Aurum
EDITORA

ALÉM DO QUADRO:

EXPERIÊNCIAS, PRÁTICAS E METODOLOGIAS ATIVAS EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA



ORGANIZAÇÃO
LEONARDO SILVA SANTOS

Aurum
EDITORA

ALÉM DO QUADRO:

EXPERIÊNCIAS, PRÁTICAS E METODOLOGIAS ATIVAS EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA



ORGANIZAÇÃO
LEONARDO SILVA SANTOS

AURUM EDITORA LTDA – 2026
Curitiba – Paraná - Brasil

EDITOR CHEFE
Lucas Gabriel Vieira Ewers

ORGANIZADOR DO LIVRO
Leonardo Silva Santos

EDIÇÃO DE TEXTO
Stefanie Vitoria Garcia de Bastos

EDIÇÃO DE ARTE
Aurum Editora Ltda

IMAGENS DA CAPA
Magnific Team, Canva.

BIBLIOTECÁRIA
Bruna Heller

ÁREA DE CONHECIMENTO
Ciências Biológicas

Copyright © Aurum Editora Ltda
Texto Copyright © 2026 Os Autores
Edição Copyright © 2026 Aurum Editora Ltda

Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

A responsabilidade pelo conteúdo, precisão e veracidade dos dados apresentados neste texto é inteiramente do autor, não refletindo necessariamente a posição oficial da Editora. O trabalho pode ser baixado e compartilhado, desde que o crédito seja dado ao autor, mas não é permitida a modificação do conteúdo de qualquer forma ou seu uso para fins comerciais.

A Aurum Editora se compromete a manter a integridade editorial em todas as fases do processo de publicação, prevenindo plágio, dados ou resultados fraudulentos, e assegurando que interesses financeiros não afetem os padrões éticos da publicação. Qualquer suspeita de má conduta científica será verificada com atenção aos princípios éticos e acadêmicos. Todos os manuscritos passaram por uma avaliação duplo-cega, realizada pelos membros do Conselho Editorial, e foram aprovados para publicação com base em critérios de imparcialidade e objetividade acadêmica.

CORPO EDITORIAL

Adicélia Rodrigues Souza - Graduada em Letras pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Adriano Rosa da Silva - Mestre em História Social pela Universidade Federal Fluminense.

Alessandro Sathler Leal da Silva - Doutor em Educação pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Alex Lourenço dos Santos - Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Catalão.

Aline Borba Alves - Mestra em Educação pela Universidade Estadual do Maranhão.

Amanda Pereira Moreira - Mestra em Letras pela Universidade Federal de Lavras.

Antonio Ismael Lopes de Sousa - Doutorando em Linguística e Literatura pela Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Ayla de Jesus Moura - Mestra em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Bárbara Silvestre da Silva Pereira - Doutoranda em Enfermagem e Biociências pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Bianca Martins Knap - Mestranda em Direito Econômico e Desenvolvimento pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Camila Aparecida da Silva Albach - Doutoranda em Ciências Sociais Aplicadas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Carina Mandler Schmidmeier - Mestranda em Direito pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

Carlos Adriano Martins - Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul.

Carolline Nunes Lopes - Mestra em Psicologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Cláudio Alberto de Sá Quirino - Mestre profissional em Administração Pública (PROFIAP) pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Damião Evangelista Rocha - Doutorando em Saúde e Desenvolvimento Humano pela Universidade La Salle - Canoas.

Daniel da Rocha Silva - Mestre em Letras pela Universidade Federal de Sergipe.

Daniel Rodrigues de Lima - Mestre em História pela Universidade Federal do Amazonas.

Diego Emanoel Veis Bentancourt - Mestre em Educação pela Universidade Federal de Santa Maria.

Diego Pinto de Oliveira - Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Alfenas.

Elberto Teles Ribeiro - Mestrando em Geografia pela Universidade Federal da Grande Dourados.



Equiton Lorengian Grégio - Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal da Fronteira Sul.

Evaldo Batista Mariano Júnior - Doutorando em Educação pela Universidade de Uberaba.

Fábio Henrique de Souza Lacerda - Mestre em Educação pela Universidade do Estado de Mato Grosso.

Fabio José Antonio da Silva - Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Londrina.

Fabricio do Nascimento Moreira - Doutorando em Administração pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Felipe Antônio da Silva - Graduado em Direito pelo Centro Universitário Unihorizontes.

Flávia Maria Silva Brito - Doutora em Recursos Florestais pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Flávio Roberto Chaddad - Mestre em Educação Escolar pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Francisco Samuel Laurindo de Lima - Graduado em Licenciatura em Pedagogia pela Universidade Estadual do Ceará.

Francisco Welton Machado - Editor Independente - Graduado em Geografia pela Universidade Estadual do Piauí.

Gabriella de Morais - Doutora em Direito pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Gleyson Martins Magalhães Reymão - Mestre Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pelo Instituto Federal do Pará.

Glicerinaldo de Sousa Gomes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal da Paraíba.

Gustavo Boni Minetto - Mestrando em Educação, Linguagens e Tecnologia pela Universidade Estadual de Goiás.

Gutemberg Rapôso da Silva Ferreira - Mestre em Linguística pela Universidade Federal do Tocantins de Porto Nacional.

João Vitor Silva Almeida - Graduado em Gestão de Cooperativas pela Universidade Federal do Tocantins.

Joelson Lopes da Paixão - Doutorando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Maria.

Joice Marisa Görgen Junqueira - Mestra em Educação pela Universidade La Salle - Canoas.

José Bruno Martins Leão - Doutor em Sistema Constitucional de Garantia de Direitos pela Instituição Toledo de Ensino.

José Carlos dos Santos Silva - Mestrando em Educação Física pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.



José Cláudio da Silva Júnior - Mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade de Pernambuco.

José Henrique Rodrigues Machado - Doutor em Ciências Sociais - Programa de Performances Culturais, pela Universidade Federal de Goiás.

José Leonardo Diniz de Melo Santos - Mestre em Educação, Culturas e Identidades pela Universidade Federal Rural de Pernambuco.

José Marciel Araújo Porcino - Graduado em Pedagogia pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil.

José Neto de Oliveira Felippe - Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo.

José Ronaldo de Freitas Machado - Mestre em Educação pela Universidade de Uberaba.

Jungley de Oliveira Torres Neto - Doutor em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Karyne Oliveira Coelho - Doutora em Ciência Animal pela Universidade Federal de Goiás.

Layse da Silva Vieira - Mestranda em Vigilância em Saúde pela Universidade Iguaçu.

Lidiana da Cruz Pereira - Doutora em Educação pela Universidade do Vale do Itajaí.

Lidiane Álvares Mendes - Doutoranda em Estudos de Cultura Contemporânea pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Luan Brenner da Costa - Editor Independente - Graduado em Enfermagem pela Fundação Herminio Ometto.

Lucas Matheus Araujo Bicalho - Mestrando em Historia pela Universidade Estadual de Montes Claros, UNIMONTES, Brasil.

Lucia Helena Santana Ferreira - Doutoranda em Direito pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Luciano Victor da Silva Santos - Mestrando em Hotelaria e Turismo pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Brasil.

Luzia Eleonora Rohr Balaj - Doutoranda em Música pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.

Magno Fernando Almeida Nazaré - Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.

Maiara Martins Doná - Mestra em Educação pela Universidade de Sorocaba.

Maickon Willian de Freitas - Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.



Maikon Luiz Mirkoski - Mestre Profissional em Matemática em Rede Nacional pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Mailson Moreira dos Santos Gama - Doutorando em História pela Universidade Federal de Minas Gerais.

Marcelo Bustamante Chilingue - Doutorando em Informática na Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Marcelo Carvalho da Conceição - Doutor em Biologia Estrutural e Funcional pela Universidade Federal de São Paulo.

Marcos Scarpioni - Doutorando em Ciência da Religião pela Universidade Federal de Juiz de Fora.

Maria da Luz Olegário - Doutora em Educação pela Universidade Federal da Paraíba.

Maria Nazaré Lopes Baracho - Doutoranda em Odontologia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - Campus JK.

Marilha da Silva Bastos - Mestranda em Educação Brasileira pela Universidade Federal do Ceará.

Marinely Aparecida Clemente - Mestra em Direito pela Universidade do Oeste de Santa Catarina.

Mario Marcos Lopes - Doutorando em Educação pela Universidade Federal de São Carlos.

Marlon Messias Santana Cruz - Doutor em Memória: Linguagem e Sociedade pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Michael Douglas Alves dos Santos - Mestrando em Educação, Cultura e Territórios Semiáridos pela Universidade do Estado da Bahia.

Mirna Liz da Cruz - Editora Independente - Graduada em Odontologia pela Universidade Federal de Goiás.

Natan Gomes dos Santos - Graduado em Biomedicina pela Faculdade Madre Thais.

Newton Ataíde Meira - Mestrando em Desenvolvimento Social pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Plinio da Silva Andrade - Mestrando em Ciências da Educação pela Universidade Leonardo Da Vinci.

Rafael José Kraisch - Doutorando em Neurociências pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Romário Silva Ribeiro - Doutorando em Educação pela Christian Business School.

Ryan Dutra Rodrigues - Editor Independente - Graduado em Psicologia pelo Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas.

Samuel Francisco Rabelo - Doutorando em Direitos Humanos pela Universidade Tiradentes.

Sebastião Lacerda de Lima Filho - Doutorando em Medicina Translacional pela Universidade Federal do Ceará.

Silvana Maria Aparecida Viana Santos - Mestra em Tecnologias Emergentes em Educação pela MUST University.

Silvio de Almeida Junior - Doutor em Promoção de Saúde pela Universidade de Franca.

Stefany Reis Marquioli - Mestra em História Social pela Universidade Estadual de Montes Claros.

Suely Maria da Silva - Mestra em Gestão Pública Para o Desenvolvimento do Nordeste pela Universidade Federal de Pernambuco.

Swelen Freitas Gabarron Peralta - Doutoranda em Educação pela Universidade Tuiuti do Paraná.

Talita Benedcta Santos Künast - Doutoranda em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal de Mato Grosso.

Tályta Carine da Silva Saraiva - Mestra em Agronomia pela Universidade Federal do Piauí.

Thiago Silva Prado - Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Maringá.

Vinicius Valim Pereira - Doutor em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil.

Wilson Moura - Doutor em Psicologia pela Christian Business School.

Yohans de Oliveira Esteves - Doutor em Psicologia pela Universidade Salgado de Oliveira.

Zaqueu Henrique de Souza - Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Jataí.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A367

Além do Quadro [recurso eletrônico] : Experiências, Práticas e Metodologias Ativas em Ciências e Biologia / organização Leonardo Silva Santos. – Curitiba, PR: Aurum Editora, 2026.
Dados eletrônicos (1 PDF).

ISBN 978-65-6223-061-1

1. Educação. 2. Ensino. 3. Ciências. 4. Biologia. I. Santos, Leonardo Silva. II. Título.

CDU 57:37

Catalogação na fonte: Bruna Heller (CRB10/2348)

Índices para catálogo sistemático:

1 Biologia 57
2 Educação 37

DOI: 10.63330/livroautoral972026-

Aurum Editora Ltda
CNPJ: 589029480001-12
contato@aurumeditora.com
(41) 98792-9544
Curitiba - Paraná

ORGANIZADOR



Leonardo Silva Santos
Graduado em Ciências Biológicas (Licenciatura) pela Universidade Federal de Sergipe com período sanduíche (Ciência sem Fronteiras) na Universidade de Coimbra (Portugal), Mestre e Doutor em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foi professor Colaborador Voluntário dos cursos de Biologia e Ecologia da UFS. Atualmente é professor efetivo na Rede de Educação Básica do Estado de Sergipe e professor substituto no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe (CODAP/UFS).
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4856406620287194
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0065-0487

AUTORES

Anízio de Jesus Silva-Junior
Anna Shania Reis Santos
Claudio Sergio Lisi
Elizamar Ciríaco da Silva
Filipe Andrade dos Santos
Gabrielly Divina Santos Silva
Gesilene dos Santos Correia
Iasmim Santana dos Santos
Isabela Santos Correia Rosa
José Victor Cachoeira Venancio
Kamila Marcelino Brito Sobral
Larissa Soares da Silva
Leonardo Silva-Santos
Lívia Nailine Dias Gomes
Lucas da Cruz Carvalho
Lucielle Barros Soares
Marcel Felipe Barros Andrade
Maria Clara de Jesus Silva
Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira
Vanessa Reis Costa
Vitória Emmanuelle dos Santos da Silva

PREFÁCIO

Ensinar Ciências e Biologia é criar condições para que o estudante observe, questione, investigue e compreenda o mundo de forma crítica. Em um cenário marcado por mudanças sociais, ambientais e tecnológicas, a escola é desafiada a superar práticas centradas apenas na transmissão de conteúdos e a construir experiências de aprendizagem mais significativas e participativas.

É nesse contexto que se insere *Além do Quadro: Experiências, Práticas e Metodologias Ativas em Ciências e Biologia.* A obra reúne experiências, propostas pedagógicas e reflexões que compartilham um princípio comum: o conhecimento científico ganha novos sentidos quando o estudante participa ativamente de sua construção. Ao longo dos capítulos, teoria e prática se aproximam por meio de oficinas pedagógicas, tecnologias digitais, inteligência artificial, aprendizagem baseada em projetos, educação ambiental, etnobotânica, coleções didáticas e modelos voltados ao ensino de conteúdos biológicos.

Mais do que oferecer metodologias prontas, os capítulos mostram que inovar pedagogicamente exige planejamento, intencionalidade e reflexão sobre a própria prática. O título "Além do Quadro" expressa, portanto, uma concepção de ensino. Ir além do quadro não significa abandonar a exposição ou o rigor científico, mas ampliar as possibilidades de ensinar e aprender, transformando laboratórios, ambientes naturais, modelos, coleções, recursos digitais, projetos e oficinas em espaços de produção de conhecimento.

Esperamos que esta obra inspire professores, licenciandos, pesquisadores e demais profissionais da educação a experimentar, adaptar e criar novas possibilidades para o ensino de Ciências e Biologia.

O organizador.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....**13**

CAPÍTULO 1 - OFICINAS PEDAGÓGICAS NO CODAP/UFS: PRÁTICAS E CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DOCENTE EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA
Vitória Emmanuelle dos Santos da Silva, Lívia Nailine Dias Gomes, Maria Clara de Jesus Silva e Isabela Santos Correia Rosa.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-001***
.....**15-32**

CAPÍTULO 2 - SIMBIOSE DIGITAL: A INTERAÇÃO ENTRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA
Vanessa Reis Costa, Filipe Andrade dos Santos, Anna Shania Reis Santos e Elizamar Ciríaco da Silva.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-002***
.....**33-57**

CAPÍTULO 3 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: POSSIBILIDADES PARA O ENSINO BÁSICO
Iasmim Santana dos Santos, Larissa Soares da Silva, Lucas da Cruz Carvalho, Gabrielly Divina Santos Silva e Kamila Marcelino Brito Sobral.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-003***
.....**58-81**

CAPÍTULO 4 - A ETNOBOTÂNICA NO CONTEXTO ESCOLAR: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E SUAS POTENCIALIDADES PARA O ENFRENTAMENTO DA IMPERCEPÇÃO BOTÂNICA
Anna Shania Reis Santos, Filipe Andrade dos Santos, Vanessa Reis Costa e Elizamar Ciríaco da Silva.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-004***
.....**82-114**

CAPÍTULO 5 - A DISPERSÃO DA RIMA: CORDÉIS PARA O ENSINO DE SAMAMBAIAS E LICÓFITAS
Marcel Felipe Barros Andrade e Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-005***
.....**115-127**

CAPÍTULO 6 - DA SEMENTE À CONSCIÊNCIA AMBIENTAL: POTENCIAL DE UMA SEMENTECA DE DIÁSPOROS DA CAATINGA COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA
Filipe Andrade dos Santos, Anna Shania Reis Santos, Vanessa Reis Costa, Lucielle Barros Soares e Elizamar Ciríaco da Silva.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-006***
.....**128-150**

CAPÍTULO 7 - RAÍZES DO CONHECIMENTO: CONSTRUÇÃO E PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ANATOMIA DA RAIZ
Gesilene dos Santos Correia, Leonardo Silva-Santos e Claudio Sergio Lisi.

Crossref ***https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-007***
.....**151-170**

CAPÍTULO 8 - ENTRE SUSTENTAÇÃO E CONDUÇÃO: CONSTRUÇÃO E PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ANATOMIA DO CAULE
Gesilene dos Santos Correia, Leonardo Silva-Santos e Claudio Sergio Lisi.

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-008
.....**171-187**

CAPÍTULO 9 - DA MICROSCOPIA À APRENDIZAGEM: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ANATOMIA DA FOLHA
Gesilene dos Santos Correia, Leonardo Silva-Santos e Claudio Sergio Lisi.

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-009
.....**188-204**

CAPÍTULO 10 - ENCONTROS ENTRE TERRA E MAR: MODELO DIDÁTICO INCLUSIVO PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO DOS CETÁCEOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA
José Victor Cachoeira Venancio, Anízio de Jesus Silva-Junior e Leonardo Silva-Santos.

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-010
.....**205-223**

APRESENTAÇÃO

Há experiências que merecem ser registradas pois, quando narradas e analisadas, podem ultrapassar o contexto em que surgiram e inspirar novas práticas. *Além do Quadro: Experiências, Práticas e Metodologias Ativas em Ciências e Biologia* nasce desse propósito: reunir propostas, vivências e reflexões que aproximam o conhecimento científico da prática pedagógica e valorizam a participação ativa dos estudantes nos processos de ensino e aprendizagem.

A obra é composta por dez capítulos que percorrem diferentes possibilidades para o ensino de Ciências e Biologia. Oficinas pedagógicas, inteligência artificial, aprendizagem baseada em projetos, educação ambiental, etnobotânica, literatura de cordel, coleções didáticas, modelos tridimensionais e educação inclusiva compõem um conjunto diverso, mas articulado por um mesmo princípio: ampliar as formas de ensinar, investigar, representar e construir conhecimentos.

O capítulo de abertura apresenta experiências de oficinas pedagógicas desenvolvidas no CODAP/UFS, articulando cultura, educação em saúde, tecnologias digitais, educação ambiental e formação docente. Na sequência, Simbiose digital discute a presença da Inteligência Artificial no ensino de Ciências e Biologia, analisando plataformas, possibilidades pedagógicas, acessibilidade e desafios relacionados à integração crítica dessas tecnologias ao contexto educacional.

O terceiro capítulo aproxima Educação Ambiental e Aprendizagem Baseada em Projetos, apresentando uma experiência que relaciona investigação de problemas socioambientais, território, Paleontologia e Dendroecologia. Em seguida, a obra adentra de forma mais intensa o campo da Botânica. O quarto capítulo discute a etnobotânica no contexto escolar, destacando práticas capazes de aproximar conhecimentos científicos, saberes locais e experiências cotidianas dos estudantes, contribuindo para o enfrentamento da impercepção botânica.

Essa aproximação entre ciência e cultura continua em A dispersão da rima: cordéis para o ensino de samambaias e licófitas, capítulo que utiliza a Literatura de Cordel como recurso pedagógico para abordar caracterização, anatomia, morfologia, reprodução, ecologia e conhecimentos bioculturais desses grupos vegetais. A proposta evidencia o potencial da linguagem artística e da cultura popular nordestina para tornar conteúdos botânicos mais acessíveis, contextualizados e interdisciplinares.

Na sequência, Da semente à consciência ambiental apresenta a utilização de uma diasporoteca da Caatinga como recurso para observação, investigação e valorização da biodiversidade regional. A coleção funciona como ponto de partida para discutir morfologia, dispersão, germinação, adaptações e relações entre plantas e ambiente.

Os três capítulos seguintes formam um núcleo dedicado à Anatomia Vegetal. A partir de modelos didáticos tridimensionais para raiz, caule e folha, são apresentadas estratégias que buscam superar abordagens restritas à memorização, favorecendo a compreensão espacial dos tecidos, suas funções e suas relações com processos fisiológicos e ambientais.

Encerrando a obra, Encontros entre terra e mar aborda o ensino da evolução dos cetáceos por meio de um modelo tridimensional e tátil. A proposta articula evidências paleontológicas, ancestralidade comum, adaptação e diversificação evolutiva, ao mesmo tempo em que amplia as possibilidades de inclusão de estudantes cegos ou com baixa visão.

