a função estrutural dos nutrientes. Os nutrientes também desempenham funções importantes no metabolismo das plantas.

Podemos classificar as funções dos minerais como:

- Estrutural: faz parte da estrutura de qualquer composto orgânico (**orgânico - inorgânico**) vital para a planta.
- Constituinte de enzimas: faz parte de uma estrutura específica de uma enzima, chamado grupo prostético/ativo de enzimas.
- Ativador enzimático: não faz parte da estrutura da enzima, mas a enzima adquire uma configuração específica quando perto do elemento químico, tornando-se ativa.

Vale lembrar que os nutrientes minerais também podem afetar a velocidade de muitas reações no metabolismo do vegetal.

Os elementos minerais essenciais em geral podem ser divididos em macronutrientes e micronutrientes, de acordo com suas concentrações relativas nos tecidos vegetais. Os macronutrientes (**macronutrientes - micronutrientes**) nitrogênio,

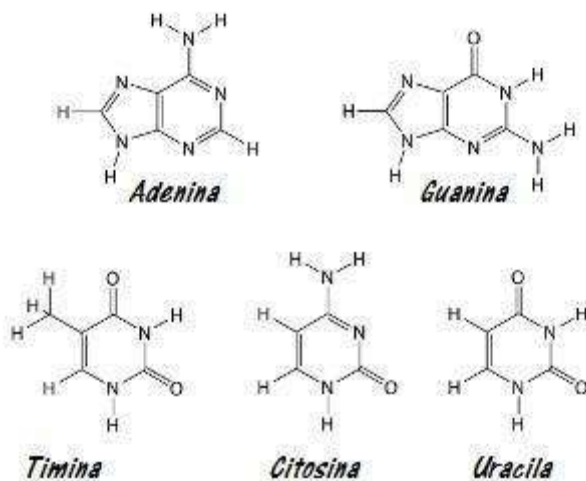
potássio, fósforo, cálcio, enxofre e magnésio, são necessários em grandes quantidades para as plantas. Já os micronutrientes (**macronutrientes - micronutrientes**) ferro, manganês, boro, zinco, cobre, molibdênio, níquel e cloro são requeridos em quantidades relativamente pequenas.

O quadro abaixo resume o papel dos macronutrientes no organismo vegetal. Escreva o nome de cada elemento químico essencial para as plantas a partir de seu símbolo químico.

Nutriente	Papel Fisiológico
Nitrogênio (N)	Essencial para a síntese proteica e de ácidos nucleicos. Diversos aminoácidos que formam as proteínas têm nitrogênio em suas moléculas. Já o ácido desoxirribonucleico (DNA) e o ácido ribonucleico (RNA) são constituídos por ácido fosfórico, pentoses e bases nitrogenadas, ou seja, possuem nitrogênio (tungstênio - nitrogênio).
Fósforo (P)	Essencial para a síntese de ATP e de ácidos nucleicos. Cada molécula de ATP tem três átomos de fósforo (fósforo - flúor). O ácido fosfórico confere características ácidas aos ácidos nucleicos (DNA e RNA).
Potássio (K)	Relacionado às trocas iônicas entre a célula e o meio; envolvido nos movimentos de abertura e fechamento dos estômatos durante a transpiração (transpiração - excreção) foliar.
Enxofre (S)	Utilizado para a síntese de aminoácidos essenciais, que fazem parte das proteínas (celuloses - proteínas).
Magnésio (Mg)	Tem um átomo de magnésio em cada molécula de clorofila.
Cálcio (Ca)	Constituinte da parede celular e essencial para a estabilidade das membranas celulares, regulando sua permeabilidade seletiva.

Analise as moléculas a seguir e identifique os elementos químicos que participam de sua constituição. Escreva nas lacunas se cada elemento é um macronutriente, micronutriente ou se é um composto orgânico.

Figura 4. Estrutura das diferentes bases nitrogenadas (adenina, guanina, timina, citosina e uracila), que compõem os ácidos nucleicos do DNA e do RNA das células vegetais e animais.



Fonte: Mundo Vegetal (2023).

Constituinte químico: macronutriente, micronutriente ou orgânico.

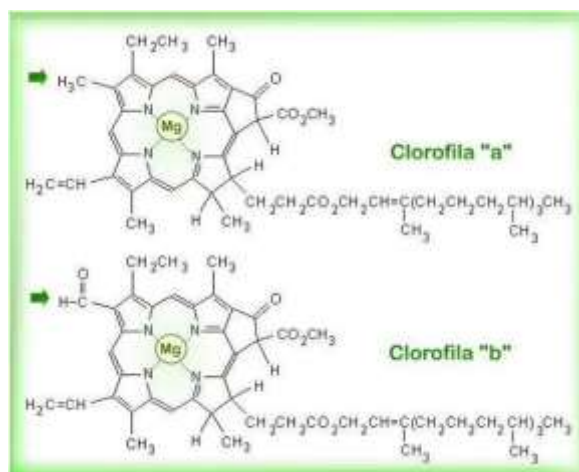
(orgânico) carbono - símbolo químico C

(orgânico) hidrogênio - símbolo químico H

(orgânico) oxigênio - símbolo químico O

(macronutriente) nitrogênio - símbolo químico N

Figura 5. Estrutura da clorofila “a” e da clorofila “b”.



Fonte: Nascimento (2023).

Constituinte químico: macronutriente, micronutriente ou orgânico.

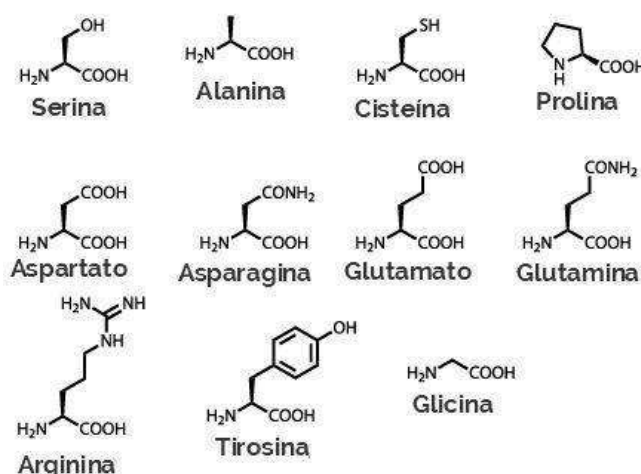
(orgânico) hidrogênio - símbolo químico H

(macronutriente) magnésio - símbolo químico N

(orgânico) carbono - símbolo químico C

(orgânico) oxigênio - símbolo químico O

Figura 6. Estrutura dos aminoácidos, que constituem as proteínas encontradas nos vegetais e animais.



Fonte: Brasil Escola (2023).

Constituinte químico: macronutriente, micronutriente ou orgânico.

(orgânico) hidrogênio - símbolo químico H

(macronutriente) nitrogênio - símbolo químico N

(orgânico) carbono - símbolo químico C

(orgânico) oxigênio - símbolo químico O

(macronutriente) enxofre - símbolo químico S

As moléculas de aminoácidos, além dos elementos carbono, oxigênio e hidrogênio, também apresentam o elemento nitrogênio em todas as suas estruturas; este nitrogênio (**hidrogênio - nitrogênio**) faz parte do agrupamento amina, presente em todos os aminoácidos.