Os capítulos reunidos nesta coletânea não pretendem oferecer receitas prontas. Ao contrário, apresentam experiências e propostas que podem ser adaptadas, recriadas e ressignificadas em diferentes realidades educacionais. Cada texto expressa a contribuição de suas autoras e de seus autores, que compartilham conhecimentos, inquietações e possibilidades construídas a partir do ensino, da pesquisa e da formação docente.

Desejamos que esta obra inspire professores, licenciandos, pesquisadores e demais profissionais da educação a reconhecerem a sala de aula, o laboratório, o ambiente natural, a cultura e as tecnologias como espaços igualmente férteis para a construção do conhecimento científico.

Boa leitura.
O Organizador

CAPÍTULO 1

OFICINAS PEDAGÓGICAS NO CODAP/UFS: PRÁTICAS E CONTRIBUIÇÕES PARA A FORMAÇÃO DOCENTE EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA

PEDAGOGICAL WORKSHOPS AT CODAP/UFS: PRACTICES AND CONTRIBUTIONS TO TEACHER EDUCATION IN SCIENCE AND BIOLOGY

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-001

Vitória Emmanuelle dos Santos da Silva
Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe
E-mail: vemanuelly033@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8472580388387461
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-7206-4459

Lívia Nailine Dias Gomes
Graduanda em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe
E-mail: livia-nailine@academico.ufs.br.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0079392503271637
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-4892-9150

Maria Clara de Jesus Silva
Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe
E-mail: mclara.bio21@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5148776043040344
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-1234-1390

Isabela Santos Correia Rosa
Doutora em Ensino, Filosofia e História das Ciências
Universidade Federal de Sergipe
E-mail: isabelarosa@academico.ufs.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5688327095258626
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3941-1750

RESUMO

Este trabalho discorre da realização das experiências de oficinas pedagógicas realizadas no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe (CODAP), voltadas à formação docente no ensino de Ciências e Biologia. As oficinas aconteceram durante um evento escolar anual chamado JECCA que possibilitou metodologias diferenciadas para uma aprendizagem significativa, além disso, contribuiu com a participação ativa dos alunos da educação básica. As oficinas centralizaram Adinkras, bordado, cultura digital e educação em saúde, proporcionaram experiências diferenciadas tanto aos estudantes quanto às docentes responsáveis por sua realização. O desenvolvimento da experiência proporcionou resultados

significativamente favoráveis para aplicação e adaptação para diversos conteúdos escolares por seus materiais acessíveis, temas atuais e flexibilidade na sua duração e espaços formativos.

Palavras-chave: Educação; Ensino de Ciências; Eventos escolares.

ABSTRACT

This study discusses the experience of pedagogical workshops conducted at the Application School of the Federal University of Sergipe (CODAP), focused on teacher education in Science and Biology teaching. The workshops took place during an annual school event called JECCA, which enabled differentiated methodologies for meaningful learning and contributed to the active participation of basic education students. Centered on Adinkras, embroidery, digital culture, and health education, the workshops provided distinct experiences both for the students and for the teachers responsible for their implementation. The development of this experience yielded significantly favorable results for application and adaptation across various school subjects, due to its accessible materials, current themes, and flexibility in duration and educational spaces.

Keywords: Education; School events; Science teaching.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências e Biologia pode se tornar mais dinâmico, interativo, relacionado com o cotidiano dos estudantes e também contribuir com a formação crítica, centrada na tomada de decisões socialmente responsável? Esse é um dos grandes desafios enfrentados no ambiente escolar, principalmente quando se trata de práticas pedagógicas voltadas à exposição de conteúdos conceituais. Apesar desses conteúdos serem importantes, é necessário desenvolver estratégias que provoquem curiosidade, protagonismo e participação dos estudantes para o diálogo e a formação de aprendizado coletivo. Diante disso, as oficinas pedagógicas apresentam-se como um processo ativo de transformação entre sujeito e objeto, sendo um caminho com alternativas que nos aproximam do objeto a conhecer (Cuberes apud Vieira e Volquind, 2002). Complementarmente, é definida por Paviani e Fontana (2009) como uma forma de construir conhecimento com ênfase na ação, sem perder de vista a base teórica.

Diante disso, as oficinas podem contribuir significativamente para o ensino de Ciências e Biologia, ao proporcionar afinidade entre os conteúdos escolares e as vivências dos estudantes, a partir de atividades interdisciplinares e contextualizadas. Para a abordagem de alguns conteúdos no ensino de Ciências e Biologia, as atividades práticas são fundamentais, pois proporcionam compreensão das temáticas e estimulam o desenvolvimento de competências e habilidades específicas dessa área do conhecimento.

Mastelari e Zômpero (2017) confirmam essa contribuição ao analisarem a oficina de aprendizagem intitulada "The Big Bang", desenvolvida com alunos do ensino médio na disciplina de Biologia. As autoras observaram que a proposta possibilitou o desenvolvimento de competências relacionadas à contextualização, à interdisciplinaridade e à resolução de situações-problema.

Dentro deste contexto, as oficinas pedagógicas atendem a duas finalidades: "(a) articulação de conceitos, pressupostos e noções com ações concretas, vivenciadas pelo participante ou aprendiz; e b) vivência e execução de tarefas em equipe, isto é, apropriação ou construção coletiva de saberes." (Paviani e Fontana, 2009, p.78). Além destes, acrescentamos também a contribuição das oficinas para a construção de espaços de formação para professores, relacionados ao planejamento, à mediação pedagógica, à avaliação e adaptação de estratégias de ensino (Kédua e Kato, 2020). Assim, as oficinas podem contribuir para importantes espaços de reflexão sobre a formação, tanto inicial quanto na continuada.

Ademais, também podem proporcionar momentos de diálogos entre professores e estudantes. O professor abdica do papel de transmissor de conhecimento e passa a ser mediador no processo de ensino e aprendizagem. Os estudantes seriam motivados a argumentar, questionar e protagonizar a construção de pensamento crítico e científico, a partir dos conhecimentos que desenvolveram na oficina, que deve possibilitar aos estudantes o exercício de pensar, criar e descobrir novas facetas do conhecido, entendido como a construção e desconstrução do saber (Ferreira, 2001; Pinheiro et al., 2024). Assim, a oficina configura-se como um espaço de participação e produção coletiva, favorecendo a reflexão, a troca de experiências e o processo de criação (Ferreira, 2001). Complementarmente, Martin (2002, p. 80), afirma que o momento da oficina é o ideal para "(...) nos despir das amarras que a escola tradicional nos impôs, para dar o passo adiante do experimentar, ousar, descobrir, transformar".

Contudo, por mais potente que essa atividade seja, ela também possui alguns desafios, como disponibilidade de tempo e de planejamento adicional, recursos de materiais, organização no espaço escolar e flexibilidade no planejamento, para adequar a uma oficina. Outro desafio dessa prática ainda não mencionado, é evitar que essas oficinas ocorram de maneira isolada, sem continuidade com a temática seguinte, isso evita que a oficina não fique desconectada e que consiga contribuir com o aprendizado. Para tanto, é interessante que esteja vinculada a uma sequência didática ou a um projeto mais amplo.

Ao proporcionar esse viés, permite que os conhecimentos construídos sejam retomados, aprofundados e avaliados em outros momentos ao longo da prática docente, isso não só beneficia o alunado, mas de forma construtiva o docente, para futuras práticas metodológicas a fim de corrigir, aprimorar ou refazer a experiência de forma mais eficaz. Isso porque o desenvolvimento de oficinas pedagógicas exige criatividade, flexibilidade e que seja intencionalizada ao seu desenvolvimento.

Entretanto, as oficinas não substituem todas as formas de ensinar, mas trazem um formato diferente, divertido e lúdico que os alunos possam aprender investigando e interagindo entre teoria e prática. Dessa

forma, refletir a construção e planejamento das oficinas para o ensino médio pode favorecer tanto o ensino e aprendizagem dos estudantes quanto a prática docente, sobretudo pela importância de proporcionar, na formação inicial, vivências de discussão e planejamento que contribuam para a construção de repertórios para o desenvolvimento de práticas dessa natureza na futura prática profissional. Sobre isso, destaca-se o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID).

O programa é uma iniciativa que integra a Política Nacional de Formação de Professores do Ministério da Educação e tem por finalidade fomentar a iniciação à docência e contribuir para o aperfeiçoamento da formação de docentes (Brasil, 2024). Através do programa, os licenciandos vêm conquistando maior espaço de ação na escola, planejamentos, organização de eventos, projetos e atividades (Silva et al, 2018), e desta forma, vivenciar as relações complexas da sala de aula, bem como o contorno sociocultural da comunidade educativa (Paniago e Sarmento, 2017). O subprojeto de Biologia na Universidade Federal de Sergipe (UFS) conta com 4 eixos temáticos: Educação Ambiental; Cultura Digital e Tecnologia na Educação; Educação das Relações Étnico-raciais; Orientação Sexual e Identidade de Gênero.

Diante disso, este capítulo tem como objetivo relatar e analisar experiências desenvolvidas no âmbito do PIBID, durante a Jornada Esportiva Científica e Cultural (JECCA), a partir da realização de oficinas, com estudantes da Educação Básica, buscando refletir sobre as contribuições dessas vivências para a construção de repertórios teórico-práticos e para o desenvolvimento de conhecimentos necessários à abordagem de diferentes temáticas na futura prática docente.

2 METODOLOGIA/DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE PRÁTICA

A metodologia utilizada foi de natureza quantitativa e cunho descritivo exploratório, com objetivo descritivo consistindo na descrição detalhada de atividades e reflexões críticas acerca dessas para a formação docente; o procedimento técnico utilizado foi a pesquisa de campo. A pesquisa qualitativa pauta-se no processo de produção do conhecimento a partir das reflexões contínuas do pesquisador (Flick, 2009), enquanto a abordagem exploratória permite discutir experiências vivenciadas, expor detalhes de ideias aplicadas e descobertas ocorridas (Silva, 2026). Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa de campo que, segundo Prodanov e Freitas (2013), é o tipo de pesquisa em que o pesquisador busca encontrar informações sobre o seu objeto de estudo através da observação de fatos e fenômenos, da maneira como eles ocorrem.

O presente capítulo configura-se como um relato de experiência das autoras, vivenciado a partir de sua atuação como pibidianas no Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Sergipe (CODAP–UFS), das oficinas que ministraram durante a Jornada Esportiva Científica e Cultural (JECCA). De acordo com Mussi (2021), o relato de experiência em âmbito acadêmico busca, além relatar a experiência vivenciada,

a valorização da prática vivida, através da reflexão crítica, baseada em aporte teórico metodológico. Ainda com base no autor, o relato de experiência possui um texto que descreve a vivência acadêmica seja de ensino, pesquisa ou extensão cuja característica principal é descrever a intervenção, o que justifica o presente texto se tratar de um relato de experiência.

A JECCA constitui um conjunto de atividades que contemplam a oferta de oficinas por docentes e bolsistas do PIBID, onde os alunos podem escolher as oficinas que desejam participar, a partir da disponibilidade para suas respectivas turmas.

O presente relato contempla a análise de três oficinas, de duas a quatro horas de duração, cada uma, desenvolvidas para alunos do Ensino Fundamental e Médio do CODAP-UFS.

Declaramos para os devidos fins que foi utilizada a ferramenta de Inteligência Artificial (IA), ChatGPT, exclusivamente na etapa de organização das referências bibliográficas. Afirmamos que todo o conteúdo gerado foi revisado e adaptado pelas autoras do presente trabalho, assumindo total responsabilidade pela originalidade das informações apresentadas no texto. Quanto à oficina Cultura Digital e Educação em Saúde, a IA foi utilizada apenas pelos alunos durante a oficina para exercício do que foi apresentado ao longo da oficina, sendo o planejamento e os materiais produzidos de responsabilidade das autoras.

2.1 OFICINA ADINKRAS: PINTANDO SÍMBOLOS E CONHECENDO CULTURAS

A oficina *Adinkras: Pintando Símbolos e Conhecendo Culturas* teve como objetivo promover o conhecimento e a valorização da cultura africana e dos saberes decoloniais por meio do estudo dos símbolos Adinkras. Assim, buscou-se que os estudantes compreendessem seus significados, reconhecessem sua importância histórica e cultural e expressassem, por meio da pintura, reflexões relacionadas às suas identidades, valores e experiências. Esta oficina foi realizada com 29 alunos, sendo 10 alunos do 1º ano, 9 do 2º ano e 10 do 3º ano do Ensino Médio, com idade variando entre 15 e 18 anos.

A atividade foi organizada em três momentos articulados. O primeiro consistiu em uma contextualização histórica e cultural dos símbolos Adinkras e dos povos africanos que os utilizam, com destaque para sua importância na preservação e na disseminação de saberes. O segundo momento foi destinado à escolha, pelos estudantes, de um símbolo com o qual se identificassem e à sua reprodução por meio da pintura, relacionando o conhecimento apresentado à expressão de suas identidades, valores e experiências. O terceiro momento foi reservado ao preenchimento de uma ficha de avaliação, elaborada para registrar as percepções dos estudantes sobre a experiência da oficina.

A produção artística ocorreu na Sala de Artes do CODAP-UFS, espaço previamente organizado para o desenvolvimento da oficina. A sala é organizada com três grandes mesas e possui diversos recursos que

podem ser utilizados, como as tintas e pincéis. A pintura foi realizada em uma folha cartão A4 com espessura 180g, disponibilizada pela ministrante.

Como o objetivo deste relato não inclui avaliar a aprendizagem dos estudantes, será feito um recorte analítico sob a ficha de avaliação e serão consideradas apenas as questões que possibilitaram a reflexão acerca da experiência docente vivenciada durante a aplicação da oficina. Desse modo, as respostas analisadas neste relato buscam subsidiar a reflexão sobre a prática docente e os conhecimentos construídos a partir da experiência, considerando a oficina como espaço de formação e de reflexão sobre o fazer docente.

2.2 CULTURA DIGITAL E EDUCAÇÃO EM SAÚDE

A próxima oficina realizada teve por objetivo abordar sobre o uso ético da IA, especialmente na manipulação de imagens - *deepfakes*-, construindo juntos estratégias de educação em saúde para combater a violência digital. Essa prática foi realizada com os alunos do 9° ano do ensino fundamental. A oficina aconteceu no laboratório de informática, sendo os estudantes divididos em 4 grupos. A oficina foi dividida em três momentos, sendo: no primeiro momento, uma breve apresentação sobre o tema da oficina e, em seguida, a divisão dos grupos; no segundo momento, os alunos foram provocados a fazerem uma atividade prática para que pudessem exercitar o que foi discutido até ali. Para isso, os discentes deveriam utilizar de alguma IA para realizar a busca de um determinado assunto, previamente distribuídos para os grupos (tabela 1), através de *prompt* simples, sem elaboração. Depois, eles deveriam realizar uma segunda pesquisa sobre o mesmo tema, ainda usando a mesma IA, porém, deixando o *prompt* mais elaborado (Quadro 1).

Quadro 1: Temas para pesquisar e a IA utilizada.

Tema	IA utilizada
O caso YPÊ e as bactérias resistentes	Gemini
Fungos que controlam formigas	Maritaka IA
O terremoto na Venezuela e o movimento das placas tectônicas	Perplexity
A democracia no Brasil após a era Getúlio Vargas	Meta AI

Fonte: autoral (2026).

Por fim, os alunos iriam comparar as duas respostas e registrar suas observações num mural coletivo no *Canva;* na última etapa da oficina, cada grupo recebe um caso com uma situação fictícia de violência digital. Eles precisam propor e registrar suas soluções num cartaz. Ao final, cada grupo terá 5 minutos para apresentar o caso e a solução deste para os demais colegas.

2.3 OFICINA BORDADO LIVRE EM FOLHA SECA

A proposta teve o objetivo de trabalhar a Educação Ambiental e sustentabilidade a partir da ressignificação de folhas secas para bordar animais e plantas da fauna e flora brasileira. Aconteceu com os discentes do Ensino Médio, contando com a participação de mais de 20 alunos. Foi realizada no laboratório

de matemática, uma vez que este laboratório dispunha de assentos confortáveis, o que era fundamental, devido a duração da oficina. Os alunos foram dispostos em grupos, para facilitar a partilha dos materiais que seriam utilizados ao longo da oficina. Quanto aos materiais, foram utilizados: bastidor, tecido, tesoura, agulha, linha, caneta/lápis, tecido algodão cru, além de folhas secas - coletadas no campus da Universidade Federal de Sergipe. Cabe salientar que foram coletadas folhas caducas, ou seja, aquelas que caíram naturalmente das árvores. A oficina foi dividida em 3 etapas: para a primeira etapa, foi apresentado para os alunos o funcionamento da oficina e os materiais que seriam utilizados, além de apresentar os ministrantes da oficina. Num segundo momento, foram ensinados para os alunos pontos básicos do bordado, como o ponto trás, nó francês, ponto cheio e ponto pena. No momento seguinte, os estudantes desenharam desenhos simples no tecido do bastidor, para exercitar os pontos que aprenderam.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 OFICINA ADINKRAS: PINTANDO SÍMBOLOS E CONHECENDO CULTURAS

Por meio da produção artística, a oficina buscou estimular a discussão acerca da valorização da cultura africana, visando promover uma aprendizagem significativa, crítica e contextualizada, alinhadas aos Temas Contemporâneos Transversais da BNCC, em especial à Educação das Relações Etnico-Raciais (ERER). A experiência evidenciou que os objetivos inicialmente estabelecidos de promover a valorização da cultura africana e de saberes decoloniais através dos símbolos, foram alcançados, pois os alunos conseguiram compreender a importância da atividade e de conhecer a cultura africana, especialmente no papel de produtora de conhecimento e saberes.

Ao início da atividade, situações como o atraso dos alunos para adentrar à sala contribuíram para uma turma agitada e dispersa, levando a diversas interrupções durante as explicações. Por ser uma semana atípica no colégio, onde os alunos dedicam-se principalmente a atividades esportivas e participação em oficinas, muitos discentes não costumam seguir as normas da escola à risca, como cumprimento aos horários das aulas, resultando em problemas como esses.

Consequentemente, a explicação teórica foi cortada ou apresentada de forma insuficiente. Os tópicos foram apresentados de forma rápida, sem aprofundamento e discussões e não foi possível explicar de forma detalhada alguns símbolos e seus significados. Considerando o planejamento, o momento inicial da atividade de fato seria breve, especialmente para que os alunos pudessem se dedicar melhor a pintura dos símbolos, entretanto, esse momento incluía a história do povo Akan, criadores dos símbolos Adinkra (Silva, et al, 2021; Viana, 2018); a disseminação da simbologia ao redor do mundo com a diáspora africana; bem como a importância de estudar a esses símbolos e a história para melhor compreender os saberes africanos e sua cultura. Assim, esse componente da atividade desempenha um papel fundamental para assegurar o alcance dos objetivos propostos, e entende-se que, ao ser realizado de forma sucinta, acarretou em uma

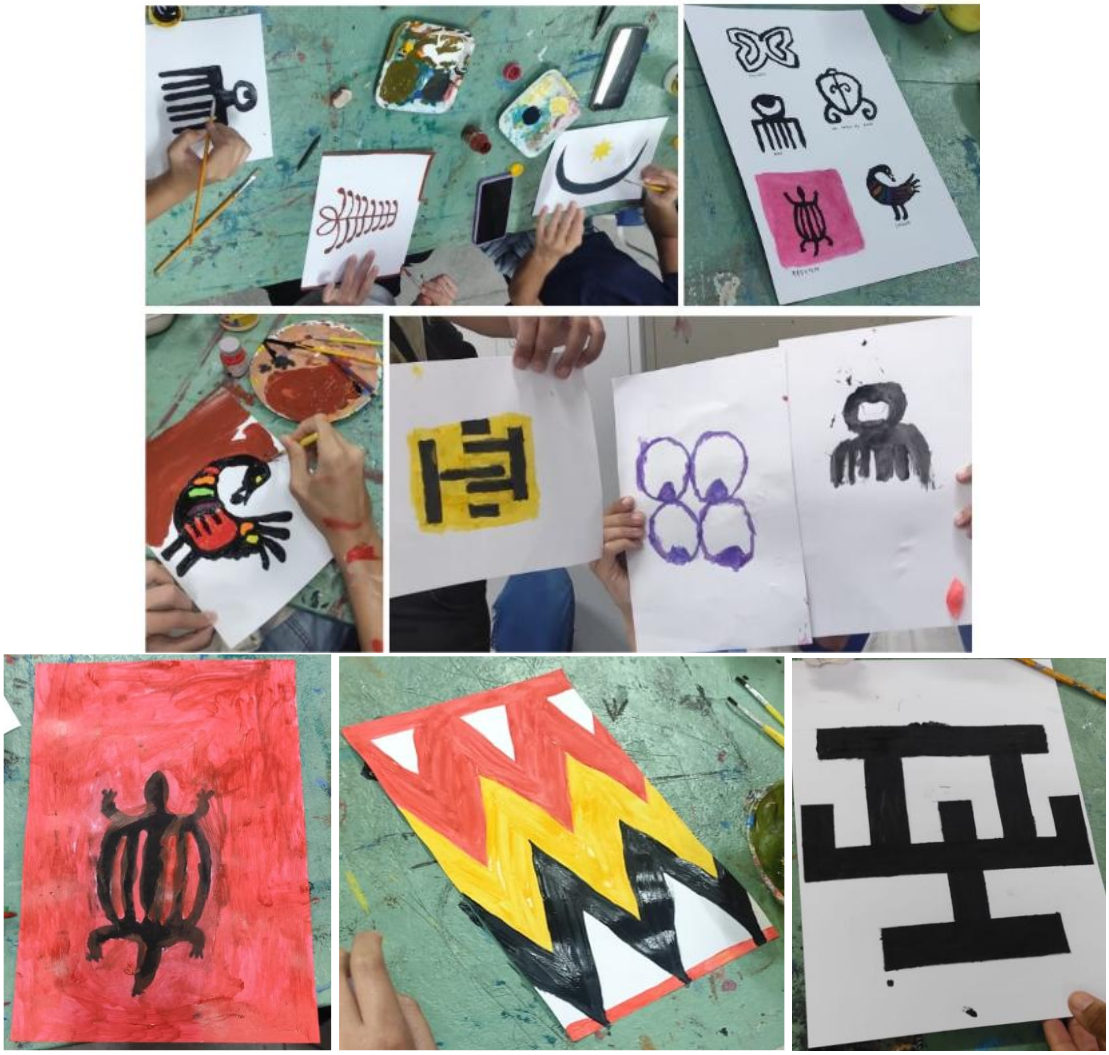
dificuldade para alcançá-los. Para melhor justificar tais fatores, faremos uma breve análise da Ficha de Avaliação preenchida pelos estudantes.

Ao serem questionados se a oficina possibilitou uma reflexão sobre a cultura africana, os resultados indicam que 23 alunos (79%) responderam de forma positiva. Quanto a contribuição da atividade para valorização da cultura africana, 83% dos estudantes afirmaram a contribuição positiva nesse sentido, justificando que a cultura era *desconhecida para as pessoas, e ajudou também a valorizar o conhecimento da cultura, o que alguns afirmaram também ser importante; outros afirmaram que a valorização ao conhecimento da cultura africana ajuda a nos entender melhor, nos mostra diversidade e importância cultural e transmite conhecimento decolonial, além de afirmar que a partir do conhecimento dos símbolos, respeitamos e entendemos a cultura africana.*

Os estudantes também foram questionados quanto a se a visão da cultura africana mudou após a oficina e as respostas consistiram em sim (48%), não (17%) e em partes (34%). As justificativas apresentadas foram em sua maioria sobre abrir espaço para cultura africana e quanto ela é maior do que imaginavam ou conheciam. Alguns afirmaram que a visão não mudou, pois já conhecia. Entretanto, na seção onde questionava sobre sugestões para melhoria da oficina, alguns estudantes afirmaram que "deveria ter mais tempo" ou "deveria ter explicado mais". Complementarmente, também foi questionado aos alunos quais símbolos escolheram para pintar e sua justificativa, e foi constatado que apenas 1 dos alunos afirmou ter escolhido por se identificar.

Podemos refletir que dentre os aspectos positivos da experiência, destaca-se o grande engajamento dos alunos para realizar a pintura dos símbolos. Apesar da dificuldade em identificar-se com o símbolo pintado, a proposta inicial da atividade, nenhum estudante deixou esse fator limitar a execução. Diversos alunos pintaram mais de um símbolo, alguns pintaram 4 ou 5. Esse resultado evidencia também um planejamento detalhado com base na observação dos alunos, visto que a metodologia de pintura foi escolhida justamente por perceber que os alunos do CODAP eram constantemente estimulados no campo das artes visuais. Os estudantes produzem, durante diversas aulas, pinturas e desenhos que são expostos na escola, o que evidencia habilidade e familiaridade com o método. Essa percepção tornou-se evidente também na ficha de avaliação, onde a questão 5 buscou compreender se o ato da pintura auxiliou na compreensão dos símbolos e 86,2% dos estudantes avaliaram positivamente. Esses resultados destacam a importância em relacionar os conteúdos com habilidades, familiaridades e gosto dos alunos como um caminho para a aprendizagem significativa Ausubel (1982).

Figura 1: Pinturas realizadas pelos alunos.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

Estes resultados possibilitam refletir que, apesar da percepção inicial acerca da condução da oficina, a maior parte dos alunos foi capaz de compreender a proposta da oficina e puderam refletir acerca dos valores e saberes africanos, contribuindo para o alcance parcial dos objetivos propostos. Evidencia também que a exposição oral não constitui a única forma de promover a compreensão dos conteúdos, destacando a necessidade de utilizar diferentes estratégias no planejamento de atividades, considerando que a forma como o conteúdo é apresentado pode interferir na maneira como os estudantes se relacionam com ele, conforme pontuado por Lacerda (2018, p.58), “o tipo de conteúdo, o jeito de apresentá-lo e a metodologia desenvolvida em função da sua intencionalidade podem favorecer a formação de um aluno mais humano e integral”. Entretanto, alguns estudantes apontaram a necessidade de mais tempo e de uma explicação mais aprofundada. Quando esse resultado é relacionado às respostas sobre a escolha dos símbolos, observa-se que apenas um estudante afirmou ter escolhido o símbolo por identificação. Embora esses dados, isoladamente, não consigam nos afirmar que a redução do tempo destinado à explicação tenha determinado

as escolhas dos estudantes, eles suscitam uma reflexão sobre a influência que o tempo destinado à contextualização dos símbolos pode ter exercido na experiência. Mas podemos refletir que a limitação deste momento pode ter restringido as possibilidades de aproximação dos estudantes com o conteúdo abordado. No que se refere à formação docente, essa experiência evidenciou a importância de um planejamento detalhado e atento ao tempo disponível para cada etapa da atividade. Nesse sentido, a experiência também nos permitiu perceber que, durante a prática, a atenção às diferentes situações que ocorrem em sala pode fazer com que o tempo inicialmente previsto seja subestimado, reforçando a necessidade de um planejamento que, além de detalhado, seja acompanhado e constantemente ajustado durante sua execução.

3.2 CULTURA DIGITAL E EDUCAÇÃO EM SAÚDE

A partir das atividades desenvolvidas, foi possível identificar que o objetivo da oficina foi cumprido à medida que os estudantes participavam das atividades propostas que possibilitaram a reflexão crítica do uso da IA bem como ferramenta nos estudos. A proposta de discutir o uso ético da IA e seus impactos na saúde mental favoreceu a reflexão dos estudantes sobre os impactos que o uso da IA, através da manipulação de *deepfakes*, pode proporcionar à saúde mental dos indivíduos. A participação dos discentes ao longo da oficina, através de discussões conduzidas ou por meio das atividades planejadas também permitiu a mobilização dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como articular com os saberes discutidos nesse encontro.

A discussão aconteceu na forma de uma aula expositiva dialogada. Depois da introdução foi feita uma atividade prática para que os estudantes pudessem exercitar o que foi apresentado na dinâmica inicial da oficina. Os estudantes estavam divididos em quatro grupos, e todos os grupos tinham acesso a 2 ou 4 computadores, a depender da quantidade de alunos no grupo. A proposta inicial dessa primeira atividade era que os alunos percebessem a diferença nas respostas geradas pela IA de acordo com a maneira como o *prompt* é organizado. Para isso, cada grupo realizou a pesquisa numa IA diferente, para que também tivessem a oportunidade de conhecer outras IAs que não o ChatGPT e o Gemini. Como algumas das IA sugeridas necessitavam fazer login para pesquisar, alguns grupos acabaram realizando a pesquisa utilizando a mesma IA ou usaram IA que já tinham costume de utilizar. A comparação realizada pelos estudantes (Figura 2), evidenciou que, ao organizarem as informações do *Prompt,* as respostas geradas pela IA para a mesma pergunta mudava, alternando o detalhamento e até a estrutura que as informações eram organizadas.

Figura 2: Respostas da Atividade Prática: comparações das respostas geradas pela IA.



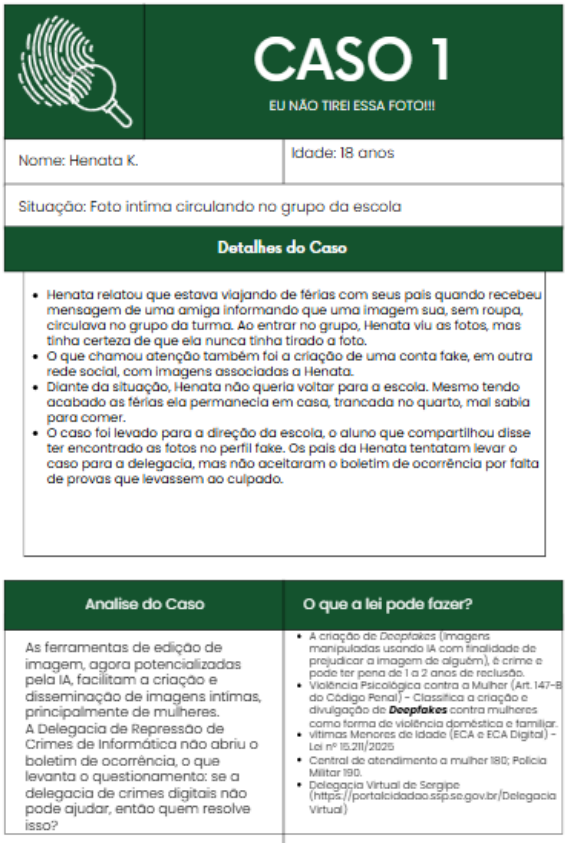
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A partir da dinâmica anterior, foi instigada uma discussão com os alunos acerca das respostas produzidas pela IA. Eles compartilhavam em suas falas que, apesar da IA conseguir dar respostas rápidas sobre um assunto, ela pode não estar fornecendo respostas corretas, mesmo que traga muitos detalhes. Essa etapa da oficina foi importante para que os discentes pudessem observar por conta própria que é necessário verificar as informações que são geradas nas respostas da IA, principalmente quando eles utilizam essa ferramenta em seus estudos. Aqui, foi apresentada às discentes opções de IA que eles podem utilizar para estudar, incluindo o Notebook Lm, e a importância de colocar essas facilidades digitais como ferramentas, ou seja, utilizarem a IA, mas não se tornarem dependentes delas.

Na última etapa da oficina, os grupos receberam casos fictícios de violência digital (Figura 3) e tinham a missão de, utilizando IA ou não, pensarem em soluções. Aqui, a finalidade era permitir aos estudantes utilizaram a IA como ferramenta para resolução de problemas ou para organizar as ideias na resolução destes casos, e também sensibilizar os alunos acerca das violências que existem no meio digital, possibilitando também que eles possam buscar ajuda ou ajudar quem está passando por algum tipo de violência digital. O período da adolescência é, para Braga et al. (2024), uma fase importante do desenvolvimento do indivíduo, sendo essa fase marcada por dúvidas, conflitos, mudanças e descobertas, que irão influenciar no desenvolvimento de habilidades e competências. Todas essas características fazem com que o adolescente esteja mais sujeito a riscos e vulnerabilidades.

Diante dessa fragilidade do adolescente, aprender a lidar com as situações que acontecem no mundo virtual é imprescindível para o fortalecimento da identidade dos nossos jovens e para sua segurança digital.

Figura 3: Estudo de Caso, proposto para solução pelos alunos.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Cada grupo recebeu um estudo de caso fictício e registrou a solução proposta num cartaz. Ao final, todos os grupos apresentaram para os demais o caso que recebeu e a sua respectiva proposta de intervenção. Cada caso proposto correspondia a um tipo diferente de violência digital, sendo o caso 1: uma situação de *deepfake*, caso 2: violência financeira (uma situação de golpe contra idosos), caso 3: o uso da *deepfake* na prática de *Bullying* digital, caso 4: também uma *deepfake*, mas envolvendo a manipulação de áudios falsos gerados por IA. Todos os casos se estruturam da mesma maneira: apresentavam informações sobre o caso, como quem era a vítima, a situação de violência, e avanço do caso - se medidas legais foram tomadas. Em seguida, em uma das caixinhas era feita uma breve análise do caso, comentando como a IA foi utilizada nessa situação e a situação da vítima. Na última caixinha, era apresentado para os estudantes informações sobre leis e canais de ajuda em relação a violência específica de cada estudo de caso. O cartaz de solução também tinha organização parecida em todos os grupos. Os estudantes precisavam preencher 4 caixinhas com situações diferentes: “O lado da vítima”, “Pensando como alguém próximo à vítima”, “Pensando como agente solucionador” e “Soluções”. Na primeira caixinha o grupo precisava pensar sobre o que faria no lugar da vítima, tendo que lidar com essa situação; na segunda caixinha, o grupo descreveria sobre o que fariam se fosse alguém próximo à vítima para ajudá-la; na terceira caixinha o grupo precisava agir como uma figura que consideravam importante para solucionar esse problema, por exemplo um delegado, um

juiz etc; por fim, na caixinha “Soluções”, o grupo deve detalhar a sua proposta para solucionar esse caso (Figura 4).

Figura 4: Solução do caso 1.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para a primeira caixinha, “O lado da vítima”, foi possível observar que os alunos conseguiram compreender a situação enfrentada em cada caso, compreendendo que a pessoa que enfrentava a situação de violência digital é uma vítima, e portanto, não tem culpa a violência que sofreu. Quanto a caixinha 2, “Pensando como alguém próximo à vítima”, todos os grupos responderam sensibilizando-se com a situação da vítima, sem culpá-la pela violência enfrentada. Na caixinha 3, “Pensando como agente solucionador”, as soluções variam entre ações individuais, coletivas e ação do próprio agente solucionador, como “Como investigador, atitudes como puxar os dados digitais da imagem poderiam auxiliar na descoberta de quem produziu a foto e a conta fake, e também denunciar a conta criada. Desse modo, impedindo constrangimentos futuros” - Resposta do Caso 1. Por fim, quanto a solução proposta por cada grupo foi observada que as soluções eram criativas, como as que sugerem criação de leis ou de aplicativos que pudessem detectar o uso de IA em chamadas; e também soluções que se sensibilizaram quando as consequências geradas para as vítimas da violência, propondo apoio psicológico e jurídico as mesmas. Inicialmente, a proposta era que os grupos usassem a IA para potencializar suas respostas e solução para

esses casos. Contudo, os próprios estudantes preferiram não utilizar a IA, sendo as respostas, portanto, de total autoria dos grupos.

A realização dessa oficina permitiu identificar as potencialidades e limitações quanto ao uso da inteligência artificial como recurso pedagógico nos estudos. A ferramenta ajudou os grupos a exercitarem os saberes que foram construídos ao longo da oficina e os permitiu pensar em diferentes propostas de solução para lidar com situações diversas. Ao mesmo tempo que também possibilitou aos discentes se posicionarem de forma crítica quanto ao uso das IA, principalmente nos estudos, tendo a consciência de que, mesmo que facilitem e otimizem o tempo de estudo e outras necessidades que enxerguem como relevante, a IA também tem limitações que precisam ser consideradas durante o seu uso.

Quanto ao tempo de duração da oficina, 2h, foi um tempo bom que permitiu tanto a discussão do tema, quanto a realização de atividades práticas. Contudo, tem que se levar em consideração a quantidade de alunos. Nessa oficina, por exemplo, foi realizada com 12 estudantes, por tanto, o tempo de 2h foi suficiente para a realização de todas as etapas, porém se quantidade de alunos for maior, é preciso cogitar a possibilidade de aumentar a duração da oficina para que os momentos de partilha possam ser conduzidos sem pressa.

No que concerne a realização das atividades, a independência dos alunos e a mediação do professor, a experiência mostrou potencialidades, como os próprios alunos decidirem não usar a IA e criar soluções para os casos por conta própria, mas também revelou a necessidade de mediação pedagógica quanto ao próprio uso da IA, tendo em vista que a maioria dos participantes tinham dificuldade em criar *prompts* adequados, e auxiliar na utilização crítica das informações produzidas pela ferramenta, uma vez que as IA não são fontes, portanto, os estudantes precisam estar atentos as referências que a IA usa para gerar as respostas.

3.3 OFICINA BORDADO LIVRE EM FOLHA SECA

A experiência de bordar em folha ocorreu de maneira diferente da expectativa das autoras, sendo o tempo um fator que limitou algumas atividades, como o próprio bordado na folha seca e a discussão mais aprofundada sobre a temática de sustentabilidade. Apesar disso, a experiência foi satisfatória, uma vez que possibilitou um momento de descanso para os alunos, das atividades acadêmicas, e permitiu a aprendizagem colaborativa. Ademais, a docência é uma profissão em que o profissional precisa lidar com a frustração. Nesse caso, tivemos que lidar com o desapontamento de não conseguirmos seguir com o que foi planejado para a oficina, diante do tempo curto, da dificuldade dos alunos na execução do bordado e do cansaço. Compreender que as coisas nem sempre vão sair conforme o planejado faz parte, e é preciso respeitar isso, principalmente porque não podemos nos prender aos planos, mas ter a sensibilidade de verificar se todos os estudantes estão conseguindo acompanhar as atividades preparadas. Desse modo, mesmo com as

limitações as oficinas foram um sucesso na sua proposta de propor espaços diversificados para temáticas pouco discutidas na sala de aula.

Cabe destacar que a oficina contou com a participação de muitos alunos homens, sendo importante salientar o envolvimento dos alunos, uma vez que a prática do bordado é uma atividade comumente associada a mulheres (Veríssimo, 2022). Após explicação da dinâmica da oficina, iniciou-se a explicação de pontos básicos do bordado que seriam utilizados pelos discentes na etapa de bordar na folha. Muitos dos estudantes tinham dificuldade em costurar, por isso, esse momento foi mais extenso, para permitir que os participantes pudessem dominar os pontos iniciais primeiramente. Por isso, os integrantes que tinham mais facilidade ajudavam aqueles que tinham dificuldade, o que permite uma aprendizagem colaborativa. De fato, para Veríssimo (2022), a prática do bordado é coletiva, sendo feita por mulheres da mesma família ou da vizinhança, que partilhavam nesse momento suas ideias e opiniões.

A escolha da folha seca para bordar surgiu após uma das autoras participar de uma oficina de bordado em folha. O Colégio de Aplicação reside no mesmo local que o campus da UFS. Por ser um ambiente familiar para as autoras, é comum encontrarmos, ao longo da vivência acadêmica, essas folhas, já que o campus conta com uma vegetação bem diversa. Dessa maneira, surgiu a necessidade de ressignificar materiais naturais que fazem parte do cotidiano dos alunos, possibilitando a discussão de temáticas ambientais através da prática do bordado. Para permanecer com o propósito da oficina, as folhas utilizadas não foram retiradas diretamente das árvores, sendo coletadas as folhas já caídas no campus, próximo das árvores.

Quanto ao tempo, a duração da oficina não foi adequada, sendo o tempo insuficiente. Neste caso, nem todos os alunos conseguiram alcançar a etapa de bordar na folha (Figura 5). Isso porque, como a maioria dos participantes nunca tinham bordado, a maior parte da oficina foi direcionada para ensinar aos discentes os pontos iniciais, já que eles tiveram muita dificuldade. Os participantes começaram treinando no tecido de algodão cru, por ser mais fácil bordar nesse material (Figura 6), já que, se eles começassem diretamente na folha teriam mais dificuldade devido a folha ser mais frágil, quebrando facilmente. Portanto, em próximas edições seria mais interessante a oficina ter duração maior ou ocorrer em mais de um dia.

Figura 5: Bordado na folha, feito pelos participantes da oficina.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

Figura 6: Bordados feitos por participantes da oficina na etapa inicial.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

Apesar das dificuldades enfrentadas pelos alunos, eles participaram bastante e estiveram bem concentrados durante as atividades. Nesses momentos é comum haver conversa, principalmente pelo bordado ser uma prática que demanda tempo, mas que ao mesmo tempo permite a interação.