De onde vem estes macronutrientes e micronutrientes listados acima? Eles originam-se principalmente do solo (**ar - solo - água**).

De onde vem os três elementos químicos típicos de todos os compostos orgânicos listados acima? O carbono origina-se do gás carbônico do ar, fixado na fotossíntese

(**fotossíntese - respiração**). Já o hidrogênio e o oxigênio originam-se da molécula da água (**terra - água**).

Agora que você aprendeu sobre nutrição mineral, o que acha, Aristóteles estava totalmente errado na teoria humística? Estaria correto ou errado em que aspectos? Comente com seus colegas e com o(a) professor(a).

BIBLIOGRAFIA

ARNON, D.I.; STOUT, P.R. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to copper. *Plant Physiology*, Waterbury, Vv. 14, n. 2, p. 371–375, 1939.

BRASIL ESCOLA. O que é aminoácido? Uol, 2022. <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/quimica/o-que-e-aminoacido.htm>

FONTES, P.C.R. 2011. *Nutrição Mineral de Plantas: avaliação e diagnose*. Viçosa: Arka, 2011. 296p.

GOMES, M. H. F. et al. In vivo evaluation of Zn foliar uptake and transport in soybean using X-ray absorption and fluorescence spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 14 out. 2019.

KERBAUY, Gilberto Barbante. *Fisiologia vegetal* 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2012. 431 p.

MUNDO EDUCAÇÃO. Constituição dos ácidos nucleicos. Uol, 2023. <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/a-formacao-acidos-nucleicos.htm> Acesso em 04/03/2023.

NASCIMENTO, P.S. do. Clorofila. Infoescola, 2023. <https://www.infoescola.com/plantas/clorofila/> Acesso em 04/03/2022.

OLHO NA VAGA. <https://olhonavaga.com.br/flashcards/cartao?id=20199>. 2023.

RAVEN Peter H; EVERT, Ray Franklin; EICHHORN, Susan E. *Biologia vegetal*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, 830p.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. *Fisiologia vegetal* Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

UNIVERSIDADE DAS CRIANÇAS. <http://www.universidadedascrianças.org/perguntas/plantas-comem/>. 2023.

APÊNDICE I

Explorando o Fototropismo: Uma Aula Prática de Observação e Experimentação

Objetivos

- Compreender o conceito de fototropismo e sua importância para o crescimento das plantas.
- Observar o efeito da luz solar no crescimento das plantas através de um experimento prático.
- Analisar os resultados do experimento para inferir sobre os mecanismos envolvidos no fototropismo.

Introdução

As sementes são estruturas complexas que representam uma importante adaptação evolutiva das plantas terrestres, permitindo a dispersão eficiente e a sobrevivência em ambientes variados. Originadas de óvulos modificados, as sementes são compostas por um envoltório externo, um embrião latente e tecidos de reserva, como o Endosperma. Essa combinação de características confere às sementes a capacidade de permanecerem viáveis por longos períodos e de germinarem quando as condições ambientais são favoráveis.

A germinação de uma semente é desencadeada por fatores externos, como umidade e temperatura adequadas. Sob condições ideais, ocorre a absorção de água, ativando processos metabólicos que levam à emergência do embrião e ao crescimento inicial da planta.

Os tropismos são respostas direcionadas de crescimento das plantas a estímulos ambientais específicos. Um dos mais estudados é o fototropismo, no qual o crescimento é direcionado em resposta à luz. Quando uma planta é exposta a uma fonte luminosa unilateralmente, ocorre uma redistribuição do hormônio vegetal ácido indolacético (AIA), com maior acumulação na região sombreada. Isso resulta na supressão do crescimento do lado iluminado e no crescimento aumentado do lado sombreado, levando à curvatura do caule em direção à luz. Este fenômeno é mediado por complexos processos de percepção luminosa e transdução de sinal que envolvem proteínas fotossensíveis e modulação da expressão gênica.

O fototropismo desempenha um papel crucial na otimização da captura de luz para a fotossíntese e na orientação do crescimento das plantas em direção às fontes de luz, maximizando sua eficiência energética e adaptação ao ambiente.

Materiais

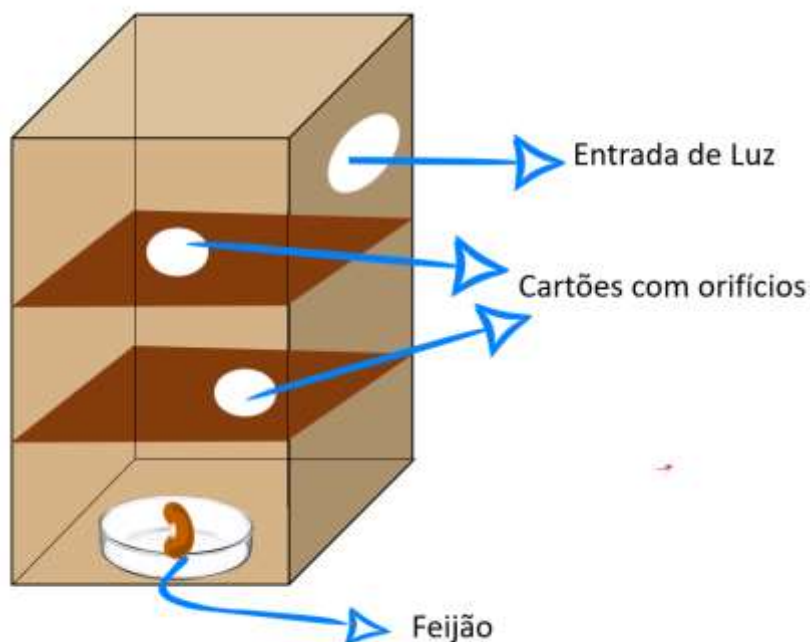
- Uma vasilha ou pequeno vaso com aproximadamente 5 cm de altura

- Terra vegetal adubada
- Água
- Sementes de feijão
- Uma caixa de papelão
- Fita adesiva
- Papel cartão
- Tesoura

Procedimento:

Corte na caixa de papelão uma abertura circular para permitir a entrada de luz.

Preparar o interior da caixa de sapato com as 2 lâminas de papelão, deixando uma com o orifício para a esquerda e outra com o orifício para a direita. Conforme imagem.



Prepare o recipiente que servirá de vaso, colocando terra vegetal adubada já úmida.

Plante algumas sementes de feijão na terra e regue.

Coloque o vaso dentro da caixa de papelão, deixar em um local iluminado para que ocorra a germinação e feche-a com fita adesiva.

Diariamente, regue o vaso e observe o crescimento das plantas em direção à abertura na caixa.

Perguntas para Reflexão

1) Por que as plantas precisam crescer em direção à luz solar?

- 2) Qual é o papel da auxina no processo de fototropismo?
- 3) Como a estrutura da planta é afetada pelo fototropismo?
- 4) Explique por que as plântulas de feijão crescem em direção aos buracos na caixa de papelão onde a luz está incidindo. Como isso está relacionado ao conceito de fototropismo?