Quanto a abordagem da educação ambiental ao longo da oficina, como na maior parte do tempo estávamos tentando ajudar os estudantes com a parte da costura, não conseguimos focar na discussão da temática, tendo essa discussão ficado restrita apenas ao início da oficina. Contudo, a prática do bordado tem potencial na prática pedagógica, mas para que o professor possa utilizar dessa prática para discutir temáticas é preciso que a turma tenha tido algum contato prévio com o bordado, assim, durante o bordado o professor pode se ater mais ao conteúdo que as técnicas do “bordar”.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse capítulo objetivou relatar e analisar as experiências vivenciadas pelas autoras, através da realização de oficinas durante eventos escolares, com estudantes de diferentes faixa-etárias, analisando as

contribuições dessa prática para o fortalecimento de suas identidades docentes e no repertório de experiências que contribuam no seu saber pedagógico.

As oficinas proporcionaram aos estudantes experiências diferentes, bem como para as docentes que as ministraram. Através dessa prática, as educadoras tiveram a possibilidade de atuar como docentes num contexto diferente da sala, com discussões que muitas vezes, na sala de aula convencional não há espaço. As metodologias utilizadas ao longo das oficinas permitiram a interação dos alunos, que estavam bem empenhados nas atividades, fortalecendo a aprendizagem colaborativa.

Diante das experiências relatadas, as oficinas apresentam potencial para serem replicadas em diferentes contextos educacionais, principalmente pela acessibilidade dos materiais que foram utilizados, pelo tema das oficinas serem questões atuais na sociedade, por terem dinâmica acessíveis para todos os públicos e por ser adaptável a cada turma onde se pretende aplicá-las. Além disso, outros pontos podem ser ajustados numa possível replicação, como a duração, que pode ser ampliada, podem ser replicadas em espaços diferentes, como espaços abertos, no caso das oficinas de Adinkras e de bordado, pode promover discussões mais aprofundadas e com a participação de profissionais especializados, como na oficina de cultura digital e educação em saúde, além do docente poder aproveitar da estrutura da oficina para propor discussões com temas diferentes dos relatados pelas autoras.

Nesse sentido, a experiência contribui para o ensino de ciências e biologia por demonstrar a utilização de metodologias que favorecem o protagonismo dos alunos em discussões sobre temas que são apresentados aos estudantes através de metodologias expositivas, em que o aluno participa daquele momento de forma passiva, sem conseguir utilizar das suas experiências na construção do seu conhecimento.

REFERÊNCIAS

BRAGA, Neilia Gomes da Silva; SILVA, Giovanna da Silva; ZUKOWSKY-TAVARES, Christina. A contribuição da cultura digital em processos de educação em saúde na escola. **Lifestyle Journal**, São Paulo, 2024.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). **PIBID**. Brasília, DF: CAPES, [s. d.]. Disponível em: https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica/pibid. Acesso em: 31 jun. 2026.

FERREIRA, Maria Salonilde. Oficina pedagógica: recurso mediador da atividade de aprender. In: RIBEIRO, Márcia Maria Gurgel; FERREIRA, Maria Salonilde (org.). **Oficina pedagógica**: uma estratégia de ensino e aprendizagem. Natal: EDUFRN, 2001.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

LACERDA, Cecilia Rosa. **Saberes profissionais e aprendizagem da docência no ensino superior**. Fortaleza: EdUECE, 2018.

MARTIN, Lenita. Orientação educacional, teoria e prática: repensando o estágio. In: GARCIA, Regina Leite (org.). **Orientação educacional**: o trabalho na escola. São Paulo: Loyola, 2002.

MASTELARI, Tania Belizário; ZÔMPERO, Andréia de Freitas. Oficina de aprendizagem: uma proposta metodológica na formação do estudante do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 224-243, 2017. DOI: https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2017v22n3p224.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas; FLORES, Fábio Fernandes; ALMEIDA, Cícero Batista de. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práxis Educacional**, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S2178-26792021000500060&script=sci_arttext. Acesso em: 5 mar. 2025.

PAVIANI, Neires Maria Soldatelli. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. **Conjectura: Filosofia e Educação**, Caxias do Sul, v. 14, n. 2, 2009. Disponível em: https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/16/15. Acesso em: 31 ago. 2026.

PINHEIRO, Niusarte Virginia; SELLIN, Weverson Dalmaso; SILVA, Felismina Dalva Teixeira; SILVA, Catarina Ferreira da Conceição Rodrigues da. Revisitando a oficina pedagógica como metodologia de ensino e aprendizagem: aportes teóricos e indicações metodológicas. **Revista Eletrônica de Educação**, [S. l.], v. 18, n. 1, e6406201, 2024. DOI: https://doi.org/10.14244/reveduc.v18i1.6406. Acesso em: 31 ago. 2026.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RÉDUA, Laís de Paula; KATO, Danilo Seithi. Oficinas pedagógicas na formação inicial de professores de Ciências e Biologia: espaço para formação intercultural. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, e20001, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/1516-731320200001.

SILVA, Cristiane Sousa da; FERREIRA, Viviane de Sousa; OLIVEIRA, Raquel Campos Nepomuceno de. Oficina de Adinkras na educação para relações étnico-raciais: relato de experiência em uma escola pública de Jaguaribe-CE. **Em Favor de Igualdade Racial**, Rio Branco, v. 4, n. 1, p. 47-58, jan./abr. 2021.

SILVA, Delano Moody Simões da; FALCOMER, Viviane Aparecida da Silva; PORTO, Franco de Salles. As contribuições do PIBID para o desenvolvimento dos saberes docentes: a experiência da licenciatura em Ciências Naturais, Universidade de Brasília. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 20, e9526, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-211720182001024.

VERÍSSIMO, Caroline Araújo. **Linhas de resistência**: o bordado como expressão feminista na arte. 2022. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Artes Visuais) – Departamento de Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

VIANA, Edlaine Gladys Borges. **Atividades para o ensino de simetria com os símbolos Adinkra**. Duque de Caxias, RJ, 2018.

CAPÍTULO 2

SIMBIOSE DIGITAL: A INTERAÇÃO ENTRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E O ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

DIGITAL SYMBIOSIS: THE INTERACTION BETWEEN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SCIENCE AND BIOLOGY EDUCATION

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-002

Vanessa Reis Costa
Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: vanessareisbiolog@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/6045222458525293
ORCDI: https://orcid.org/0000-0001-8762-8295

Filipe Andrade dos Santos
Doutorando em Agricultura e Biodiversidade (PPGAGRI-UFS)
Universidade Federal de Sergipe
E-mail: Filipeandradest@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7406187835152810
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-4292-6170

Anna Shania Reis Santos
Mestranda em Ciências Naturais (PPGCN - UFS)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: shaniareis@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8862352930274012
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-8579-3625

Elizamar Ciríaco da Silva
Doutorado em Botânica (PPGBOT/UFRPE)
Professora da Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: elizamar@academico.ufs.br.
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8647408093958870
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5858-6716

RESUMO

O avanço da Inteligência Artificial (IA) em diversos setores da sociedade alcança a esfera educacional, ressaltando a necessidade de planejar e desenvolver competências docentes para integrar essas tecnologias ao processo de ensino e aprendizagem. Este trabalho teve como objetivo verificar o potencial de plataformas de IA para a mediação pedagógica no Ensino de Ciências e Biologia. Para tanto, realizou-se uma revisão sistemática com análise quanti-qualitativa descritiva no Google Scholar, utilizando descritores combinados como “inteligência artificial”, “educação básica”, “ensino de ciências” e “ensino de biologia”. A partir da aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, selecionou-se uma amostra de 23 produções acadêmicas (6

artigos, 1 tese, 10 dissertações e 6 monografias). Mapearam-se 40 plataformas, as quais foram distribuídas em sete categorias: Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem – AVEA (25%), Gamificação – GAME (18%), Realidade Aumentada e Virtual – RA/RV (18%), Reconhecimento de Fala e Linguagem Natural – LN (15%), Predição e Recomendação – PR (15%), Sistemas Tutores Inteligentes – STI (5%) e Aprendizado Adaptativo – AA (5%). Cada categoria foi analisada quanto aos requisitos técnicos, usabilidade, limitações, recursos de acessibilidade digital e modelo de custo. Os resultados demonstram que essas ferramentas viabilizam o acompanhamento analítico individualizado, a inclusão por meio de recursos assistivos nativos e a materialização de conteúdos abstratos com o apoio de simulações e gamificação. Conclui-se que a Inteligência Artificial na Educação (IAED) atua como aliada na consolidação de uma simbiose digital no contexto escolar, otimizando a gestão formativa docente e promovendo o protagonismo, a motivação e a equidade no aprendizado.

Palavras-chave: Acessibilidade digital; Ensino de Ciências e Biologia; Inteligência Artificial na Educação; Recursos digitais; Revisão sistemática.

ABSTRACT

The advancement of Artificial Intelligence (AI) across different sectors of society has increasingly reached the educational sphere, highlighting the need to plan and develop teachers' competencies for integrating these technologies into teaching and learning processes. This study aimed to investigate the potential of AI-based platforms for pedagogical mediation in Science and Biology Education. To this end, a systematic review with descriptive quantitative and qualitative analysis was conducted using Google Scholar, combining search terms such as "artificial intelligence," "basic education," "science education," and "biology education." After applying the inclusion and exclusion criteria, a sample of 23 academic studies was selected, comprising 6 journal articles, 1 doctoral thesis, 10 master's dissertations, and 6 undergraduate monographs. A total of 40 platforms were identified and classified into seven categories: Virtual Teaching and Learning Environments – VTLE (25%), Gamification – GAME (18%), Augmented and Virtual Reality – AR/VR (18%), Speech Recognition and Natural Language Processing – NLP (15%), Prediction and Recommendation – PR (15%), Intelligent Tutoring Systems – ITS (5%), and Adaptive Learning – AL (5%). Each category was analyzed according to its technical requirements, usability, limitations, digital accessibility features, and cost model. The results indicate that these tools can support individualized analytical monitoring, promote inclusion through built-in assistive features, and facilitate the representation of abstract concepts through simulations and gamification. It is concluded that Artificial Intelligence in Education (AIED) can serve as an ally in consolidating digital symbiosis within the school context by optimizing formative teaching processes and fostering student agency, motivation, and equity in learning.

Keywords: Artificial Intelligence in Education; Digital Accessibility; Digital Resources; Science and Biology Education; Systematic Review.

1 INTRODUÇÃO

No contexto pós-pandemia de COVID-19, intensificou-se a necessidade de incorporar plataformas tecnológicas ao processo educacional, especialmente por meio de aplicativos e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) voltadas para a aprendizagem (De Souza, 2022; Salvador; Matias, 2022). Nesse cenário, diversos recursos foram mobilizados para viabilizar a transição e a consolidação de novas modalidades de ensino, impulsionados e aprimorados pelas inovações da Inteligência Artificial (IA) (De Souza, 2022).

A aplicação da Inteligência Artificial na Educação (IAED) reveste-se de caráter multidisciplinar, pois abrange desde diferentes estratégias de ensino e aprendizagem (Vicari, 2018) até dimensões pedagógicas, organizacionais, de acessibilidade, sustentabilidade e equidade, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (UNESCO, 2021).

A sistematização da IAED busca implementar estratégias pedagógicas que ofereçam benefícios significativos e respeitem as particularidades individuais dos estudantes (CIEB, 2019). Conforme CIEB (2019), ao fornecer estímulos motivacionais adequados, favorece-se a construção autônoma do conhecimento a partir de saberes prévios, habilidades e características pessoais do aluno.

Essa presença tecnológica, cada vez mais acentuada, desafia os docentes a se apropriarem da cibercultura e a desenvolverem competências essenciais para o uso dessas ferramentas, como adaptabilidade, aprendizagem contínua, criatividade e inovação (Costa *et al*., 2022; Salvador; Matias, 2022). Mais do que uma atualização técnica, o aprofundamento sobre as potencialidades da IAED exige o compromisso com o uso ético, transparente e focado na privacidade dos dados e algoritmos no ambiente escolar (UNESCO, 2019).

Torna-se fundamental, portanto, identificar as múltiplas possibilidades que as ferramentas de IA oferecem à prática docente. É preciso desmistificar a concepção objetivista de que a máquina substituirá o trabalho do professor ou executará, de forma passiva, as tarefas escolares, promovendo, em vez disso, uma verdadeira simbiose digital, em que a tecnologia potencializa o papel mediador do educador.

Diante disso, este trabalho analisa o potencial das plataformas de Inteligência Artificial no Ensino de Ciências e Biologia, identificando os recursos disponíveis para a prática docente e propondo um guia orientador de tomada de decisão para aprimorar o planejamento pedagógico e a regência das aulas nessas áreas.

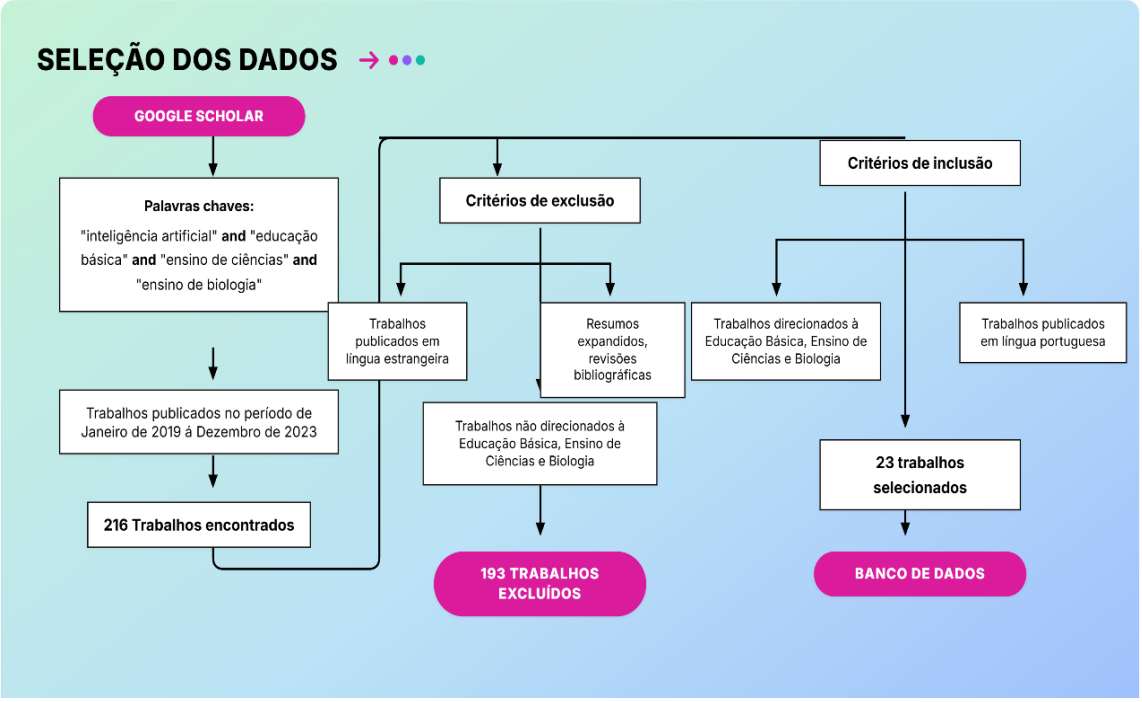
2 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como uma revisão sistemática da literatura combinada à análise empírico-qualitativa de ferramentas tecnológicas, possuindo caráter descritivo e abordagem quanti-qualitativa (Higgins; Green, 2008).

O levantamento da literatura foi realizado na base de dados do *Google Scholar*, abrangendo publicações compreendidas entre janeiro de 2019 e dezembro de 2023 em língua portuguesa. A busca avançada utilizou o operador booleano AND e delimitação por aspas para os termos exatos: "inteligência artificial", "educação básica", "ensino de ciências" e "ensino de biologia", buscados nos títulos, resumos e corpo do texto (Santos-Junior, 2021).

Conforme detalhado na Figura 1, o processo de filtragem seguiu critérios rigorosos de elegibilidade:

Figura 1: Fluxograma procedimental para a seleção dos dados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A partir dos 216 trabalhos identificados inicialmente, aplicaram-se os filtros temporais e de idioma, resultando em 132 produções. A leitura detalhada de títulos e resumos culminou em 32 pesquisas elegíveis, das quais, após leitura na íntegra e aplicação dos critérios de exclusão (trabalhos não direcionados à Educação Básica ou fora do escopo de Ciências e Biologia), consolidou-se uma amostra final de 23 trabalhos acadêmicos (6 artigos, 1 tese, 10 dissertações e 6 monografias).

A categorização dos dados realizada a posteriori teve como inspiração a matriz descrita no trabalho de Giraffa (2023). Os dados foram sistematicamente categorizados em sete eixos tecnológicos: Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem (AVEA), Gamificação (GAME), Realidade Virtual e Aumentada (AR),

Reconhecimento de Fala e Linguagem Natural (LN), Predição e Recomendação (PR), Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e Aprendizado Adaptativo (AA).

Posteriormente, foram estipulados cinco critérios de avaliação para a análise prática das plataformas: recursos necessários (hardware e conectividade); usabilidade (funcionalidade pedagógica no Ensino de Ciências e Biologia); limitações (restrições operacionais e de idioma); acessibilidade digital (recursos para deficiência visual e auditiva); e gratuidade [total, parcial (freemium) ou nula].

Como etapa final da análise e síntese dos dados, os resultados obtidos no mapeamento sistemático foram estruturados em uma matriz orientadora de tomada de decisão docente. Para a elaboração deste guia, articularam-se as 7 categorias taxonômicas identificadas (AVEA, GAME, RA/RV, LN, PR, STI e AA) aos seus respectivos cenários pedagógicos, ferramentas mais representativas e estratégias práticas de transposição didática para a sala de aula do ensino de Ciências e Biologia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as categorias de plataformas de IA, a maior parte dos trabalhos citou mais de uma plataforma. AVEA e GAME são as categorias mais abordadas nos trabalhos avaliados, enquanto STI foi citada apenas uma vez (Figura 2).

Esses resultados se justificam em virtude do período de pandemia, onde o ambiente da sala de aula tradicional deu lugar a um AVEA para dar continuidade ao ensino (Almeida *et al*., 2023). O resultado corrobora com o que foi encontrado no trabalho de Silva *et al*. (2021), no qual o maior número de publicações relatava o uso de AVEAs.

Figura 2: Mapa de calor matricial da distribuição das categorias de IA por tipologia de trabalho acadêmico. Legenda: STI: Sistema de Tutores Inteligentes; AA: Aprendizado Adaptativo; LN: Reconhecimento da Fala e Linguagem Natural; PR: Predição e Recomendação; AVEA: Ambiente Virtual de Ensino e Aprendizagem; RA: Realidade Virtual e Aumentada; e GAME: Gamificação.

TIPO DE TRABALHO	STI	AA	LN	PR	AVEA	RA/RV	GAME
Artigos (6)	1	2	2	1	2	2	2
Monografias (6)	–	–	–	2	2	2	2
Dissertações (10)	–	–	2	2	3	1	3
Teses (1)	–	–	–	–	1	–	1
TOTAL GERAL	1	2	4	5	8	5	8

Escala de Frequência por Célula: 0 Nula → 1 Baixa → 2 Média → 3 Alta

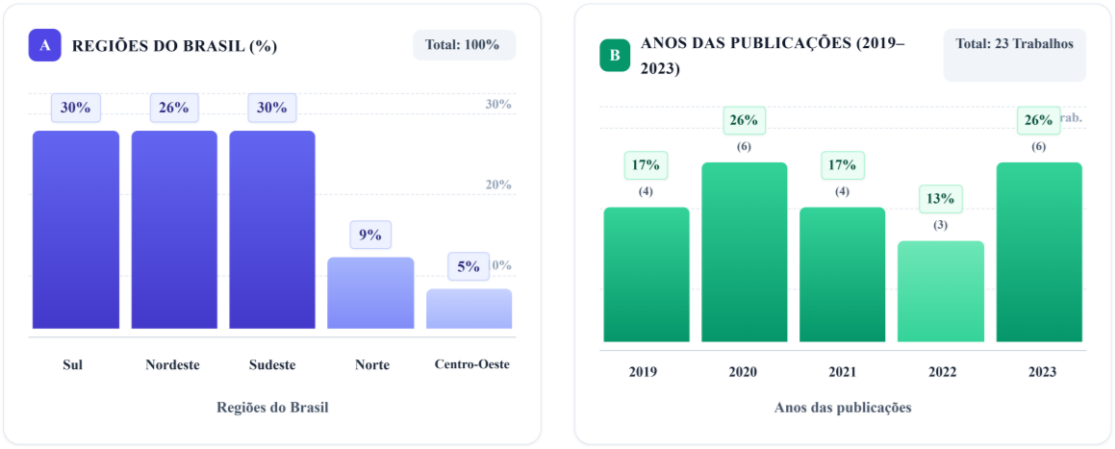
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Dentre os trabalhos analisados, a maior parte foi desenvolvida nas Regiões Sul e Sudeste, ambas representando 30% cada, tendo em vista a contribuição significativa da Universidade Federal de Santa

Catarina (UFSC) na elaboração e pesquisa dessas plataformas. A Região Nordeste obteve 26%, enquanto a menor parcela de trabalhos foi encontrada nas Regiões Norte e Centro-Oeste, com 9% e 5%, respectivamente (Figura 3A).

Em relação às publicações ao longo dos anos, registrou-se maior frequência nos anos de 2020 e 2023, ambos com 26% das produções, enquanto os anos de 2019 e 2021 totalizaram 17% cada. Todavia, o menor número de publicações foi registrado no ano de 2022, com 13%, resultado atípico considerando a maior utilização das TDICs no período pandêmico e pós-pandêmico (Figura 3B).

Figura 3: Produções por região do Brasil (A) e ao longo dos anos (B) de trabalhos que citam a utilização de plataformas de inteligência artificial no Ensino de Ciências e Biologia.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Ao categorizar os dados, foram encontradas 40 plataformas que utilizam IA. Destas, 27% utilizam o AVEA, 18% a gamificação, e a RA e os modelos de LN e de PR foram de 15% das plataformas por categoria. No entanto, o STI e o AA obtiveram apenas 5% das plataformas mencionadas (Figura 4).

Os resultados encontrados no trabalho de Silva *et al*. (2021) corroboram a relevância da categoria AVEA, similarmente ao que encontramos em nossa pesquisa, onde essa também foi a mais frequente em sua revisão bibliográfica.

Figura 4: Quantificação das plataformas mencionadas nos trabalhos avaliados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

3.1 AMBIENTES VIRTUAIS DE ENSINO E APRENDIZAGEM (AVEA)

Foram identificadas dez plataformas enquadradas na categoria AVEA: Moodle, Google Classroom, Ava-Seduc, Cuboz, Go-Lab, Graasp, PhET Colorado, RExLab, PBworks e Wix (Quadro 1).

Do ponto de vista de infraestrutura e requisitos técnicos, todas compartilham um padrão comum: exigem dispositivos com conectividade à internet (notebooks, tablets ou smartphones) e operam majoritariamente sob o modelo de gratuidade para fins educacionais. A principal limitação técnica compartilhada é a dependência de conexão online contínua (Quadro 1).

Em relação à acessibilidade digital, as ferramentas de grande porte (como Moodle, Google Classroom, Ava-Seduc e PhET) exibem recursos, como suporte a leitores de tela, navegação por teclado, leitor Braille, recursos de ampliação (zoom), paletas com contraste ajustável e integração a tradutores virtuais de LIBRAS (Quadro 1). Em plataformas que não possuem recursos acessíveis nativos, como o Cuboz, é possível integrar ferramentas de IA para transcrição audiovisual e legendagem utilizando o Summarize.tech.

Quadro 1: Mapeamento das plataformas AVEA e suas aplicações no Ensino de Ciências e Biologia.

PLATAFORMA	MODELO	CONEXÃO	ACESSIBILIDADE DIGITAL	APLICAÇÃO EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA	REFERÊNCIAS
Moodle	🟢	🌐 / 📱	♿ Editor com cores, legendas CC e leitor de tela	Fóruns em ecologia, testes avaliativos e envio de relatórios	Amaral (2019); Leandro (2020)
Google Classroom	🟢	🌐 / 📱	♿ Leitor de tela, Braille, transcrição ao vivo e zoom	Organização assíncrona, relatórios de laboratório e rubricas	Silva et al. (2021); Rodrigues (2022)
Ava-Seduc	🟢	🌐	♿ Intérprete virtual de LIBRAS nativo	Itinerários formativos de Ciências da Natureza para Ensino Médio	Almeida et al. (2023)
Cuboz	🟢	🌐	🟣 Básica (dependente de ferramentas do navegador)	Comunidades de aprendizagem científica e webinars ao vivo	Silva et al. (2021)
Go-Lab	🟢	🌐	🟣 Básica (sem recursos nativos específicos)	Laboratório virtual de taxa fotossintética e investigação	Silva et al. (2021)
Graasp	🟢	🌐	🟣 Básica (dependente do navegador)	Criação de quizzes, chatbots temáticos e análise de textos	Silva et al. (2021)
PhET Colorado	🟢	🌐 / 📱	♿ Navegação por teclado, sonificação e zoom tátil	Simulações de Seleção Natural, Genética e Dinâmica Populacional	Silva et al. (2021)
RExLab / InTecEdu	🟢	🌐	♿ Oficinas pedagógicas integradas de LIBRAS	Experimentação remota (ex.: pigmentação foliar em botânica)	Giraffa (2023); Santos et al. (2023)
PBworks	🟡	🌐	🟣 Básica (suporte padrão do navegador)	Construção colaborativa de glossários e wikis de termos biológicos	Leandro (2020)
Wix	🟢	🌐	♿ Controle por teclado e Alt-Text em imagens	Criação de sites de Feiras de Ciências e portfólios com apoio de IA	Neves (2020)

Legenda dos Símbolos:

🟢 **Gratuidade Total:** Software totalmente gratuito ou de código aberto. 🟡 **Freemium:** Gratuito básico com recursos avançados sob assinatura.
🔴 **Pago:** Requer licença comercial ou assinatura paga.

♿ **Acessibilidade Nativa:** Recursos próprios de inclusão e navegação assistida. 🟣 **Acessibilidade Básica:** Depende de recursos do navegador ou sistema operacional.
🌐 **:** Requer conexão contínua à internet. 📱 **:** Suporta aplicativo móvel ou modo offline.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Pedagogicamente, os AVEAs funcionam como o "hub" ou o ecossistema central da disciplina de Ciências e Biologia, permitindo transpor o espaço físico para o virtual e concedendo maior flexibilidade temporal e autonomia aos estudantes (Neves, 2020).

Conforme destacam Groenwald *et al*. (2014) e Möller *et al*. (2019), o principal valor do AVEA reside em fornecer e subsidiar o consumo de materiais multimídia variados (vídeos de microscopia, simulações e experimentos remotos) articulados a instrumentos de avaliação diagnóstica. No Ensino de Ciências, destaca-se a forte capacidade de integração dessas plataformas.

As ferramentas focadas em investigação e experimentação, como o PhET Colorado (que, embora opere via simulações interativas determinísticas e não por IA nativa, integra-se de forma sinérgica aos ecossistemas de IAED), o Go-Lab/Graasp e o RExLab (InTecEdu), permitem que os alunos realizem simulações de processos abstratos (como a seleção natural, a taxa fotossintética e a extração de pigmentos foliares) sem os custos e riscos de um laboratório físico tradicional (Santos *et al*., 2023).

Por sua vez, ferramentas de criação colaborativa como o PBworks e o Wix empoderam o estudante na produção de conteúdos científicos (wikis e websites temáticos), integrando recursos de IA generativa para montagem do layout e estruturação textual.

Por fim, cabe ressaltar que a eficiência do AVEA, seja no ensino presencial, remoto ou híbrido, depende essencialmente da intencionalidade do planejamento docente (Costa *et al*., 2019; Gomes *et al*., 2023). Conforme alertam Santos *et al*. (2023), ao utilizar sequências didáticas e simulações nesses ambientes, o professor deve ater-se ao dimensionamento das atividades para evitar tarefas excessivamente longas, dessa forma, essas plataformas contribuem para o aprendizado dinâmico e focado no protagonismo do aluno (Neves, 2020; Silva *et al*., 2021).

3.2 GAMIFICAÇÃO (GAME)

Foram identificadas sete plataformas enquadradas na categoria de Gamificação (GAME): Unity, Kahoot, Construct 2, Educaplay, GameMaker Studio, Pokémon Go e o jogo de simulação Pandemic (Quadro 2). Esse conjunto abrange desde motores gráficos para autoria e desenvolvimento de jogos (2D/3D) até aplicativos interativos de quizzes potencializados por Inteligência Artificial generativa e jogos de realidade aumentada.

Quanto aos modelos de gratuidade, variam entre soluções totalmente gratuitas, como, Pokémon Go, modelos freemium com planos de assinatura para recursos avançados ou escolas (ex.: Kahoot, Educaplay, GameMaker Studio, Unity) e recursos sob licença comercial paga, como o Construct2 e o jogo físico/digital Pandemic.

As principais limitações operacionais compreendem a dependência da conectividade online, barreiras de idioma, como interfaces nativas em inglês, contornáveis via tradutores de navegador e a exigência de conhecimentos prévios em lógica de programação nas ferramentas de autoria mais complexas, como Unity e GameMaker Studio.

No âmbito da acessibilidade digital, destacam-se recursos como leitura de texto em voz alta (Kahoot), verificadores de paleta de cores, ajuste de tamanho de fonte e elementos visuais adaptáveis (GameMaker Studio), permitindo maior inclusão de estudantes com deficiências visuais ou sensitivas.

Quadro 2: Mapeamento das plataformas de Gameficação e suas aplicações no Ensino de Ciências e Biologia.

PLATAFORMA	MODELO	CONEXÃO	ACESSIBILIDADE DIGITAL	APLICAÇÃO EM CIÊNCIAS E BIOLOGIA	REFERÊNCIAS
Unity	🟡	🌐 / 📱	Básica (dependente de bibliotecas do desenvolvedor)	Desenvolvimento de jogos 2D/3D e simulações com Realidade Aumentada	Bergamaschi et al. (2019); Silva et al. (2020)
Kahoot	🟡	🌐 / 📱	♿ Leitura de texto em voz alta nativa para apoio visual	Quizzes e avaliações formativas interativas em tempo real com ranking	Almeida et al. (2022); Souza (2023)
Construct (2/3)	🔴	🌐	Básica (sem recursos nativos específicos)	Desenvolvimento de jogos 2D em HTML5/JavaScript para simulação de sistemas	Amaral (2019)
Educaplay	🟡	🌐	Básica (dependente do navegador)	Geração automatizada de jogos didáticos via IA generativa	Valério (2023)
GameMaker Studio	🟡	🌐	♿ Ajuste de tamanho de texto/ícones e verificador de cores	Autoria de jogos educacionais 2D exportáveis para múltiplas plataformas	Leandro (2020)
Pokémon Go	🟢	🌐 / 📱	Básica (dependente do sistema operacional)	Análises taxonômicas por analogia entre seres do jogo e espécies reais	Silva (2020); Giraffa (2023)
Pandemic	🔴	📱	Básica (dependente de mediação pedagógica)	Simulação epidemiológica de dispersão de patógenos, virologia e genética	Diedrich (2019)

Legenda dos Símbolos:

🟢 **Gratuidade Total:** Software totalmente gratuito ou aplicativo livre. 🟡 **Freemium:** Recursos básicos gratuitos com opção de planos pagos.

🔴 **Pago:** Requer licença comercial ou aquisição do jogo.

♿ **Acessibilidade Nativa:** Recursos próprios de inclusão e navegação assistida. **Acessibilidade Básica:** Depende de mediação pedagógica ou do navegador.

🌐 **:** Requer conexão contínua à internet. 📱 **:** Suporta aplicativo móvel ou modo offline.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No que tange às plataformas de autoria e desenvolvimento, os trabalhos de Bergamaschi *et al*. (2019), Silva *et al*. (2020) e Silva *et al*. (2021) destacam o software Unity, uma plataforma focada em criação de videojogos 2D e 3D. A principal vantagem do Unity reside em sua capacidade de integração com bibliotecas de Realidade Aumentada (como o Vuforia), proporcionando alta flexibilidade na criação de ambientes virtuais imersivos.

Apesar de exigir download no computador e apresentar como barreira a necessidade de compreensão de linguagens de programação, a própria plataforma oferece módulos educativos de aproximadamente 37 horas de duração. De forma análoga, o Construct 2 (Amaral, 2019) e o GameMaker Studio (Leandro, 2020) permitem a construção de jogos em HTML5 e JavaScript.

Cabe ressaltar que o GameMaker Studio se destacou por apresentar recursos nativos de acessibilidade digital, como ajuste do tamanho de fonte, iconografia adaptada e verificador de contraste de cores, além de viabilizar a comercialização dos jogos criados.

No grupo de quizzes interativos e avaliação formativa, Almeida *et al*. (2022) e Souza (2023) analisam o Kahoot, plataforma amplamente empregada em sincronia com ambientes de videoconferência (Google Meet, Zoom, Microsoft Teams). O Kahoot destaca-se por oferecer leitura em voz alta para alunos

com deficiência visual, embora apresente limitações no plano gratuito (restrição a grupos de até 8 alunos por sessão).

Paralelamente, Valério (2023) enfatiza o Educaplay, que introduz o uso direto da IA generativa na gamificação: por meio da mascote virtual "Raio", o docente insere um comando (prompt) e a IA elabora um jogo temático completo em cerca de 20 segundos, o qual pode ser exportado diretamente para os ambientes virtuais de aprendizagem.

Por fim, a literatura mapeou o uso de jogos prontos como ferramentas de aprendizagem significativa. Silva (2020) e Giraffa (2023) abordam o jogo de Realidade Aumentada Pokémon Go como um catalisador para o ensino de Zoologia Comparada e Taxonomia.

A proximidade anatômica e morfológica dos personagens com espécimes da fauna real, tais como a relação entre Charmander e a salamandra gigante (*Andrias davidianus*), Pidgey e a ave (*Cedar waxwing)*, Squirtle e a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), permite ao docente estruturar aulas investigativas de zoologia sistemática.

Em uma perspectiva analógica, Diedrich (2019) analisa o jogo de tabuleiro Pandemic, que utiliza algoritmos de simulação para modelar dinâmicas epidemiológicas e a dispersão de patógenos por assintomáticos. A mecânica cooperativa do jogo exige que os alunos dominem conceitos fundamentais de Biologia Celular e Molecular (DNA, RNAm, síntese proteica, receptores de membrana e imunidade) para traçar estratégias de contenção de surtos.

A utilização dessas tecnologias gamificadas encontra respaldo teórico na concepção de Vygotsky (1998), ao postular que a atividade lúdica instaura uma situação imaginativa que mobiliza o prazer intrínseco e o engajamento cognitivo, oportunizando o desenvolvimento de funções psicológicas superiores e a resolução de problemas complexos.

Dessa forma, os docentes podem utilizar essas plataformas tanto para criar jogos personalizados quanto para utilizar os jogos disponíveis e aplicáveis à temática, devido aos benefícios significativos para o processo de aprendizagem dos alunos. Esses recursos têm o potencial de tornar o conteúdo mais acessível, interativo e atraente, promovendo assim um ambiente de aprendizagem dinâmico e contextualizado (Souza, 2023).

3.3 REALIDADE AUMENTADA (RA) E REALIDADE VIRTUAL (VR)

Foram identificadas seis plataformas que se enquadram na categoria de Realidade Aumentada (RA) e Realidade Virtual (RV) voltadas ao Ensino de Ciências e Biologia (Quadro 3). Todas as ferramentas exigem o uso de dispositivos tecnológicos (computadores, notebooks, tablets ou smartphones) e acesso à internet.

Em termos funcionais, as plataformas dividem-se em dois eixos principais: ambientes de desenvolvimento e autoria (Vuforia, Zappar/Zapworks) e repositórios de modelos 3D, laboratórios remotos e acervos virtuais (RA Repository, RELLE, Mozaik Education, XD Education e Google Arts & Culture).

Quadro 3: Mapeamento das plataformas de Realidade Aumentada e Realidade Virtual (RA e VR) e suas aplicações no Ensino de Ciências e Biologia.

PLATAFORMA	MODELO	CONEXÃO	ACESSIBILIDADE DIGITAL	APLICAÇÃO EM BIOLOGIA / CIÊNCIAS	REFERÊNCIAS
Vuforia	🟡	🌐 / 📱	Básica (ampliação visual via RA)	SDK para desenvolvimento de aplicações 3D/RA e RV com integração ao Unity	Bergamaschi et al. (2019); Silva (2020); Silva et al. (2021)
Zappar / Zapworks	🟡	🌐 / 📱	♿ **Zapvision** (visão computacional para deficientes visuais)	Criação e leitura de *Zapcodes* (QR Codes AR) para sobreposição de elementos virtuais	Silva et al. (2023)
RA Repository	🟢	🌐 / 📱	Básica (Cards impressos/digitais)	Cards prontos interativos para biologia/ciências com roteiros de avaliação formativa	Mazon et al. (2022)
RELLE (UFSC)	🟢	🌐	Básica (Webcams interativas)	Laboratórios remotos e experimentação real via webcams (ex.: microscopia e anatomia floral)	Silva et al. (2021)
Mozaik Education	🟡	🌐	Legendas em vídeos e animações	Acervo 3D interativo, animações e cadernos de exercícios para citologia e histologia	Souza (2023)
XD Education	🔴	🌐	Básica (Vídeos/animações)	Mais de 450 simulações interativas e 250 aplicações 3D estereoscópicas em ciências	Silva et al. (2021)
Google Arts & Culture	🟢	🌐 / 📱	Recursos de IA (Art Selfie e Art Palette)	Acervo virtual 360°/3D de museus; fósseis, botânica, zoologia e tempo evolutivo	Valério (2023)

Legenda dos Símbolos:

🟢 **Gratuidade Total:** Software totalmente gratuito ou repositório aberto. 🟡 **Freemium:** Gratuito com limitações de uso ou visualização.

🔴 **Pago:** Requer assinatura ou licença comercial.

♿ **Acessibilidade Nativa:** Recursos próprios de inclusão (ex.: Zapvision para deficientes visuais).

Acessibilidade Básica: Depende de recursos do navegador ou sistema operacional. 🌐 : Requer conexão contínua à internet. 📱 : Suporta aplicativo móvel ou uso offline.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No grupo focado no desenvolvimento de ambientes imersivos e marcadores virtuais, os estudos de Bergamaschi *et al*. (2019), Silva (2020) e Silva *et al*. (2021) destacam o Vuforia, um conjunto de ferramentas de desenvolvimento (Software Development Kit - SDK) que permite o reconhecimento de alvos e objetos tridimensionais complexos, funcionando em sintonia com a Unity. Ademais, o SDK possui licença gratuita para fins educacionais.

Complementarmente, Silva *et al*. (2023) analisam o Zappar / Zapworks, ferramenta especializada na criação de marcadores personalizados (Zapcodes). O Zappar destacou-se no âmbito da inclusão por apresentar a tecnologia Zapvision, que utiliza visão computacional para auxiliar deficientes visuais a acessar dados de produtos e objetos pela tela do smartphone. Essa tecnologia é diretamente articulada ao

RA Repository (Mazon *et al*., 2022), um repositório gratuito que disponibiliza cards impressos ou digitais com modelos anatômicos e botânicos acompanhados de questionários avaliativos.

Na dimensão dos laboratórios remotos e simulações imersivas, Silva *et al*. (2021) enfatizam o RELLE (Ambiente de Aprendizagem com Experimentos Remotos), desenvolvido pelo Grupo de Trabalho em Experimentação Remota da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A plataforma permite que os estudantes controlem experimentos físicos reais à distância via webcam, como a manipulação de microscópios remotos para observação de amostras florais e estruturas celulares, eliminando custos de manutenção de laboratórios físicos (Giraffa, 2023).

No âmbito comercial e de acervos multimídia, o Mozaik Education (Souza, 2023) e o XD Education (Silva *et al*., 2021) oferecem animações 3D estereoscópicas, simulações de processos biológicos e cadernos digitais interativos. Contudo, apresentam limitações como a exigência de assinaturas pagas (ou limite de 5 visualizações semanais no plano gratuito do Mozaik) e o idioma predominantemente em inglês em alguns módulos.

Por fim, Valério (2023) destaca o uso do Google Arts & Culture, plataforma gratuita que disponibiliza mais de 41 mil itens catalogados na área de ciências da natureza, incluindo coleções 3D e 360° de fósseis, insetos, espécimes botânicos e marcos do tempo evolutivo provenientes de mais de 1.700 museus mundiais. A plataforma integra recursos de IA (como o Art Selfie e o Art Palette) que auxiliam no engajamento e na pesquisa estética dos conteúdos.