APÊNDICE J

Desvendando o Amadurecimento dos Frutos: Uma Investigação da Ação do Etileno

Introdução

Os hormônios vegetais desempenham um papel crucial no desenvolvimento das plantas, influenciando uma variedade de processos fisiológicos. Tradicionalmente, esses fitohormônios são classificados em cinco grupos principais: auxina, etileno, citocininas, giberelinas e ácido abscísico. No entanto, além desses, existem outras moléculas sinalizadoras, como ácido salicílico, ácido jasmônico, sistemina e brassinoesteroides, que também desempenham papéis importantes no crescimento e desenvolvimento das plantas (Raven et al., 2014; Barbosa, 2010).

Dentre os fitohormônios, o etileno destaca-se por sua influência no processo de amadurecimento dos frutos. O etileno é um gás incolor produzido por quase todas as partes das plantas vasculares, com maior atividade de biossíntese nos tecidos meristemáticos. Embora tenha sido identificado pela primeira vez em 1910, sua função como hormônio vegetal só foi reconhecida em 1934 (Barbosa, 2010).

O etileno é conhecido por acelerar o amadurecimento de frutos climatéricos, como as bananas, onde o aumento na produção desse hormônio está associado a um rápido processo de senescência. O amadurecimento dos frutos é acompanhado por um pico de respiração e produção autocatalítica de etileno, acelerando ainda mais o processo (Gonçalves, 2013; Prill et al., 2012).

As condições ambientais desempenham um papel crucial na regulação da atividade respiratória dos frutos pós-colheita. Fatores como temperatura, umidade relativa, concentração de oxigênio, dióxido de carbono e etileno podem influenciar significativamente a conservação e qualidade dos frutos durante o armazenamento (Brackmann, 2007).

Entender o processo de amadurecimento dos frutos, como o das bananas, é de grande importância tanto do ponto de vista nutricional quanto econômico. Os frutos são fontes importantes de nutrientes, vitaminas e minerais, e compreender o mecanismo de

ação do etileno no amadurecimento pode contribuir para a redução do desperdício, aumento da qualidade e durabilidade dos produtos após a colheita (Taiz et al., 2017).

Para compreender melhor a produção de etileno, é essencial compreender sua via de biossíntese, que envolve a ação de duas enzimas principais: a sintase do ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano) e a oxidase do ACC. O aminoácido metionina é o precursor biológico do etileno, e sua via de biossíntese é um processo controlado que segue várias etapas (Barbosa, 2010).

A compreensão desses processos biológicos é fundamental para a aplicação prática na agricultura e na indústria alimentícia, permitindo o desenvolvimento de estratégias para uniformizar ou retardar o processo de amadurecimento dos frutos, como as bananas, e garantir sua qualidade e disponibilidade no mercado.

Objetivos

- Compreender o papel do etileno no processo de amadurecimento dos frutos, especificamente das bananas.
- Investigar os fatores ambientais que influenciam a produção de etileno e o amadurecimento dos frutos.
- Explorar a via de biossíntese do etileno a partir da metionina.
- Analisar os efeitos do etileno na qualidade e conservação dos frutos pós-colheita.

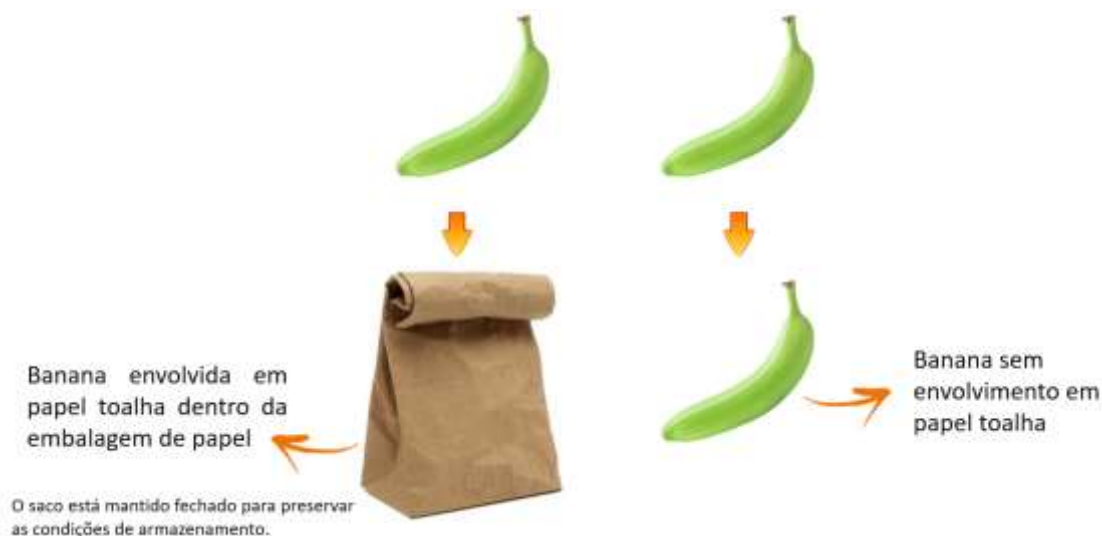
Materiais

- Duas bananas verdes.
- Papel toalha.
- Sacos de papel.

Procedimento

- Envolver uma das bananas em papel toalha, garantindo que esteja bem coberta.
- Deixar a outra banana sem envolvimento, servindo como controle.

- Colocar uma banana envolvida em papel toalha e no saco de papel e a outra banana.



- Colocar os sacos em um local adequado para observação, mantendo as condições ambientais constantes (por exemplo, temperatura ambiente).
- Registrar diariamente o estado de amadurecimento de cada banana, observando mudanças na cor, textura e aroma.
- Fotografar cada banana a cada dois dias para documentar visualmente o processo de amadurecimento.
- Continuar observando e registrando até completar 14 dias de experimento.

Formule uma Hipótese

Antes de iniciarmos a observação das bananas ao longo do período de 14 dias, formule sua própria hipótese sobre o que espera observar durante o experimento. Considerando o papel bem documentado do etileno no processo de amadurecimento das bananas, juntamente com as condições experimentais meticulosamente estabelecidas, gostaria que refletisse sobre como a banana envolvida em papel toalha se comparará com a banana não envolvida. Por favor, pondere sobre como as diferentes condições de armazenamento podem influenciar o amadurecimento das bananas e registre sua hipótese antes de prosseguirmos com as observações.

Perguntas Norteadoras

1. Como o etileno influencia o amadurecimento das bananas?
2. Qual a importância de controlar as variáveis ambientais durante o experimento?
3. Quais são as possíveis diferenças de amadurecimento entre a banana envolvida em papel toalha e a banana sem envolvimento?
4. Como os resultados deste experimento podem ser aplicados na prática agrícola e na indústria alimentícia?

Referências

ANESE, Rogério de Oliveira. Fisiologia pós-colheita em fruticultura. – Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 2015.

DITCHFIELD Cynthia & TADINI, Carmen C. Acompanhamento do processo de amadurecimento da banana nanicão (*Musa cavendishii* Lamb.). Disponível em: < <http://sites.poli.usp.br/pqi/lea/docs/cbcta2002h.pdf> >. Acesso em: 10 mar. 2023.

EMBRAPA, 2007. Respiração de Frutas e Hortaliças. Disponível em: < http://bbeletronica.cnph.embrapa.br/2007/cot/cot_46.pdf >. Acesso em: 10 mar. 2023.

KLOBLITZ, Maria Gabriela Bello. Bioquímica de Alimentos: Teoria e Aplicações. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

APÊNDICE K

Jogo “Aprendendo e Jogando com as Plantas”.