A fundamentação teórica dessa categoria apoia-se em Tori *et al*. (2006) e Cardoso *et al*. (2017), ao conceituarem que a projeção de objetos virtuais em tempo real sobre o mundo real amplia a percepção sensorial do estudante e enriquece o ambiente de aprendizagem.

No Ensino de Ciências e Biologia, como demonstrado por Ferreira e Pereira (2020) em conteúdos de Ecologia e Química, a RA e a RV atuam na concretização de abstrações, tais como dinâmicas moleculares, fisiologia humana e microscopia celular, promovendo uma aprendizagem imersiva, contextualizada e interdisciplinar.

3.4 RECONHECIMENTO DE FALA E PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM (PLN)

Foram identificadas seis plataformas que se enquadram na categoria de Reconhecimento de Fala e Processamento de Linguagem Natural (PLN) aplicadas ao Ensino de Ciências e Biologia (Quadro 4). Todas as ferramentas mapeadas demandam conexão contínua à internet e utilização de dispositivos eletrônicos (smartphones, tablets ou computadores).

Funcionalmente, o agrupamento abrange desde assistentes cognitivos para mediação em espaços não formais de educação (IRIS+ / IBM Watson), passando por modelos de linguagem generativa e análise

de documentos PDF (ChatGPT, ChatPDF, Perplexity.AI), até motores de autoria para o desenvolvimento de chatbots pedagógicos customizados (Dialogflow, Zenvia) (Quadro 4).

Quadro 4: Mapeamento das plataformas de Reconhecimento de Fala e Processamento de Linguagem Natural (PLN) e suas aplicações no Ensino de Ciências e Biologia.

PLATAFORMA	MODELO	CONEXÃO	ACESSIBILIDADE DIGITAL	APLICAÇÃO EM BIOLOGIA / CIÊNCIAS	REFERÊNCIAS
IRIS+ (IBM Watson)	🟢	🌐	♿ Totens acessíveis para cadeirantes, sintetizador de voz e chat	Assistente cognitivo sobre ODS/ONU, evolução da vida e antropoceno no Museu do Amanhã	Rocha et al. (2020)
ChatGPT (OpenAI)	🟡	🌐 / 📱	♿ Transcrição de voz nativa no app móvel e interação por áudio	IA generativa para planos de aula, roteiros práticos, quizzes e simulação de chatbots	Giraffa (2023); Lyra (2023)
ChatPDF	🟡	🌐	🟣 Básica (suporte a leitores de tela do navegador)	Leitura interativa e sumarização automatizada de artigos e PDFs de Biologia	Lyra (2023)
Perplexity.AI	🟡	🌐 / 📱	🟣 Básica (respostas estruturadas com citação de fontes)	Pesquisa acadêmica assistida por IA com indicação direta de referências bibliográficas	Lyra (2023)
Dialogflow (Google Cloud)	🟡	🌐	♿ Reconhecimento multimodal por voz/texto e correção de linguagem	Motor de desenvolvimento de chatbots educacionais (ex.: STEAMBot em Ciências)	Lyra (2023); Marques (2021)
Zenvia	🟡	🌐	♿ Conversão de mensagens de texto para áudio (TTS)	Desenvolvimento de agentes conversacionais pedagógicos (ex.: Linnaeus Bot em ecologia)	Neves (2020); Neves et al. (2020)

Legenda dos Símbolos:

🟢 **Gratuidade Total:** Software totalmente gratuito ou de acesso livre. 🟡 **Freemium:** Gratuito com limitações ou plano corporativo pago.

🔴 **Pago:** Requer assinatura ou licença comercial.

♿ **Acessibilidade Nativa:** Recursos próprios de inclusão e navegação assistida. 🟣 **Acessibilidade Básica:** Depende de recursos do navegador ou sistema operacional.

🌐 : Requer conexão contínua à internet. 📱 : Suporta aplicativo móvel ou modo offline.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No âmbito dos espaços não formais de educação e divulgação científica, Rocha *et al*., (2020) destacam o uso do assistente cognitivo IRIS+, desenvolvido com a tecnologia IBM Watson no Museu do Amanhã (Rio de Janeiro-RJ). O sistema opera mediante seis totens interativos, incluindo estações adaptadas para cadeirantes e crianças, onde o visitante interage por voz ou texto através do Cartão IRIS (Rocha *et al*., 2020).

O assistente processa os interesses do visitante sobre a emergência do antropoceno, a evolução da matéria e da biodiversidade na Galeria do Tempo, relacionando essas temáticas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Trata-se de uma aplicação exemplar de Inteligência Artificial Cognitiva em espaços museais científicos, integrada a recursos físicos de acessibilidade, pisos táteis, maquetes e descrições em Braille (Rocha *et al*., 2020).

No ecossistema de Inteligência Artificial Generativa e análise documental, Giraffa (2023) e Lyra (2023) analisam o ChatGPT (OpenAI). A plataforma destaca-se por sua versatilidade na criação de sequências didáticas, formulação de flashcards, elaboração de questões com gabaritos comentados e

tradução contextualizada de artigos biológicos. Na versão paga (GPT-4), a ferramenta inclui capacidades multimodais de visão computacional, analisando gráficos ecológicos e diagramas citológicos com elevada precisão.

Complementarmente, Lyra (2023) implementa plataformas derivadas como o ChatPDF e o Perplexity.AI, projetadas para otimizar o letramento científico discente. Enquanto o ChatPDF permite ao estudante realizar upload de artigos científicos e formular perguntas diretas ao documento, o Perplexity.AI atua como um motor de busca computacional que recupera evidências científicas e fornece respostas sintetizadas com citação direta de artigos indexados.

Na dimensão da autoria de agentes conversacionais (Chatbots), Marques (2021) desenvolveu o "STEAMBot" utilizando o Dialogflow (Google Cloud), com o intuito de contribuir com o Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental, que pode ser utilizado por alunos e professores. Ele pode ser integrado com outras plataformas como o Youtube e pode ser utilizado tanto em propostas didáticas metodológicas, quanto em projetos de pesquisa.

De forma análoga, Neves *et al*. (2020) empregaram a plataforma Zenvia para programar o "Linnaeus Bot", um agente conversacional integrado ao WhatsApp e SMS voltado ao esclarecimento de dúvidas sobre Relações Ecológicas (interespecíficas e intraespecíficas) para estudantes do Ensino Médio. A ferramenta destaca-se por oferecer conversão nativa de texto em áudio (Text-to-Speech - TTS), beneficiando estudantes com limitações visuais.

Para além da amostra mapeada na literatura, cabe pontuar a rápida consolidação de ferramentas contemporâneas como o Gemini (Google), marcado pelo ecossistema de integração nativa com o ecossistema educacional Google (Docs, Classroom, Drive), e a assistente LuzIA, capaz de converter mensagens de voz do WhatsApp em texto transcrito e gerar ilustrações didáticas em segundos. De forma equivalente, assistentes de voz cotidianos (Alexa, Siri, Bixby) e ferramentas de tradução visual (Google Lens) reforçam a ubiquidade da linguagem natural no ambiente escolar.

A fundamentação teórica desta subseção ancora-se nos postulados de Magalhães (2023) e Giraffa (2023), ao ponderarem que os modelos de Linguagem Natural e computação cognitiva atuam como poderosos copilotos do trabalho docente. Ao otimizarem rotinas burocráticas e o planejamento pedagógico, essas ferramentas liberam o tempo do professor para a mediação humana e reflexiva.

Diante disso, os professores podem utilizar como assistente, pedindo de forma natural (escrita ou oral) materiais referentes às suas aulas, no planejamento didático e na elaboração de roteiros para aulas práticas e em eventuais necessidades com a organização, o planejamento, tempo e monitoramento.

Enquanto, os alunos também podem utilizar esse ambiente para tirar dúvidas ou estudar de forma complementar e de forma responsável. Vale ressaltar que os chatbots são plataformas de suporte e não devem ser usados como única fonte de informação.

3.5 PREDIÇÃO E RECOMENDAÇÃO (PR)

Foram identificadas seis plataformas enquadradas no modelo de Predição e Recomendação (PR) (Quadro 5). Todas demandam dispositivos conectados à internet e oferecem repositórios visuais, audiovisuais e cursos com certificação. A acessibilidade digital prevalece no suporte a legendas e texto alternativo para imagens. A maioria é gratuita, com exceção de modalidades de assinatura de custo elevado em plataformas privadas.

Quadro 5: Mapeamento das plataformas de Predição e Recomendação (PR) e suas aplicações no Ensino de Ciências e Biologia.

PLATAFORMA	MODELO	CONEXÃO	ACESSIBILIDADE DIGITAL	APLICAÇÃO EM BIOLOGIA / CIÊNCIAS	REFERÊNCIAS
Coursera	🔴	🌐 / 📱	Legendas ocultas em todos os vídeos e transcrições de aulas	Cursos online adaptativos e qualificação profissional continuada em ciências	Arrais e Oliveira (2019); Giraffa (2023)
Khan Academy	🟢	🌐 / 📱	♿ Checador próprio de acessibilidade, transcrições e redução de movimento	Trilhas adaptativas para Educação Básica; integração com Google Classroom	Arrais e Oliveira (2019); Giraffa (2023)
Facebook	🟢	🌐 / 📱	♿ Padrões Meta (texto alternativo automático e leitor de tela)	Grupos de debate acadêmico, páginas de divulgação e postagens informativas	Souza (2017); Leandro (2020); Almeida (2023)
Instagram	🟢	🌐 / 📱	♿ Texto alternativo automático para imagens e legendas geradas em vídeos	Divulgação científica visual, posts interativos, reels curtos e perfis temáticos	Souza (2017); Figueredo (2021); Souza (2023)
YouTube	🟢	🌐 / 📱	♿ Legendas automáticas multilingues e transcrição completa de áudio	Canais de Ensino de Biologia (Biologia Total, BioExplica) e videoaulas assíncronas	Souza (2017); Rodrigues et al. (2022); Souza (2023)
TikTok	🟢	🌐 / 📱	♿ Legendas automáticas e conversão de texto em fala (TTS)	Vídeos curtos de engajamento, microaprendizagem e síntese de conceitos biológicos	Souza (2023)

Legenda dos Símbolos:

🟢 **Gratuidade Total:** Software totalmente gratuito ou de acesso livre. 🟡 **Freemium:** Gratuito com limitações ou plano corporativo pago.

🔴 **Pago:** Requer assinatura ou licença comercial.

♿ **Acessibilidade Nativa:** Recursos próprios de inclusão e navegação assistida. ⚪ **Acessibilidade Básica:** Depende de recursos do navegador ou sistema operacional.

🌐 **:** Requer conexão contínua à internet. 📱 **:** Suporta aplicativo móvel ou modo offline.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As plataformas dessa categoria visam mapear o desempenho e os interesses do usuário para recomendar conteúdos personalizados (Giraffa, 2023). Coursera e Khan Academy utilizam aprendizagem adaptativa para qualificação continuada e reforço escolar no ensino básico (Arrais e Oliveira, 2019). A Khan Academy diferencia-se ao fornecer ferramentas próprias de acessibilidade para daltônicos, redução de movimento para alunos com sensibilidade auditiva/visual e integração direta com o Google Classroom.

No âmbito da divulgação e consumo de mídia, sobressaem-se as redes sociais Facebook, Instagram, YouTube e TikTok (Leandro, 2020; Figueredo, 2021; Rodrigues *et al*., 2022; Almeida, 2023; Souza, 2023). Se devidamente planejadas na prática pedagógica, essas plataformas atuam como veículos de massa para o desenvolvimento cognitivo e autoria de materiais pelos próprios alunos (Souza, 2017), recomendando conteúdos científicos provenientes de canais especializados (ex.: Biologia Total e BioExplica).

Por registrarem um elevado volume de acessos diários por longos períodos, sua incorporação ao contexto educacional representa um desafio pedagógico, sobretudo pela elevada suscetibilidade à dispersão dos estudantes.

Não obstante, quando integradas mediante planejamento intencional, essas redes sociais demonstram expressivo potencial didático. Por se configurarem como veículos de comunicação em massa com vastos repositórios de recursos visuais e audiovisuais, a produção e publicação autoral de fotos e vídeos pelos discentes estimula o desenvolvimento cognitivo e criativo, além de expandir a divulgação científica em escala global, a depender da mediação algorítmica.

Diante disso, tais ferramentas viabilizam tanto o consumo quanto a coprodução de conhecimento científico. O docente pode, portanto, selecionar materiais pré-existentes para enriquecer aulas síncronas e assíncronas ou orientar a confecção colaborativa de recursos didáticos com os estudantes. Essa dinâmica fortalece os laços afetivos no ambiente escolar e engaja a comunidade na difusão do saber científico.

3.6 SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES (STI)

Foram identificadas duas plataformas enquadradas na categoria de Sistemas Tutores Inteligentes (STI), MAZK e o Enem na rede (Quadro 6). Ambas as ferramentas demandam dispositivos conectados à internet e operam sob autenticação de usuários por perfis de acesso.

No âmbito funcional, essas plataformas viabilizam a criação de salas de aula virtuais, o monitoramento contínuo do progresso pedagógico e o fornecimento de feedbacks imediatos, sustentando uma abordagem adaptativa voltada às lacunas individuais de aprendizagem (Quadro 6).

Quanto à acessibilidade digital, não foram identificadas ferramentas assistivas nativas voltadas a pessoas com deficiência (PcD), dependendo exclusivamente de recursos do navegador. Em contrapartida, ambas as plataformas operam sob gratuidade total (Quadro 6).

Quadro 6: Mapeamento das plataformas de Sistemas Tutores Inteligentes (STI) e suas aplicações no Ensino de Ciências e Biologia.

PLATAFORMA	MODELO	CONEXÃO	ACESSIBILIDADE DIGITAL	APLICAÇÃO EM BIOLOGIA / CIÊNCIAS	REFERÊNCIAS
MAZK (UFSC/LabTeC)	🟢	🌐 / 📱	Básica (suporte a recursos do navegador)	Ensino adaptativo e colaborativo; suporte ao curso RAFEC de formação continuada	Medeiros (2021); Mazon et al. (2022)
Enem na Rede	🟢	🌐	Básica (suporte a recursos do navegador)	Diagnóstico de proficiência, banco de questões do Enem e planos de estudos adaptativos	Arrais e Oliveira (2019)

Legenda dos Símbolos:

🟢 **Gratuidade Total:** Software totalmente gratuito ou de acesso livre. **Acessibilidade Básica:** Depende de recursos do navegador ou sistema operacional.

🌐 **:** Requer conexão contínua à internet. 📱 **:** Suporta aplicativo móvel ou interface responsiva.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O trabalho de Medeiros (2021) analisa a plataforma MAZK (desenvolvida pela UFSC/LabTeC), concebida para promover o ensino adaptativo e colaborativo. A ferramenta organiza a experiência em interfaces distintas para administrador, professor e aluno. No perfil discente, a dinâmica integra pontuação inicial (400 pontos) que oscila segundo o desempenho em atividades avaliativas, gerando índices estatísticos para acompanhamento docente.

Para o cadastro de professores, exige-se validação documental formativa (como envio do currículo Lattes e diplomas). No perfil docente, o MAZK permite modular conteúdos, calibrar pesos e dificuldades de questões e mapear fragilidades conceituais em tempo real, funcionando de forma responsiva em computadores e dispositivos móveis.

Mazon *et al*. (2022) utilizaram o MAZK na estruturação dos quatro módulos do curso "Realidade Aumentada facilitando o Ensino de Ciências" (RAFEC), capacitando docentes da Educação Básica na articulação pedagógica de ferramentas como RA Repository e Zappar.

Adicionalmente, Arrais e Oliveira (2019) examinam o Enem na Rede, voltado à preparação de estudantes do Ensino Médio. Apoiado em um repositório de 38 mil questões de domínio público, o sistema diagnostica padrões de erro/acerto para mensurar níveis de proficiência. A partir dessa análise, gera planos de estudos individualizados com relatórios diagnósticos para professores e coordenações.

O ambiente articula-se a repositórios externos por mineração de dados, recomendando videoaulas e materiais de apoio no YouTube e Facebook. Como plataforma complementar de gerenciamento de tutoria inteligente, destaca-se ainda o Tutorshop (CMU), que consolida métricas detalhadas sobre tempo de resolução, taxa de erro e solicitações de dicas durante as tarefas.

Em termos teóricos, os STIs propõem uma instrução personalizada baseada nos conhecimentos prévios e no ritmo cognitivo discente (CIEB, 2019; Silva, 2006), ampliando a capacidade docente de mediação e monitoramento formativo (Damasceno *et al*., 2020). Essa arquitetura posiciona o estudante como protagonista ativo de sua trajetória (Lyra, 2023).

Contudo, a engenharia de software desses sistemas requer equipes multidisciplinares para equilibrar rigor técnico e adequação pedagógica (Schuck; Giraffa, 2001). No Ensino de Ciências e Biologia, os STIs consolidam-se como ambientes assíncronos estratégicos para reforço conceitual e diagnóstico de aprendizagem.

3.7 APRENDIZADO ADAPTATIVO (AA)

Na categoria de Aprendizado Adaptativo (AA), foram identificadas duas plataformas proprietárias voltadas à personalização instrucional (Quadro 7): Knewton (Alta/Wiley) e Smart Sparrow (Giraffa, 2023). Ambas operam em ecossistemas fechados, exigem conexão contínua à internet, apresentam interface

exclusivamente em inglês e adotam modelos comerciais de alto custo por assinatura ou licença individual, sem recursos nativos identificados de acessibilidade digital (Quadro 7).

Quadro 7: Mapeamento das plataformas de Aprendizado Adaptativo (AA) e suas aplicações no Ensino de Ciências e Biologia.

PLATAFORMA	MODELO	CONEXÃO	ACESSIBILIDADE DIGITAL	APLICAÇÃO EM BIOLOGIA / CIÊNCIAS	REFERÊNCIAS
Knewton (Alta / Wiley)	🔴	🌐 / 📱	Básica (suporte a recursos do navegador)	Trilhas adaptativas em Biologia, diagnóstico prévio e relatórios de desempenho	Giraffa (2023)
Smart Sparrow	🔴	🌐 / 📱	Básica (suporte a recursos do navegador)	Autoria de cursos em STEM/Biologia com simulações, gamificação e feedback adaptativo	Giraffa (2023); Lyra (2023)

Legenda dos Símbolos:

🔴 **Pago:** Requer assinatura ou licença comercial. **Acessibilidade Básica:** Depende de recursos do navegador ou sistema operacional.

🌐: Requer conexão contínua à internet. 📱: Suporta aplicativo móvel ou interface responsiva.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A plataforma Knewton integra conteúdos, avaliações diagnósticas e relatórios analíticos em tempo real, calibrando o suporte pedagógico conforme o conhecimento prévio dos estudantes em disciplinas como Biologia (Giraffa, 2023).

Por sua vez, a Smart Sparrow atua como ambiente de autoria adaptativa para áreas STEM, modulando a complexidade das tarefas com apoio de simulações e elementos de gamificação (Giraffa, 2023; Lyra, 2023). Enquanto os Sistemas Tutores Inteligentes (STI) simulam a interação pontual tutor-aluno, o AA reconfigura de forma contínua toda a trajetória curricular do discente (Giraffa, 2023).

Em síntese, as tecnologias de IAED no Ensino de Ciências e Biologia convertem conceitos abstratos em experiências tangíveis por meio de simulações e percursos individualizados (Diaz; Moro; Carrión, 2015; Wang *et al*., 2022). Essas ferramentas reduzem sobrecargas operacionais docentes e viabilizam intervenções direcionadas, promovendo o protagonismo discente e o pensamento crítico (Wang *et al*., 2022; CIEB, 2019).

3.8 GUIA DE TOMADA DE DECISÃO DOCENTE PARA O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

A partir do mapeamento das categorias e de suas respectivas potencialidades didáticas, estruturou-se uma matriz orientadora para a atuação docente (Quadro 8). Destaca-se que a seleção dessas plataformas em sala de aula deve ser guiada prioritariamente pela intencionalidade pedagógica e pelo objetivo de aprendizagem, considerando a infraestrutura tecnológica disponível na instituição e a valorização de recursos com acessibilidade digital nativa, de modo a promover práticas inclusivas no Ensino de Ciências e Biologia.

Quadro 8: Guia de tomada de decisão docente: articulação entre intencionalidades pedagógicas em Ciências e Biologia e categorias de plataformas com Inteligência Artificial.

INTENCIONALIDADE / CENÁRIO PEDAGÓGICO	CATEGORIA	PLATAFORMAS INDICADAS	ESTRATÉGIA SUGERIDA EM SALA DE AULA
Engajamento imediato, revisão rápida e avaliação diagnóstica formativa	GAME	Kahoot!, Educaplay, GameMaker, Wordwall	Aplicação de quizzes gamificados pós-aula para identificação imediata de lacunas conceituais em ecologia, genética e fisiologia.
Visualização de estruturas microscópicas, anatomia e fenômenos abstratos	RA / RV	PhET Colorado, RELLE, Mozaik, Vuforia	Laboratórios virtuais e projeções tridimensionais aumentadas para simulação de células, fotossíntese, órgãos e evolução.
Gestão de trilhas de aprendizagem, tarefas assíncronas e acessibilidade ampla	AVEA	Google Classroom, Moodle, Ava-Seduc	Centralização de materiais curriculares, roteiros investigativos e rubricas com uso de leitores de tela e tradutores de LIBRAS.
Planejamento de aulas, análise crítica de textos e pesquisa científica assistida	LN	ChatGPT, Perplexity.AI, ChatPDF, Dialogflow	Geração de estudos de caso pelo professor e sintetização/interrogação de artigos científicos pelos alunos com verificação de fontes.
Personalização do ritmo de estudos, nivelamento individual e preparação para exames	STI / AA	Khan Academy, Enem na Rede, MAZK	Encaminhamento de exercícios adaptativos com feedback automático imediato para estudantes com defasagens específicas de conteúdo.
Divulgação científica contemporânea, engajamento multimodal e microaprendizagem	PR	YouTube, Instagram, TikTok	Uso de vídeos curtos e canais especializados como disparadores de debates sobre temas sociocientíficos atuais (ex.: bioética e vacinas).

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A articulação expressa no quadro 8 evidencia como as ferramentas respondem diretamente às demandas didáticas em sala de aula. Plataformas gamificadas (Kahoot! e Educaplay) facilitam o engajamento e a avaliação diagnóstica imediata, enquanto recursos de Realidade Aumentada e Virtual (PhET Colorado e Mozaik) operam na facilitação da compreensão de fenômenos conceituais abstratos.

Paralelamente, os Ambientes Virtuais (Google Classroom e Moodle) centralizam a gestão de tarefas e ampliam a acessibilidade digital, ao passo que modelos de Linguagem Natural (ChatGPT e Perplexity.AI) subsidiam o planejamento docente e a análise orientada de textos científicos.

Por fim, sistemas adaptativos e tutores (Khan Academy e MAZK) viabilizam o nivelamento individual de conteúdos, enquanto ferramentas de Predição e Recomendação (YouTube e Instagram) potencializam a divulgação científica e a revisão dinâmica e pontual de conteúdos biológicos, consolidando a IA como suporte à mediação pedagógica em Ciências e Biologia.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação da IAED à prática pedagógica revela-se estratégica para fomentar a inclusão e a personalização da aprendizagem. No Ensino de Ciências e Biologia, sua relevância acentua-se ao tornar tangíveis conceitos abstratos por meio da integração de ambientes de gestão e tutoria (Google Classroom e MAZK), recursos de gamificação (Unity, Educaplay) e ferramentas de Realidade Aumentada (Vuforia).

Essa ecologia digital expande as modalidades de interação e a autonomia dos estudantes, desde que sustentada por um planejamento docente consciente. Não obstante, o alto custo de plataformas privadas e

as limitações das versões gratuitas configuram desafios materiais relevantes à democratização dessas tecnologias na rede pública.

Em suma, este mapeamento sistemático reafirma que a Inteligência Artificial não assume o papel de substituta do docente, mas atua como catalisadora de uma verdadeira simbiose digital na educação. Ao conjugar o discernimento pedagógico humano com o potencial analítico e interativo das ferramentas mapeadas, estabelece-se um ecossistema fértil para a inovação no Ensino de Ciências e Biologia, subsidiando escolhas conscientes, inclusivas e alinhadas aos desafios contemporâneos da formação docente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gabryela Areque de et al. **Ciências e as plataformas digitais**: um instrumento educacional no ensino de Biologia e Química. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso, 2023.

AMARAL, Ricardo Ribeiro do. **Preserve: um estudo sobre jogos digitais na educação básica no contexto do ensino de Física**. 2019. Tese, 2019.

ARRAIS, Marcos; OLIVEIRA, Jonice. Aprendizagem colaborativa mediada por tecnologia: um estudo de caso da plataforma aberta "Enem na Rede". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2019. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2019.

BASTOS, Rodrigo. **Museu do Amanhã completa 2 anos e ganha assistente digital IRIS+**. Diário do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: https://diariodorio.com/museu-do-amanha-completa-2-anos-e-ganha-assistente-digital-iris/. Acesso em: 23 jan. 2024.

BERGAMASCHI, Marcelo Pereira et al. O ensino básico com o apoio das ferramentas Vuforia e Unity para incentivar os estudos e melhorar o aprendizado. **Revista de Informática Aplicada**, v. 15, n. 1, 2019.

CARDOSO, A.; MACKENZIE, I. F.; KIRNER, C.; TORI, R. Development of educational resources with virtual and augmented reality: challenges and perspectives. In: LATIN AMERICAN COMPUTER CONFERENCE (CLEI), 43., 2017. **Proceedings [...]**. IEEE, 2017. p. 1-6.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA (CIEB). **Inteligência artificial na educação**. Nota Técnica n. 16. [S. l.]: CIEB, 2019. Disponível em: https://cieb.net.br/wpcontent/uploads/2019/11/CIEB_Nota_Tecnica16_nov_2019_digital.pdf. Acesso em: 2 set. 2023.

COSTA, Maria Magali Borges et al. **Um estudo sobre as contribuições das metodologias ativas e da personalização no ensino de Ciências**. 2022.

COSTA, Maurício José Morais; FEITOSA FILHO, Jarbas Campelo; BOTTENTUIT FILHO, João Batista. Inteligência artificial, blended learning e educação a distância: contribuições da IA na aprendizagem online a distância. **TICs & EaD em Foco**, São Luís, v. 5, n. 1, jan./jun. 2019.

DÍAZ, Juan Carlos Torres; MORO, Afonso Infante; CARRIÓN, Pablo Vicente Torres. Aprendizagem móvel: perspectivas. **RUSC: Universities and Knowledge Society Journal**, Barcelona, v. 12, n. 1, p. 38-49, 2015. Disponível em: https://rusc.uoc.edu/rusc/ca/index.php/rusc/article/view/v12n1-torres-infante-torres/v12n1-torres-infante-torres-em.html. Acesso em: 5 fev. 2024.

DAMASCENO, Adson R. P. et al. In: BRAZILIAN SYMPOSIUM ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS, 19., 2020. **Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. [S. l.]: ACM, 2020. p. 1-17. DOI: https://doi.org/10.1145/3424953.3426640.

SOUZA, Claudete de. Inteligência artificial viabiliza reflexo positivo no ensino superior durante a pandemia Coronavirus-19: disruptura de paradigmas. **Revista do Curso de Direito**, v. 17, n. 17, p. 57-76, 2022.

DIEDRICH, Ramon et al. **Jogos de tabuleiro: uma nova proposta de ensino de Biologia e de clubes de Ciências**. 2019. Dissertação (Mestrado), 2019.

DORES, Ariana Regina et al. Aplicação da IA na educação: proposta de um projeto ou utilização de chatbot como sistema de tutorial aplicado em um AVA. **Revista InovaEduc**, n. 7, p. 1-16, 2020.

FERREIRA, Graça Regina Armond Matias; PEREIRA, Sandra Lucia Pita de. Realidade aumentada e ensino de Ciências da Natureza através de uma experiência interdisciplinar. In: CONGRESSO INTERNACIONAL ABED DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 26., 2020. **Anais [...]**. 2020.

FIGUEREDO, Geneci Libarino. **Levantamento bibliográfico sobre TDIC no ensino de Ciências na EJA: o conectivismo na perspectiva dialógico-problematizadora**. 2021. Dissertação (Mestrado), 2021.

GIRAFFA, Lucia; KHOLS-SANTOS, Pricila. Inteligência artificial e educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. **Educação em Análise**, v. 8, n. 1, p. 116-134, 2023.

GOMES, Fabiana Fagundes Barros et al. Contribuições da inteligência artificial no contexto educativo. **Revista Ilustração**, v. 4, n. 2, p. 37-46, 2023.

GROENWALD, Cláudia Lisete Oliveira; HOMA, Agostinho Iaqchan Ryokiti. Ambiente virtual de aprendizagem do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da ULBRA. **Acta Scientiae**, v. 16, n. 4, p. 10-24, 2014.

HIGGINS, Julian P. T.; GREEN, Sally (ed.). **Cochrane handbook for systematic reviews of interventions**. Chichester: Wiley-Blackwell, 2008.

IBM. **What is artificial intelligence?** 2020.

JUNIOR, Silvino. Desenvolvimento de cursos interativos, adaptativos e gamificados com Smart Sparrow. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 2018. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**. 2018. p. 337.

LEANDRO, Edmaylsonn Jóia; GEGLIO, Paulo César. **O uso de tecnologia da informação e comunicação (TIC) no ensino de Biologia**. 2020. Dissertação (Mestrado), 2020.

LYRA, Max William Alves de; BARBOSA, Vitor Acioly. **Incorporando a Revolução Industrial 4.0 na educação**: explorando o impacto transformador das inteligências artificiais no ensino: uma abordagem introdutória às novas ferramentas didáticas. 2023. Trabalho acadêmico – Universidade Federal Fluminense, Instituto de Física, Curso de Licenciatura em Física, 2023. Disponível em: https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/30383/Max%20William%20Alves%20de%20Lyra.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 8 fev. 2024.

MAGALHÃES, Walker Costa. **O chatbot**: inteligência artificial como ferramenta voltada para o processo no ensino de Química. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso, 2023.

MARQUES, Viviane Cristina; AMARAL, Sergio Ferreira do. **Desenvolvimento de um tutor virtual inteligente através da utilização da inteligência artificial para contribuir para o ensino de Ciências baseado no movimento STEAM**. 2021. Dissertação (Mestrado), 2021.

MAZON, Josete; PASQUINI, Gabriela de Castro; PIMENTEL, Ana Cláudia da Rosa; CAPISTRANO, Vinícius Souza et al. Curso RAFEC: realidade aumentada facilitando o ensino das Ciências: uma nova possibilidade ao professor. **RECIMA21: Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, e381797, 2022.

MEDEIROS, Josiane dos Santos. **A aceitação tecnológica quanto ao uso do sistema tutor inteligente MAZK pelos docentes da educação básica**: um estudo de caso em tempos de pandemia. 2021. Dissertação (Mestrado), 2021.

NEVES, Kiandro de Oliveira Gomes; MAGALHÃES NETTO, José Francisco de et al. **Uma abordagem pedagógica baseada em Vigotski com tecnologias digitais de informação e comunicação para o ensino de Biologia**. 2020. Dissertação, 2020.

MÖLLER, Iago Ramon; MÜGGE, Ernani; SCHEMES, Cláudia. Plataformas digitais de leitura na escola de educação básica. **Revista Conhecimento Online**, v. 3, n. 3, p. 76-91, 2019.

OLIVEIRA, Gabriela Pintar de; RODRIGUES, Luiz Antonio Lima; ISOTANI, Seiji. Desenvolvimento de um sistema tutor inteligente sobre respiração celular associado à história imersiva. In: **Anais dos Trabalhos de Conclusão de Curso da Pós-Graduação em Computação Aplicada à Educação**. São Carlos: Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, 2020.

ONU. **Declaração Mundial de Educação para Todos**. Conferência de Jomtien, Tailândia. [S. l.]: UNICEF, 1990.

ONU. **A Declaração de Nova Delhi sobre Educação para Todos**. Nova Delhi: UNESCO, 1993. Disponível em: http://www.unesco.org.br/publica/Doc_Internacionais/declaraNdelhi. Acesso em: 10 set. 2023.

ONU. **Declaração Mundial de Educação para Todos e Plano de Ação para Satisfazer as Necessidades Básicas de Aprendizagem**. Salamanca, Espanha: UNESCO, 1994.

ONU. **O Marco de Ação de Dakar**: Educação para Todos: atendendo nossos compromissos coletivos. Dakar: Cúpula Mundial de Educação, 2000. Disponível em: http://www.unesco.org.br/publicação/docinernacionais/marcoDakar. Acesso em: 10 set. 2023.

ROCHA, Rosângela Araújo da; OLIVEIRA, Márcia Taborda Corrêa; SIQUEIRA, Andréa Espinola de. **O Museu do Amanhã no ensino da Biologia**: uma proposta de guia de visitação. Rio de Janeiro: UERJ, 2020.

RODRIGUES, Dayane Pires; BARBOSA, Alessandro Tomaz. Histórias em quadrinhos no ensino de Biologia: dificuldades e possibilidades. **Revista Interdisciplinar em Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, 2022.

SALVADOR, Diego Salomão Candido de Oliveira de; MATIAS, Ellano Jonh da Silva. O ensino-aprendizagem de Geografia no contexto da revolução técnico-científica-informacional: análise sobre as possibilidades do uso do Google Earth Pro. **PerCursos**, Florianópolis, v. 23, n. 51, p. 364-384, 2022. DOI: https://doi.org/10.5965/1984724623512022364. Disponível em: https://revistas.udesc.br/index.php/percursos/article/view/20623. Acesso em: 24 set. 2023.

SANTOS-JÚNIOR, José Laurindo; SANTOS, Lucas Siqueira dos; MEIADO, Marcos Vinícius; SILVA, Elizamar Ciriaco. Recursos didáticos para o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos botânicos para educação básica no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, e448101321500, 2021.

SCHUCK, Pedro Willibaldo; GIRAFFA, Lucia Maria Martins. Construindo um sistema tutor inteligente para suporte ao ensino de Matemática Financeira: da modelagem à validação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 12., 2001. **Anais [...]**. Santa Cruz: SBIE, 2001. p. 48-57.

SILVA, Ana Paula Costa. **Aplicações de sistemas tutores inteligentes na educação a distância**: possibilidades e limites. Brasília, DF: Universidade Católica de Brasília, 2006.

SILVA, Édila Rosane Alve; GOI, Mara Elisângela Jappe; VARGAS, Jaqueline Pinto. **Análise das publicações sobre a utilização de tecnologias da informação e comunicação na educação básica**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso, 2021.

SILVA, Guilherme Vaz. **Novas práticas utilizando realidade aumentada no ensino de Biologia em escolas de ensino fundamental**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso, 2023.

SILVA, Marcos Emanuel de Barro; PIMENTEL, Fernando Silvio Cavalcante. **Realidade aumentada como possibilidade para a aprendizagem de Ciências**. 2020. Dissertação Mestrado, 2020.

SOUZA, Adriana Romero Alves de; CRISPIM, Maria Cristina Basílio. **Potencial do uso de redes sociais no ensino de Ciências e Biologia**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso, 2017.

SOUZA, Thomaz Filipe Dantas de; LIMA, Kênio Erithon Cavalcante. **Potencialidades de quatro plataformas digitais como ferramentas de ensino e aprendizagem**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso, 2023.

TORI, Romero; KIRNER, Cláudio; SISCOUTTO, Robson (org.). **Fundamentos da realidade virtual e aumentada**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2006.

UNESCO. **Educação para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**: objetivos de aprendizagem. [S. l.]: UNESCO, 2021. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000252197. Acesso em: 27 set. 2023.

UNESCO. **Consenso de Beijing sobre inteligência artificial e educação**: planejamento da educação na era da IA. Pequim: Conferência Internacional sobre Inteligência Artificial e Educação, 2019.

VALÉRIO, Jackeline Mondini; RIVELINI, Angelica Cristina. **Formação continuada para professores de Ciências sobre o uso de jogos digitais**. 2023. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2023.

VICARI, Rosa Maria. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030**. Brasília, DF: SENAI, 2018. Disponível em: https://acervodigital.sistemaindustria.org.br/bitstream/uniepro/259/1/Sumario_tendencias_web.pdf. Acesso em: 27 set. 2023.

VYGOTSKY, Lev Semyonovich. **A formação social da mente**. 6. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WANG, L.; ZHANG, H.; LIU, S. Inteligência artificial no ensino de Biologia no ensino médio: promovendo a aprendizagem colaborativa e habilidades de pensamento crítico. **Revista de Educação Científica e Tecnologia**, v. 31, n. 1, p. 1-17, 2022.

CAPÍTULO 3

EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS: POSSIBILIDADES PARA O ENSINO BÁSICO

ENVIRONMENTAL EDUCATION THROUGH PROJECT-BASED LEARNING: POSSIBILITIES FOR BASIC EDUCATION

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-003

Iasmim Santana dos Santos
Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: iasmimsantana069@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8319149308635215
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-3995-1841

Larissa Soares da Silva
Graduanda em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: larysoarrscel@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5967118274274704
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-7652-4907

Lucas da Cruz Carvalho
Graduando em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: llucascruz24@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/6304219693108961
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-9295-7588

Gabrielly Divina Santos Silva
Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: divinagabrielly9@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/0003179386405635
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-9843-909X

Kamila Marcelino Brito Sobral
Doutora em Recursos Genéticos Vegetais
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
E-mail: Kamilasobral123@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/9483119848540172
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2005-6445

RESUMO

A intensificação das mudanças ambientais e de seus impactos sobre os ecossistemas reforça a necessidade de práticas educativas que favoreçam a compreensão crítica da realidade e o envolvimento dos estudantes na investigação de problemas socioambientais. Nesse contexto, este capítulo tem como objetivo apresentar

as possibilidades da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) como abordagem ativa para o desenvolvimento da Educação Ambiental no Ensino Básico, articulando uma discussão teórica ao relato de uma experiência realizada com estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. O projeto, intitulado "Ecos do passado, vozes do presente – um olhar ambiental entre eras", foi desenvolvido no contexto de uma ação de extensão da Universidade Federal de Sergipe e envolveu aproximadamente 150 estudantes. Organizado em cinco encontros, o projeto utilizou elementos da ABP, como a âncora, a questão motriz, o *brainstorming*, a aprendizagem expedicionária, a investigação e a elaboração de artefatos. A experiência possibilitou articular os conhecimentos da Paleontologia e da Dendroecologia com a investigação de problemas socioambientais relacionados à fauna, à flora e às populações humanas do entorno escolar. Os resultados evidenciaram que a ABP, ao envolver os estudantes na investigação de problemas reais, no trabalho colaborativo e na produção de artefatos, possibilitou aproximar a Educação Ambiental de sua realidade, articulando conhecimentos científicos e experiências cotidianas e favorecendo o protagonismo na construção e comunicação dos conhecimentos.

Palavras-chave: Aprendizagem Baseada em Projetos; Educação Ambiental; Ensino Básico; Práticas Ativas; Território.

ABSTRACT

The intensification of environmental changes and their impact on ecosystems reinforces the need for educational practices that promote a critical understanding of reality and encourage students to engage in the investigation of socio-environmental problems. In this context, this chapter aims to present the possibilities of Project-Based Learning (PBL) as an active learning approach for the development of Environmental Education in Basic Education, combining theoretical discussion with the report of an experience carried out with ninth-grade students. The project, entitled *"Echoes of the Past, Voices of the Present – An Environmental Perspective Across Eras,"* was developed within the framework of an extension initiative at the Federal University of Sergipe and involved approximately 150 students. Organized into five sessions, the project incorporated elements of PBL, such as anchor activity, a driving question, brainstorming, expeditionary learning, investigation, and artifact production. The experience enabled the integration of knowledge from Paleontology and Dendroecology with the investigation of socio-environmental issues related to fauna, flora, and human populations in the surroundings of the school. The results showed that PBL, by engaging students in the investigation of real-world problems, collaborative work, and the production of artifacts, helped bring Environmental Education closer to students lived realities, connecting scientific knowledge with everyday experiences and fostering student agency in the construction and communication of knowledge.

Keywords: Active Learning Practices; Basic Education; Environmental Education; Project-Based Learning; Territory.

1 INTRODUÇÃO

Como abordar a crise ambiental cada vez mais presente no cotidiano e, ao mesmo tempo, transformá-la em uma experiência significativa para os estudantes? Essa questão constitui um desafio para muitos professores, especialmente diante da intensificação de eventos climáticos extremos, da degradação dos ecossistemas e da perda de biodiversidade. Inundações, secas, ondas de calor e incêndios florestais afetam não apenas a natureza, mas também as comunidades, e atingem de forma mais intensa as populações socioeconomicamente vulneráveis.