Objetivo

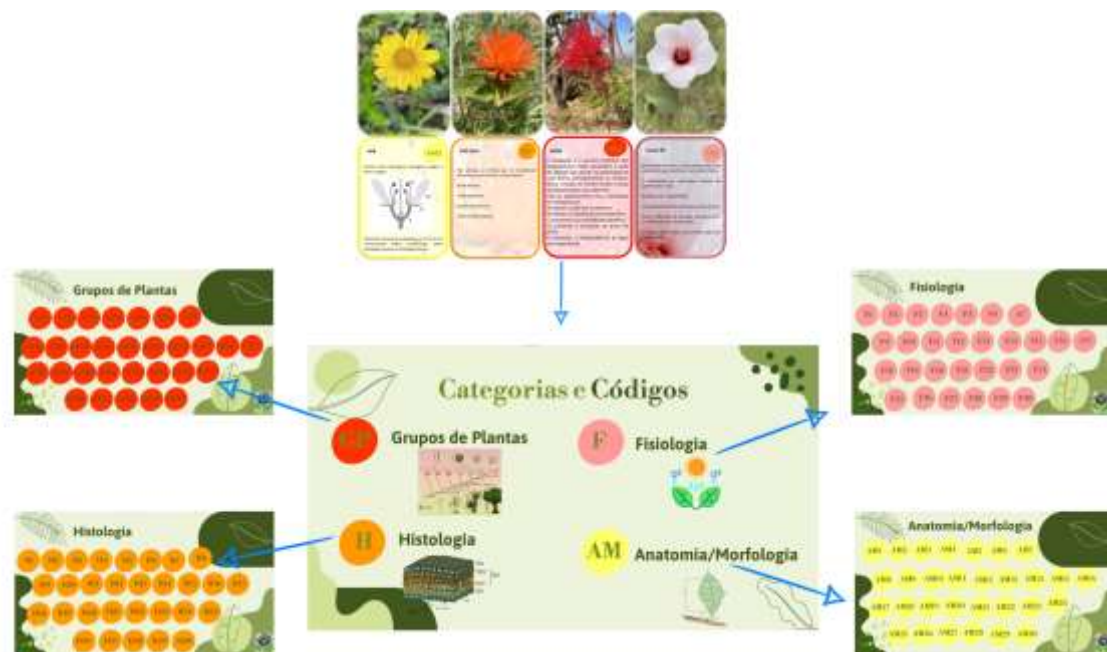
O objetivo do jogo "Aprendendo e Jogando com as Plantas" é educar os jogadores sobre diferentes aspectos das plantas, como grupos de plantas, histologia, fisiologia, anatomia/morfologia, e testar seu conhecimento enquanto competem para alcançar a vitória.

Componentes do Jogo

- Tabuleiro - Tabuleiro com casas coloridas (laranja, vermelha, rosa e amarela), bem como casas com indicativos de seca, fogo e desmatamento.
- Sementes (pinos dos jogadores) - Marcadores de progresso para cada time no tabuleiro.
- Cartas - Cartas com perguntas sobre plantas, divididas por cores correspondentes ao tabuleiro.
- Dado - Dado para determinar o movimento dos jogadores.
- Cronômetro - O cronômetro para limitar o tempo de resposta.
- Computador, projetor e Slide - Slide com perguntas, respostas e botões de acerto e erro com orientações.

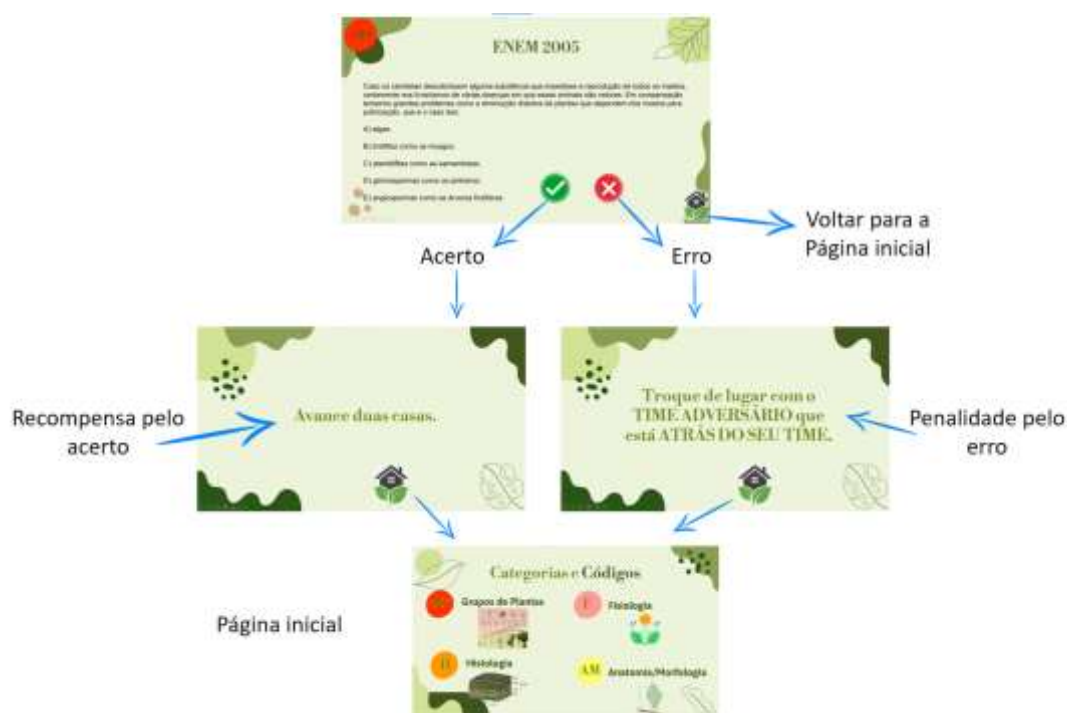
Regras Básicas

1. Os jogadores são divididos em quatro times e colocam seus marcadores de progresso no início do tabuleiro.
2. Em sua vez, cada jogador lança o dado e move seu marcador de acordo com o número obtido.
3. Quando um jogador para em uma casa, ele deve pegar uma carta da cor correspondente à flor do espaço onde parou (laranja, vermelha, rosa ou amarela).



2. Cada jogador, em sua vez, lança o dado e move seu marcador de acordo com o número do dado.
3. Quando um jogador para em uma casa, ele deve pegar uma carta da cor correspondente a flor do espaço onde parou (laranja, vermelha, rosa ou amarela).
4. Um integrante do time lê em voz alta a pergunta da carta. Enquanto isso, a turma acompanha a pergunta e possíveis imagens projetadas no projetor, facilitando a compreensão do contexto. Após a leitura da pergunta, inicia-se um cronômetro de 59 segundos para que os participantes formulem uma resposta.
5. Durante esse tempo, os jogadores não podem consultar nenhum material, a menos que possuam uma vantagem especial que permita isso.
6. Após a discussão, o time deve declarar sua resposta e o leitor da pergunta verifica se está correta.

7. Com base na resposta, os botões de acerto ou erro são pressionados para adicionar ou subtrair progresso do marcador do time.



8. Se um jogador parar em uma casa com indicativo de seca ou fogo, a orientação é: Permaneça na mesma casa nesta rodada para se recuperar.



9. O jogo continua até que um dos times alcance a planta florida no final do tabuleiro.

ANEXO I

**OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM CURRÍCULO EM MOVIMENTO DO
NOVO ENSINO MÉDIO**

MATÉRIA E ENERGIA
Objetivos de aprendizagem
CN01FG Compreender o método científico como ferramenta do processo de construção e evolução do conhecimento humano, para aplicá-lo em situações cotidianas, científicas, socioeconômicas e tecnológicas que exijam o reconhecimento de padrões de regularidade. CN02FG Diferenciar processos de transformação e transferência de matéria e energia, incluindo as que ocorrem por meio do metabolismo celular, ao longo de cadeias alimentares e ciclos biogeoquímicos, com a utilização de expressões e representações de grandeza e temporalidade. CN03FG Diferenciar os conceitos de temperatura e calor interpretando as variações térmicas em diferentes contextos, moleculares, orgânicos, ambientais, físicos e tecnológicos, visando à aplicação da termodinâmica nas previsões de cenários e na construção de modelos e hipóteses. CN04FG Entender de que maneira os principais elementos químicos que compõem os seres vivos (CHONPS) circulam na natureza e integram diferentes organismos por meio de processos metabólicos e fenômenos naturais, relacionando-os às estruturas químicas que permitiram o surgimento da vida e as transformações moleculares que caracterizam os processos metabólicos. CN05FG Distinguir os níveis de organização dos seres vivos, identificando características das moléculas orgânicas e inorgânicas, estruturas celulares, tecidos e sistemas que interagem de forma harmônica para a manutenção da vida de um organismo. CN06FG Reconhecer os diferentes tipos de radiação eletromagnética, suas fontes, discutindo os efeitos sobre os seres vivos e o meio ambiente das radiações eletromagnéticas e exemplificando suas aplicações na medicina, indústria, agricultura e na interpretação do registro geológico e arqueológico. CN07FG Diferenciar entre sistemas abertos e fechados e suas implicações para a conservação de energia.

CN08FG Analisar os biomas como fruto de interações entre fatores geográficos, climáticos e biológicos, com flora e fauna características e grande importância ambiental, social e biotecnológica.

CN09FG Avaliar criticamente ações humanas que geram poluição, lixo e degradação, prevendo seus impactos, tanto na qualidade do ar quanto nos ecossistemas terrestres e aquáticos, e buscar alternativas sustentáveis para essas ações.

CN10FG Compreender a relação entre conservação ambiental e qualidade de vida das populações humanas, propondo e aplicando ações e políticas ambientais que considerem as características e o modo de vida das comunidades locais, como indígenas, quilombolas, ribeirinhas e do campo.

CN11FG Compreender o processo de construção da Tabela Periódica de acordo com a evolução dos modelos atômicos de Dalton a Rutherford-Bohr, de forma a reconhecer as variações das propriedades periódicas e aperiódicas conforme a localização dos elementos na Tabela.

CN12FG Reconhecer os diferentes tipos de ligações interatômicas (iônica, covalente e metálica) para compreender as propriedades físicas dos compostos moleculares, utilizando os conceitos referentes às suas interações.

VIDA E EVOLUÇÃO

Objetivos de aprendizagem

CN13FG Conhecer os sistemas e processos fisiológicos de manutenção do metabolismo e da homeostase no corpo humano, de forma a selecionar comportamentos e aplicar procedimentos de prevenção de distúrbios e manutenção da saúde corporal.

CN14FG Analisar a atividade dos diferentes sistemas do organismo humano, associando seu funcionamento regular ou irregular às interações entre suas partes e, também, do organismo com fatores do seu ambiente.

CN15FG Compreender de que maneira a homeostase do corpo humano pode ser auxiliada ou alterada por relações com outros grupos taxonômicos de seres vivos, como vírus, bactérias, arqueas, protozoários, algas, fungos, plantas e outros animais.

CN16FG Compreender que uma onda é uma oscilação que é função tanto do tempo como do espaço; que a luz do Sol é uma composição de frequências visíveis e não visíveis, reconhecendo que as cores que vemos dependem da frequência da luz incidente; e que os fenômenos ondulatórios estão intimamente relacionados com seu cotidiano.

CN17FG Compreender o desenvolvimento humano e as características comuns de cada fase da vida, reconhecendo que a interação do indivíduo com o ambiente físico e social é determinante para a promoção da sua saúde física e mental.

CN18FG Compreender conceitos, características e fenômenos relacionados à sexualidade, ao gênero, à reprodução, à embriologia, à gravidez e às infecções sexualmente transmissíveis.

CN19FG Compreender o conceito de "substância psicoativa", as classificações gerais dessas substâncias, seus efeitos no organismo humano, aplicações terapêuticas e as consequências do seu uso e abuso.

CN20FG Compreender os mecanismos celulares e fisiológicos de defesa do organismo contra toxinas, antígenos, patógenos e parasitas, de forma a avaliar situações de risco e adotar estratégias que busquem a manutenção da saúde do organismo.

CN21FG Compreender aspectos básicos de higiene, saneamento e saúde pública para avaliar situações e promover intervenções relacionadas ao sanitário e à prevenção de doenças.

CN22FG Propor ações de educação pela saúde física e mental, em especial para os jovens, em relação ao uso e abuso de substâncias psicoativas e práticas sexuais de risco.

CN23FG Calcular a solubilidade dos diferentes tipos de materiais, classificando-os por meio da sua composição e concentração/diluição (g/L, mol/L e porcentagem em massa e volume e suas conversões).

CN24FG Discutir o impacto dos poluentes e as implicações sociais no tratamento dos resíduos químicos.

CN25FG Compreender a atuação de medicamentos no organismo e os riscos da automedicação, inclusive de analgésicos e anti-inflamatórios vendidos sem receita, e a importância das recomendações do profissional de saúde e da bula para se evitar a superdosagem dessas drogas.

CN26FG Compreender que o ser humano e os demais seres vivos são frutos de uma complexa rede de interações ecológicas, interdependentes quanto a processos alimentares, cooperativos, competitivos e parasitários.

CN27FG Compreender a diversidade de vida na Terra, suas formas de manifestação, organização e a importância da interação entre os seres vivos em suas relações

ecológicas, bem como seus usos como fonte de recursos, alimento, matéria-prima médica e biotecnológica,

seus potenciais malefícios e a necessidade de manutenção do equilíbrio ambiental.

CN28FG Reconhecer os ácidos de Arrhenius (HCl , HNO_3 , HNO_2 , H_2CO_3 , H_2SO_4 e H_2SO_3), classificá-los quanto ao grau de ionização, ao número de hidrogênios ionizáveis e presença de oxigênio e nomeá-los de acordo com as regras da IUPAC.

CN29FG Reconhecer as bases de Arrhenius (metais alcalinos, alcalinos-terrosos, $\text{Al}(\text{OH})_3$ e NH_4OH), classificá-las quanto ao grau de dissociação e ao número de hidroxilas e nomeá-las de acordo com as regras da IUPAC.

CN30FG Formular as reações de neutralização total e parcial entre ácidos e bases de Arrhenius, identificando como produtos a formação de sais (neutros, ácidos ou básicos) e água.

CN31FG Reconhecer os principais indicadores ácido-base (extrato de repolho roxo, papel de tornassol e fenolftaleína).

CN32FG Utilizar a escala de pH para classificar as soluções ácidas, básicas e neutras.

CN33FG Reconhecer os óxidos inorgânicos (derivados do carbono, enxofre, nitrogênio, sódio e cálcio), classificando-os quanto a acidez ou alcalinidade, e nomeá-los de acordo com as regras da IUPAC.

CN34FG Relacionar os efeitos atmosféricos causados por compostos químicos (CO_2 , CH_4 , SO_2 , SO_3 , Nox e CFC) com as interferências ambientais como o agravamento do efeito estufa, a chuva ácida e a depleção da camada de ozônio.

TERRA E UNIVERSO

Objetivos de aprendizagem

CN35FG Demonstrar domínio do método científico e ser capaz de realizar pesquisas em fontes diretas, técnicas ou de divulgação científica, aplicar métodos de controle experimental e elaborar texto de divulgação nos padrões técnico-científicos.

CN36FG Utilizar evidências científicas sobre as características fundamentais comuns dos seres vivos, seus níveis de organização e suas interações com o ambiente para respaldar argumentos em favor da origem, evolução e diversificação da vida.

CN37FG Avaliar os efeitos de fatores mutagênicos, como as radiações eletromagnéticas, no surgimento de novas características genéticas com impactos hereditários e evolutivos.

CN38FG Entender como ocorre a transmissão das características hereditárias ao longo das gerações e reconhecer argumentos que permitam um posicionamento crítico diante das aplicações atuais da genética molecular.

CN39FG Compreender que existem diferentes teorias para a origem e evolução da vida, além do fato de que a comunidade científica já refutou a abiogênese.

CN40FG Identificar as teorias de origem da vida, reconhecendo as características e necessidades fundamentais para o surgimento e a manutenção do metabolismo dos seres vivos.

CN41FG Conhecer as teorias evolutivas e o mecanismo de evolução das espécies, considerando que os seres vivos são passíveis de modificações e que sofrem alterações morfológicas e fisiológicas ao longo do tempo.

CN42FG Reconhecer que a comparação do DNA dos seres humanos demonstrou que todos pertencemos a uma mesma espécie, *Homo sapiens*, originária da África, com história evolutiva comum, resultado de processos evolutivos similares aos dos demais seres vivos.

CN43FG Compreender o potencial e a importância da biotecnologia para a melhoria das condições dos seres vivos e a importância da bioética na regulação e no controle das práticas científicas, de forma a avaliar intervenções na natureza e limitar usos abusivos de tecnologias ou propor práticas mais éticas e sustentáveis.

CN44FG Compreender o processo de obtenção dos combustíveis renováveis e não-renováveis, suas utilizações como fontes de energia e implicações dessas utilizações.

CN45FG Compreender a existência da relação entre o magnetismo e a eletricidade e que as forças entre partículas eletricamente carregadas dependem de seus movimentos relativos, reconhecendo que a energia elétrica de uso doméstico e industrial é produzida a partir do eletromagnetismo.

CN46FG Compreender as relações entre eletricidade e oxirredução, suas aplicações e seus impactos na qualidade de vida das pessoas.

CN47FG Reconhecer as propriedades do carbono para classificar as cadeias carbônicas (saturada ou insaturada, normal ou ramificada, heterogênea ou homogênea).

CN48FG Diferenciar os hidrocarbonetos (alcanos, alcenos, alcinos, alcadienos e ciclanos) e designar a nomenclatura conforme as regras oficiais da IUPAC.

CN49FG Designar a nomenclatura oficial da IUPAC dos álcoois, das cetonas, dos ácidos carboxílicos, do éter e das aminas.

CN50FG Compreender a isomeria plana dos compostos orgânicos, classificando-a em função, cadeia, posição, compensação ou metameria.

CN51FG Reconhecer as principais reações orgânicas (hidrogenação, saponificação e esterificação), identificando os produtos importantes no cotidiano.

CN52FG Reconhecer que os polímeros de adição (Polietileno e PVC) e de condensação (Nylon e PET) são formados por repetições de monômeros.

CN53FG Discutir a importância socioeconômica e ambiental da reciclagem de materiais, em especial do uso dos plásticos em nosso dia a dia, propondo soluções relacionadas à química ambiental, ressaltando temas como poluição, reciclagem, armazenamento e incineração.

ANEXO II

Música: Angion (vaI Androceu)

Equipe Bio

"Angion" angiosperma que floresceu "angion"

Androceu gineceu tem na "angion"

A tetrâmera flor é da di-co-ti-le-dô-neia

"Angion" dupla fecundação tem na "angion"

endosperma e embrião tem na "angion"

Se tem trimera flor é mono-co-ti-le-dô-neia.

A parte masculina: VAI ANDROCEU

Estame poliniza: VAI ANDROCEU

Grão da pólen é sim, gametófito

que, gera um tubo para conduzir(2x)

"Angion" pivotante é a raiz,eu sei,"angion"

Peninérvea é a folha da "angion"

Vasos são regulares é di-co-ti-le-dô-neia

"Angion" cabeleira é a raiz de uma "angion"

É paralelinérvea a folha

Vasos irregulares mono-co-ti-le-dô-neia

A parte feminina: VAI GINECEU

Ovário frutifica: VAI GINECEU

A semente surgiu de um óvulo

Sim, endosperma alimentou

A parte masculina: VAI ANDROCEU

Estame poliniza: VAI ANDROCEU

Grão da pólen é sim, gametófito

que, gera um tubo para conduzir(2x)

"Angion" pivotante é a raiz, eu sei, "angion"

Peninérvea é a folha da "angion"

Vasos são regulares é di-co-ti-le-dô-neá

A parte feminina: VAI GINECEU

Ovário frutifica: VAI GINECEU

A semente surgiu de um óvulo

Sim, endosperma alimentou

VAI ANDROCEU

Estame poliniza: VAI ANDROCEU

Grão da pólen é sim, gametófito

que, gera um tubo para conduzir

VAI GINECEU

Ovário frutifica: VAI GINECEU

A semente surgiu de um óvulo

Sim, endosperma alimentou

VAI ANDROCEU

Estame poliniza: VAI ANDROCEU

Grão da pólen é sim, gametófito

que, gera um tubo para conduzir

ANEXO III

Atividade revisional sobre anatomia vegetal

Item 1) (ENEM) Ao longo do processo evolutivo, adaptações plantas às condições dos diferentes ambientes habitados. O quadro apresenta exemplos de cinco plantas com diferentes características.

Planta	Adaptação
I	Caule carnoso
II	Caule tipo rizóforo
III	Raízes tuberosas
IV	Raízes sugadoras
V	Raízes tipo pneumatóforos

FAHN, A.; CUTLER, D. *Xerophytes*. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1992 (adaptado).

Qual dessas plantas é adaptada a ambientes com disponibilidade restrita de água?

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV
- E) V

Item 2) (ENEM) As células da epiderme da folha da *Tradescantia pallida purpurea*, uma herbácea popularmente conhecida como trapoeraba-roxa, contém um vacúolo onde se encontra um pigmento que dá a coloração arroxeada a esse tecido. Em um experimento, um corte da epiderme de uma folha da trapoeraba-roxa foi imerso em ambiente hipotônico e, logo em seguida, foi colocado em uma lâmina e observado em microscópio Óptico.

Durante a observação desse corte, foi possível identificar o(a)

- A) acúmulo do solvente com fragmentação da organela.
- B) rompimento da membrana celular com liberação do citosol.
- C) aumento do vacúolo com diluição do pigmento no seu interior.
- D) quebra da parede celular com extravasamento do pigmento.

E) murchamento da célula com expulsão do pigmento do vacúolo.

Item 3) (ENEM) 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.

Item 4) (ENEM) O mangue é composto por três tipos de árvores (*Rhizophora mangle* — mangue-bravo ou vermelho, *Avicennia schaueriana* — mangue-seriba, e *Laguncularia racemosa* — mangue-branco). Uma característica morfológica comum aos três tipos de árvores encontradas no mangue está relacionada à pouca disponibilidade de oxigênio encontrado em seu solo.

ALVES, J. R. P. (Org.). Manguezais: educar para proteger. Rio de Janeiro: Femar; Semads, 2001
(adaptado).

A característica morfológica de valor adaptativo referenciada no texto é a

- A) ausência de frutos.
- B) ausência de estômatos.
- C) presença de folhas largas.
- D) presença de raízes-escoras.
- E) presença de pneumatóforos.

Item 5) (ENEM) A Mata Atlântica caracteriza-se por uma grande diversidade de epífitas, como as bromélias. Essas plantas estão adaptadas a esse ecossistema e conseguem captar luz, água e nutrientes mesmo vivendo sobre as árvores.

Disponível em: www.ib.usp.br. Acesso em: 23 fev. 2013 (adaptado).

Essas espécies captam água do(a)

- A) organismo das plantas vizinhas.
- B) solo através de suas longas raízes.
- C) chuva acumulada entre suas folhas.
- D) seiva bruta das plantas hospedeiras.
- E) comunidade que vive em seu interior.

Item 6) (ENEM) A Caatinga é um ecossistema que se encontra nos lados equatoriais dos desertos quentes, com índices pluviométricos muito baixos. Chove pouco no inverno e as chuvas, quando ocorrem, acontecem no verão. Apresenta plantas semelhantes às das regiões de deserto quente, do tipo xerófitas, como as cactáceas, com adaptações às condições de escassez de água.

SADAVA, D. et al. Vida: a ciência da biologia. Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

Uma característica que permite a sobrevivência dessas plantas, na condição da escassez citada, é a presença de

- A) caule subterrâneo.
- B) sistema radicular fasciculado.
- C) folhas modificadas em espinhos.
- D) parênquima amilífero desenvolvido.
- E) limbo foliar desprovido de estômatos.

Item 7) (PAS – Unb)



Figura I



Figura II



Figura III



Figura IV

Com relação às figuras acima assinale a opção correta.

- A) A figura I representa um fruto deiscente, com a presença de pericarpo seco.

- B) A figura II representa um pseudofruto resultante do desenvolvimento do receptáculo de uma só flor.
- C) A figura III mostra um fruto do tipo monospermico, ou seja, com tegumento fundido à parte interna do pericarpo.
- D) A figura IV ilustra um fruto deiscente que se abre em duas deiscências.

Item 8) (PAS – Unb) Acerca dos troncos de árvore e das folhas citados no texto apresentado, considerando que se trata de estruturas de uma angiosperma, assinale a opção correta.

- A Os troncos das árvores são caules que possuem em sua estrutura estômatos, coifa e xilema.
- B As folhas possuem carpelo e cutícula, sendo importantes para a absorção de água.
- C Os troncos, que auxiliam na sustentação das plantas, são formados por xilema, floema e estigma.
- D As folhas possuem parênquima e são estruturas importantes para a troca gasosa nas plantas.

Item 9) Vestibular Unb

Quem defende o desmatamento de áreas na Amazônia costuma dizer que ele é necessário para levar progresso à região e desenvolvê-la economicamente. O conflito entre preservar a floresta e desenvolver a região, porém, é uma ideia errada e fora de lugar, afirma Ricardo Abramovay, professor do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. Ele lançou o livro *Amazônia: por uma economia do conhecimento da natureza*, em que analisa e propõe formas de conservar a mata e gerar crescimento econômico ao mesmo tempo.

A verdadeira alternativa é a economia da floresta em pé, em substituição à economia da destruição da natureza que predomina hoje. O açaí é o exemplo mais emblemático: o rendimento de um hectare de açaí é muito superior ao de um hectare de soja (R\$ 26,8 mil para o açaí e R\$ 2,8 mil para a soja por ano em 2015). Há outras cadeias de valor existentes, como castanha do Pará, borracha e piscicultura, mas exploradas em condições muito precárias. A piscicultura de peixes de água doce em cativeiro na Amazônia tem vantagem sobre as formas mais conhecidas de piscicultura em cativeiro, como a de salmão. Os peixes da Amazônia criados em água doce não são carnívoros, logo o impacto ambiental é mais baixo. Além disso, o turismo ecológico no mundo cresce 15%

ao ano, e na Amazônia ele tem um potencial de crescimento imenso. Tem também todo um potencial de moléculas da biodiversidade para a produção de fármacos. O Brasil vive o paradoxo de ser o país com a maior diversidade do mundo e ter uma indústria farmacêutica concentrada na produção de genéricos, pouco voltada a inovações para as principais moléstias do século XXI. É outro potencial para a valorização da floresta em pé que não estamos aproveitando.

Internet: www.dw.com (com adaptações).

A partir do texto anterior e considerando que o açaizeiro ou palmeira-açaí (*Euterpe oleracea*), a planta responsável pela produção do açaí, é uma monocotiledônea nativa da região amazônica, julgue o item.

(C) (E) O açaizeiro apresenta flores tetrâmeras e folhas com nervuras paralelas, além de possuir raízes pivotantes.

Item 10) Vestibular Unb

O Brasil, além de ser o principal produtor mundial de cana-de-açúcar, liderou as pesquisas que permitiram sequenciar o genoma completo da cana-de-açúcar comercial. Foram mapeados 373.869 genes, o que corresponde a 99,1% do total. Composto por 10 bilhões de pares de bases, distribuídos entre 100 e 130 cromossomos, o genoma da cana-de-açúcar demandou uma grande capacidade computacional para, de um lado, unir os pedaços sequenciados de DNA e, do outro, manter separados os cromossomos homólogos.

Internet: agencia.fapesp.br (com adaptações).

Tendo o texto precedente como motivador, julgue o item

(C) (E) O caule da cana-de-açúcar é denominado colmo, devido ao fato de ser do tipo cilíndrico, com nós e entrenós evidentes.

Pós-atividade: Feedback e Gabarito disponíveis.

Item 1) Letra A.

Item 2) Letra C

Item 3) Letra D

Item 4) Letra E

Item 5) Letra C

Item 6) Letra C

Item 7) Letra B

Item 8) Letra D

Item 9) Errado

Item 10) Certo

ANEXO IV

Atividade revisional sobre hormônios vegetais

Item 1) (ENEM) A produção de hormônios vegetais (como a auxina, ligada ao crescimento vegetal) e sua distribuição pelo organismo são fortemente influenciadas por fatores ambientais. Diversos são os estudos que buscam compreender melhor essas influências. O experimento seguinte integra um desses estudos.

O fato de a planta do experimento crescer na direção horizontal, e não na vertical, pode ser explicado pelo argumento de que o giro faz com que a auxina se

- A) distribua uniformemente nas faces do caule, estimulando o crescimento de todas elas de forma igual.
- B) acumule na face inferior do caule e, por isso, determine um crescimento maior dessa parte.
- C) concentre na extremidade do caule e, por isso, iniba o crescimento nessa parte.
- D) distribua uniformemente nas faces do caule e, por isso, iniba o crescimento de todas elas.
- E) concentre na face inferior do caule e, por isso, iniba a atividade das gemas laterais.

Item 2) (PAS – Unb) (C) (E) As auxinas são fitormônios produzidos nas sementes e estão envolvidas na formação dos frutos por promoverem o desenvolvimento das paredes do ovário.

Item 3) (ENEM) O Brasil tem investido em inovações tecnológicas para a produção e comercialização de maçãs. Um exemplo é a aplicação do composto volátil 1-metilciclopropeno, que compete pelos sítios de ligação do hormônio vegetal etileno nas células desse fruto.

Disponível em: <http://revistaseletronicas.pucrs.br>. Acesso em: 16 ago. 2012 (adaptado).

Com base nos conhecimentos sobre o efeito desse hormônio, o 1-metilciclopropeno age retardando o(a)

- A) formação do fruto.
- B) crescimento do fruto.

- C) amadurecimento do fruto.
- D) germinação das sementes.
- E) formação de sementes no fruto.

Item 4) (UCS) O Brasil é um grande exportador de frutos. Um dos problemas dessa exportação é que alguns tipos de frutos não podem ser transportados maduros; assim eles chegam verdes ao seu destino. Antes da comercialização, no entanto, os importadores podem utilizar um artifício para o amadurecimento desses frutos, que consiste na aplicação do seguinte produto:

- A) Etileno, substância gasosa, que ocorre naturalmente nas plantas.
- B) Auxina, hormônio vegetal que controla o crescimento e o desenvolvimento.
- C) Giberelina, hormônio promotor do crescimento de caule e de folhas.
- D) Ácido abscísico, presente naturalmente nas sementes e nos frutos.
- E) Citoquinina, promotor de divisão celular.

Item 5) (UECE) Quando Fitting, em 1909, usou o termo para descrever o fenômeno de senescência induzida pela fertilização da flor em orquídeas, o conceito de hormônio surgiu no contexto das plantas. O uso desse termo foi consolidado pelos trabalhos feitos com fototropismo na época da descoberta das auxinas. O botânico alemão Julius Von Sachs (1897) já havia postulada que as plantas produzem determinadas substâncias responsáveis pela formação de órgãos, tais como raízes e flores. Tal conceito foi recentemente desenvolvido pelo grupo do professor Leubner Metzger da Albert Ludwigs University, na Alemanha. O conceito atual inclui a função dos hormônios como mensageiros químicos na comunicação entre células, tecidos e órgãos das plantas superiores.

(Os Hormônios Vegetais, Lourdes Isabel Velho do Amaral, 2010).

No que diz respeito aos hormônios das plantas, assinale a afirmação INCORRETA.

- A) As auxinas apresentam uma gama enorme de efeitos fisiológicos, mas sua marca típica é o envolvimento no alongamento celular e sua interação sinérgica com histonas na regulação do processo de divisão celular.
- B) As giberelinas (GAs) regulam a mobilização de reservas em grãos de cereais e transformam anões genéticos de milho, ervilha e arroz em plantas de altura normal.

C) O ácido abscísico (ABA) está envolvido na regulação do fechamento estomático, na adaptação a vários estresses e na indução de estruturas dormentes, como gemas de inverno de árvores decíduas da região temperada. A embriogênese e a maturação da semente, inclusive a síntese de proteínas de reserva, também são mecanismos regulados por ABA.

D) O etileno foi descoberto por seu efeito no crescimento de plântulas e no amadurecimento de frutos. Esse hormônio regula várias respostas nos vegetais, tais como germinação, expansão celular, diferenciação celular, florescimento, senescência e abscisão, embora sua ação dependa do estágio de maturação.

Item 6) (URCA) O hormônio vegetal que promove a germinação de sementes e o desenvolvimento de brotos, estimula o alongamento do caule e das folhas, a floração e o desenvolvimento dos frutos é denominado:

- A) Auxina
- B) Giberelina
- C) Citocinina
- D) Ácido abscísico
- E) Etileno

Item 7) (URCA) Os hormônios vegetais (ou fitormônios) atuam sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Local de Produção do Hormônio vegetal

1. No ápice caulinar, em folhas e em sementes em desenvolvimento.
2. Em meristemas, folhas jovens, sementes imaturas e frutos.
3. Raízes

Efeito do Hormônio vegetal sobre a planta

- A) Estimulam a divisão e a diferenciação celular, a diferenciação e o crescimento de raízes; induzem o desenvolvimento de gemas laterais e retardam o envelhecimento da planta.
- B) Crescimento do caule e da raiz; tropismo; dominância apical; produção de raízes adventícias; formação de frutos e abscisão.
- C) Estimulam o alongamento e a divisão celular; promovem alongamento caulinar, germinação de sementes, crescimento de folhas, produção de flores e frutos.

Considerando a tabela acima, assinale a alternativa que associa o local de produção ao efeito do hormônio vegetal sobre a planta ocasionado pelas auxinas, giberelinas e citosinas, respectivamente.

- A) 1a – 2b – 3c
- B) 1b – 2a – 3c
- C) 1c – 2b – 3a
- D) 1b – 2c – 3a
- E) 1c – 2a – 3b

Item 8) (PAS – Unb) (C) (E) Comumente empregado na indústria alimentícia de frutas, o ácido abscísico é um fitormônio gasoso responsável pelo amadurecimento dos frutos.

No ano de 1900, F. W. Went fez a seguinte declaração, traduzida do alemão: “Sem substâncias de crescimento, não há crescimento”. Hoje, sabe-se que as substâncias reguladoras exercem importante papel no crescimento e desenvolvimento vegetal. Tais substâncias tanto promovem como retardam o amadurecimento de frutos, promovem o enraizamento de estacas, induzem a floração e promovem a queda das folhas. Elas se translocam nas plantas em diferentes direções e, geralmente, são produzidas em resposta às condições ambientais, como luz e gravidade, em diversos momentos do ciclo de vida das plantas.

J. B. Teixeira, P. A. S. Marbach. Fito-hormônios. In: *Universa*, v. 8, n.o 1, mar./2000, p. 101-132 (com adaptações).

Tendo o texto acima como referência inicial, julgue os itens 9 e 10.

Item 9) (PAS – Unb) (C) (E) Sabendo-se que as citocininas e as auxinas são fito-hormônios, é correto afirmar que elas são exemplos de substâncias reguladoras de crescimento de vegetais.

Item 10) (PAS – Unb) (C) (E) Sabendo-se que as substâncias de crescimento podem estar distribuídas de forma desigual em uma planta, visto que elas “se translocam nas plantas em diferentes direções”, conforme se afirma no texto, é correto estabelecer relação entre tais substâncias de crescimento e os movimentos de curvatura dos vegetais (tropismos).

Gabarito

Item 1) Letra A

Item 2) Certo

Item 3) Letra C

Item 4) Letra A

Item 5) Letra A

Item 6) Letra B

Item 7) Letra D

Item 8) Errado

Item 9) Certo

Item 10) Certo

10.