Diante desse cenário, a Educação Ambiental (EA) surge como uma ponte essencial ao conectar tais questões ao cotidiano dos estudantes, favorecendo reflexões sobre as relações entre sociedade, natureza e os modelos de desenvolvimento que contribuem para a intensificação dos problemas socioambientais. No entanto, mais que informar sobre esses temas, o desafio está em criar oportunidades pedagógicas que instiguem os estudantes a compreender o meio em que vivem.

Nessa perspectiva, Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) se apresenta como uma abordagem ativa eficaz para promover discussões ambientais. Ao partir de problemáticas reais e articular a autonomia do aluno, a investigação e a colaboração, essa abordagem pode contribuir para aproximar a EA do cotidiano escolar.

Desse modo, este capítulo tem como objetivo apresentar as possibilidades da Aprendizagem Baseada em Projetos para o desenvolvimento da Educação Ambiental no Ensino Básico, articulando uma discussão teórica ao relato de uma experiência realizada com estudantes do Ensino Fundamental. Mais do que simplesmente relatar uma experiência, convidamos o leitor a acompanhar um percurso feito de planejamento, adaptações, desafios e, sobretudo, aprendizados.

1.1 CRISE AMBIENTAL DE UM MUNDO EM TRANSFORMAÇÃO

Tornando-se cada vez mais frequentes no mundo, os eventos climáticos extremos vêm ocupando destaque nos meios de comunicação. Em 2026, ciclones atingiram a África Austral, provocando inundações, perdas humanas e aumento dos casos de cólera, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2026). Além dos danos imediatos à vegetação e às moradias, os impactos se estenderam à saúde pública, mostrando como os efeitos ambientais e sociais estão profundamente conectados.

Na Europa, recordes de temperatura e ondas de calor assolaram países e deixaram alarmantes 1300 mortos (Murphy, 2026). Na América do Sul, o Chile decretou calamidade pública em 2026, após incêndios

florestais devastarem áreas rurais e urbanas, exigindo mobilização de forças militares e recursos federais para conter as chamas (Astier, 2026).

No Brasil, episódios de chuvas intensas e enchentes também têm se tornado cada vez mais recorrentes. Em 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou o maior desastre natural de sua história (ANA, 2025), com cidades inteiras submersas e milhares de pessoas desabrigadas. A dimensão da tragédia mobilizou o país em ações de solidariedade e, ao mesmo tempo, reforçou a urgência de enfrentar a crise climática e de desenvolver estratégias de adaptação capazes de reduzir a vulnerabilidade das populações diante de eventos extremos.

Esses exemplos, observados dentro e fora do território brasileiro, refletem uma mesma realidade: a intensificação da crise climática em escala global. O Relatório AR6 do IPCC (2023) aponta que a frequência e a intensidade de eventos de precipitação intensa aumentaram desde a década de 1950 na maioria das áreas terrestres. Esse cenário está relacionado, sobretudo, ao aumento das emissões de gases de efeito estufa, que intensificam o aquecimento do sistema climático e contribuem para a ocorrência de eventos extremos de precipitação.

É necessário ressaltar ainda, que a crise climática não é percebida de maneira igualitária por todas as populações (MMA, 2018). A maior parte da poluição atmosférica é gerada por países desenvolvidos localizados, majoritariamente, no hemisfério norte, e repercutem diretamente nas regiões mais pobres do hemisfério sul, revelando uma desigualdade ambiental que ultrapassa fronteiras (Martinez-Alier, 2007).

Um exemplo emblemático dessa desigualdade é o impacto das emissões históricas dos Estados Unidos e da Europa sobre países vulneráveis como Moçambique. Estudos publicados na *The Lancet* demonstram que eventos extremos, como o ciclone Idai, foram agravados pelo aquecimento global produzido majoritariamente pelo Norte global. Enquanto isso, países pobres, que pouco contribuíram para o problema, enfrentam os danos mais severos e dispõem de menor capacidade de adaptação, caracterizando um padrão de injustiça climática e racismo ambiental em escala planetária (Deivanayagam *et al.*, 2023).

Mais do que um problema do campo da ecologia, essas evidências revelam uma crise civilizatória associada à racionalidade que orienta o modelo de desenvolvimento vigente. Para Leff (2001) e Sachs (2008), essa crise decorre de uma lógica que separa o ser humano da natureza, reduzindo-a a um objeto de consumo ou uma simples fonte de recursos, ao mesmo tempo que privilegia o crescimento econômico.

Diante desse cenário, superar essa lógica requer uma transformação cultural e educativa capaz de ressignificar a relação entre sociedade e natureza. Compreender os impactos das ações humanas sobre a biodiversidade constitui um passo fundamental para desenvolver práticas comprometidas com a sustentabilidade e a justiça socioambiental.

Nesse contexto, a Educação Básica assume um papel estratégico. Como espaço de formação, diálogo e construção coletiva de conhecimentos, a escola pode favorecer discussões sobre a Educação

Ambiental e criar oportunidades para que os estudantes compreendam os problemas socioambientais presentes em sua realidade e reflitam sobre diferentes formas de enfrentá-los.

1.2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO BÁSICO: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

As problemáticas decorrentes da degradação ambiental nos convidam a pensar em formas de educação que não se limitem a apresentar seus efeitos, mas que também ajudem a compreender suas causas e suas relações com a sociedade. Nesse contexto, a Educação Ambiental (EA) assume um papel importante. No Brasil, ela é compreendida legalmente como um processo por meio do qual os indivíduos desenvolvem conhecimentos, competências, habilidades e valores voltados à conservação do meio ambiente, reconhecido como bem de uso comum e essencial à qualidade de vida e à sustentabilidade (Santos; Azevedo; Almeida, 2024).

Mas, afinal, de que Educação Ambiental estamos falando? Layrargues e Lima (2014) identificaram vertentes da EA que foram agrupadas em três macrotendências: a conservacionista, voltada à valorização da natureza e à mudança de comportamentos individuais; a pragmática, que prioriza a busca de soluções técnicas para os problemas ambientais; e a crítica, que procura compreender as relações sociais, políticas e econômicas envolvidas nas desigualdades socioambientais. É nesta última perspectiva que nos apoiamos, por entendermos que os problemas ambientais não podem ser separados da maneira como a sociedade se organiza e das relações que estabelecemos com a natureza.

A partir dessa perspectiva, fazer Educação Ambiental significa ir além de transmitir conceitos ecológicos ou realizar ações pontuais. É preciso criar oportunidades para que os estudantes compreendam como sociedade e natureza estão relacionadas e como os problemas ambientais também envolvem questões sociais, culturais, econômicas e políticas (Carvalho; Oliveira, 2021).

Essa forma de pensar a EA também destaca a importância da escola. Por ser um espaço de formação, diálogo e construção de conhecimentos, ela pode aproximar as discussões ambientais da realidade dos estudantes, ajudando-os a perceber e discutir os problemas presentes no lugar onde vivem (Marvila; Guisso, 2019). Para que isso aconteça, porém, é importante compreender como a EA deve ser trabalhada no ensino e quais desafios ainda estão presentes nesse processo.

No Brasil, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e a Constituição Federal de 1988 estabelecem que a EA deve ser trabalhada de forma integrada, contínua e permanente na educação formal, e não como uma disciplina isolada (Amaral, 2018; Silva *et al.*, 2026). Apesar disso, sua presença nas escolas ainda enfrenta dificuldades, como a falta de formação continuada para os professores, a escassez de materiais pedagógicos e as limitações de infraestrutura (Carvalho; Oliveira, 2021; Marvia; Guisso, 2019). Além disso, embora as Ciências da Natureza tenham um papel importante nas discussões ambientais, os

problemas socioambientais são complexos e precisam ser discutidos também a partir de outras áreas do conhecimento (Costa; Loureiro, 2015; Gonçalves; Oliveira; Gonçalves, 2022).

Esses desafios também nos levam a repensar a forma como a Educação Ambiental (EA) é trabalhada em sala de aula. A simples transmissão de informações sobre os problemas ambientais não garante que os estudantes compreendam sua relação com a realidade em que vivem. Nesse sentido, Silva (2020) destaca três condições fundamentais para uma aprendizagem significativa, são elas: a mobilização de conhecimentos prévios, a abordagem de conteúdos que despertem o interesse dos estudantes e sua predisposição para aprender. É necessário, portanto, favorecer uma aprendizagem que possibilite aos estudantes relacionar os novos conhecimentos às experiências e aos saberes que já possuem.

É nesse caminho que a Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) se apresenta como uma possibilidade metodológica. Ao convidar os estudantes a investigar problemas autênticos, trabalhar colaborativamente e construir respostas ou artefatos, essa abordagem pode aproximar a Educação Ambiental de questões que fazem parte do cotidiano. Desse modo, a seção a seguir, abordará a ABP, conceitualizando-a, esclarecendo os elementos constituintes e as estratégias de planejamento.

1.3 APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS

Caro leitor, como estamos abordando ao longo deste capítulo, a Educação Ambiental (EA) pode ser trabalhada na Educação Básica por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP). Essa é uma abordagem ativa que favorece o envolvimento dos estudantes em atividades desenvolvidas ao longo de um período definido no planejamento do professor, considerando aspectos como o tempo disponível e a complexidade das atividades propostas. Essas ações são realizadas, principalmente, de forma colaborativa e estão vinculadas a problemáticas relacionadas à realidade dos estudantes (Mendes *et al.*, 2020).

Para que seja considerada uma ABP é importante considerar que essa abordagem possui alguns pressupostos e elementos que a caracterizam. O primeiro deles é a **âncora**. Em um significado náutico, a âncora é um objeto que oferece apoio e estabilidade para manter uma embarcação parada. Já na ABP, a âncora funciona como a base para a compreensão do problema a ser investigado no projeto. Ela pode ser um vídeo, um documentário e até mesmo uma notícia.

Posteriormente, elabora-se uma **questão motriz**, uma pergunta que deve ser apresentada de forma clara e envolvente, para engajar os estudantes na investigação da temática. Em seguida, inicia-se o processo de chuva de ideias, ou ***brainstorming*****,** no qual os alunos formulam hipóteses para a resolução da questão motriz, sem que as ideias sejam inicialmente descartadas, mas testadas e reformuladas ao longo do processo. Nesse momento podem ser utilizados cartazes, mapas mentais ou conceituais e respostas prévias à questão de investigação.

Bender (2014) apresenta, ainda, alguns elementos optativos da ABP, mas que podem engajar e esclarecer os alunos no projeto. O primeiro deles é a **aprendizagem expedicionária**, na qual os estudantes participam de expedições em cenários reais, de forma que o conhecimento construído no projeto seja aproximado das situações concretas vivenciadas no território.

Outra atividade optativa é a **minilição**, que se caracteriza como uma aula em tópicos, com duração de cerca de 10 a 15 minutos. O autor reforça que essas minilições devem ser focadas em instruções diretas sobre algo que todas as equipes estejam precisando para avançar no projeto e não devem parecer uma aula expositiva tradicional, podendo inclusive ser conduzidas pelos próprios alunos para estimular ainda mais o engajamento.

Além das atividades que foram citadas, Bacich e Holanda (2022) ressaltam que a ABP tem um caráter investigativo, no qual é interessante inserir momentos de **pesquisa** e **discussão** para aprofundamento dos conhecimentos empíricos.

Para finalizar o projeto, os alunos devem criar e apresentar **artefatos** relacionados às propostas de solução para o problema investigado. Esses artefatos podem assumir diferentes formatos, como vídeos, *podcasts*, poemas, maquetes e relatórios. Ademais, esses produtos podem ser sugeridos pelo professor, mas é interessante que os alunos tenham a possibilidade de escolher, de acordo com as suas habilidades.

Para orientar o professor no desenvolvimento da ABP, Bender (2014) propõe um conjunto de etapas, que foram adaptadas pelos autores deste capítulo:

I. **Introdução e planejamento:** é caracterizada pela definição da âncora, formulação da questão motriz, brainstorming inicial, distribuição de tarefas, metas e cronograma entre os grupos. Aqui, o docente deve apresentar o tema e a problemática para os alunos por meio da exposição de uma âncora que desperte a curiosidade e o engajamento. Após isso, o professor deve dividir os grupos e fazer a problematização. Para isso, deve estruturar uma questão motriz voltada ao problema a ser investigado. Posteriormente, os alunos serão escutados, com suas ideias e propostas iniciais de como o problema deve ser resolvido, por meio do *brainstorming*.

II. **Pesquisa inicial:** nesta etapa, os alunos serão mediados pelo professor a coletar informações em fontes confiáveis, por meio de webquests (pesquisa guiada usando recursos e links da internet), entrevistas locais, buscas em mídias diversas, miniaturas/aulas expositivas, entre outros.

III. **Criação e desenvolvimento inicial:** nesta etapa pode ser feito um *storyboard* (estruturação das ideias, podendo incluir desenhos, a fim de planejar cenas, vídeos ou animações, de modo que seja construída uma ordem cronológica que facilite a visualização e execução do projeto), coleta de mídias, elaboração de protótipos iniciais e realização de avaliações formativas em grupo.

IV. **Segunda fase de pesquisa:** nessa etapa, é feita uma retomada da busca por informações complementares para aprimorar e lapidar os protótipos, garantindo a revisão crítica do material com base em novos dados. É fundamental estimular que os estudantes mantenham uma postura investigativa, compreendendo que a construção de um projeto sólido caminha com a busca e a análise crítica de diferentes fontes de informação.

V. **Desenvolvimento final:** é um momento de refinamento do *storyboard*, focado na finalização da escrita, na preparação das falas, na edição de vídeos e no aprimoramento dos elementos artísticos e visuais, garantindo que o artefato esteja pronto para a culminância.

VI. **Publicação:** é a conclusão do ciclo com a avaliação final do projeto perante a turma, incluindo momentos enriquecedores de avaliação entre pares, seguida da divulgação/apresentação oficial dos artefatos produzidos e da celebração dos resultados obtidos.

Cabe ressaltar que, ao longo dessas etapas, o professor tem o papel fundamental de planejar as atividades de acordo com a realidade da sua escola. Além disso, assume um papel de mediador da aprendizagem, de modo que garanta a autonomia dos alunos durante as fases do projeto.

Nesse sentido, quando pensamos na prática, um projeto requer um período maior de planejamento e a execução das atividades em sala de aula pode se estender de duas a dez semanas ou mais. E, para tornar essa organização temporal mais clara, o autor exemplifica como isso funciona na prática por meio de um cronograma voltado para o estudo sobre o corte de cedros (Quadro 1).

Quadro 1 – Cronograma para um projeto de ABP sobre corte de cedros

● Segunda-feira: Apresentar a âncora e as tarefas em grupo
● Terça-feira: Realizar reuniões de grupo e começar a fase de pesquisa inicial
● Quarta-feira: Minilição sobre ecossistemas pantanosos e continuação da fase de pesquisa inicial
● Quinta-feira: Continuação da fase de pesquisa inicial e começo da fase de criação
● Sexta-feira: Conclusão da fase de pesquisa inicial e continuação da fase de criação
● Segunda-feira: Conclusão de alguns artefatos e segmentos de vídeo
● Terça-feira: Minilição a respeito do impacto do corte de árvores sobre a vida selvagem, conclusão da fase de criação inicial e começo da segunda fase de pesquisa
● Quarta-feira: Começo da fase de acréscimos finais
● Quinta-feira: Reuniões finais de avaliação de colegas em grupo
● Sexta-feira: Fase final de apresentação e publicação

Fonte: Bender (2014)

Conforme o apresentado, a ABP destaca-se como uma possibilidade para aproximar os princípios da Educação Ambiental da prática escolar, visto que coloca os estudantes no centro da investigação e da construção de conhecimentos focados na sua realidade (Lima; Costa-Júnior; Costa, 2024). Ao assumirem um papel ativo, também podem desenvolver autonomia, capacidade de tomada de decisões e outras habilidades relacionadas à construção coletiva do conhecimento (Diesel; Baldez; Martins, 2017).

Outra característica importante da ABP é que a investigação de problemas reais favorece a participação dos alunos e pode resultar na elaboração de diferentes artefatos, produzidos coletivamente como parte do processo de compreensão da realidade investigada (Bender, 2014). Para a Educação Ambiental, essa aproximação é especialmente relevante, pois permite que questões socioambientais deixem de ser discutidas apenas de forma abstrata e passem a ser investigadas a partir de situações presentes no cotidiano.

Embora apresente possibilidades promissoras, a implementação da ABP no cotidiano escolar também envolve desafios. Alguns estudantes podem apresentar dificuldades de participação, especialmente quando estão pouco familiarizados com propostas que exigem maior autonomia e envolvimento. Além disso, o trabalho colaborativo também pode gerar conflitos e exigir mediação constante do professor. Nesse processo, o feedback avaliativo assume papel importante, pois permite acompanhar as dificuldades dos alunos, reconhecer seus avanços e redimensionar as ações pedagógicas de acordo com as necessidades identificadas (Bender, 2014; Campos *et al.*, 2013).

Além disso, o planejamento e o desenvolvimento de projetos demandam tempo, organização e disponibilidade de recursos, o que pode representar uma dificuldade tanto para os docentes quanto para os estudantes (Antunes; Nascimento; Queiroz, 2019).

Esses desafios tornam-se ainda mais evidentes em contextos marcados pela necessidade de formação continuada dos professores, pela escassez de tempo para o planejamento e pelas limitações de infraestrutura e recursos nas escolas públicas, como a falta de computadores, laboratórios e acesso à internet (Monteiro; Gracindo; Santos, 2024).

Por isso, a incorporação da ABP não depende apenas da iniciativa individual do professor, mas de condições institucionais que favoreçam seu desenvolvimento. A oferta de formação docente, a melhoria da infraestrutura e o envolvimento de gestores e do poder público são apontados como aspectos importantes para ampliar as possibilidades de implementação de propostas dessa natureza (Monteiro; Gracindo; Santos, 2024).

Ainda assim, reconhecer essas limitações não significa considerar a ABP inviável na escola. Pelo contrário, exige pensar em maneiras de adaptá-la às condições concretas de cada contexto. É a partir dessa compreensão que apresentamos, a seguir, uma experiência de utilização da ABP no contexto da Educação Ambiental. Mais que propor um modelo, o relato busca compartilhar um percurso desenvolvido em uma escola pública, evidenciando as possibilidades, adaptações, aprendizagens e desafios encontrados ao longo de sua realização.

2 ECOS DO PASSADO, VOZES DO PRESENTE - UM OLHAR AMBIENTAL ENTRE ERAS: A EXPERIÊNCIA QUE PARTE DA OBSERVAÇÃO DA REALIDADE

Até aqui, discutimos algumas possibilidades de aproximação entre a Educação Ambiental e a Aprendizagem Baseada em Projetos. Mas, como essas discussões podem ganhar forma no cotidiano escolar? Como transformar conceitos relacionados às mudanças ambientais, à investigação e ao protagonismo dos estudantes em uma experiência concreta?

A fim de aproximar essa reflexão da prática educativa, apresenta-se, a seguir, uma experiência desenvolvida no componente curricular Atividade de Extensão III, do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Sergipe (UFS). O projeto, denominado "Ecos do passado, vozes do presente – um olhar ambiental entre eras", buscou engajar estudantes na investigação dos impactos ambientais contemporâneos sobre a biodiversidade e as populações humanas. Para isso, registros paleontológicos e dendroecológicos foram utilizados como fontes de evidências para compreender as transformações ambientais ao longo do tempo, tendo a Aprendizagem Baseada em Projetos como estratégia para organizar o percurso investigativo.

O projeto foi desenvolvido em um mês, com cinco encontros realizados durante as aulas de Ciências de cinco turmas do 9º ano, em uma escola localizada no bairro Eduardo Gomes, no município de São Cristóvão, Sergipe. Além dos discentes matriculados no componente curricular de extensão, participaram da experiência aproximadamente 150 estudantes da Educação Básica, com o apoio da professora responsável pelas turmas e de discentes da Universidade Federal de Sergipe (UFS) vinculados ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID).

O município de São Cristóvão, local de realização do projeto, alcançou uma população de 95.612 habitantes (IBGE, 2022), o que representou um aumento de 21,24% em comparação ao censo anterior, de 2010. Esse crescimento pressiona a degradação dos recursos naturais e escancara problemas socioambientais como a contaminação da água e do solo, supressão da vegetação, impermeabilização do solo que provoca o aumento do escoamento superficial, bem como o aumento de vetores de doenças (Rodrigues-Júnior, 2016).

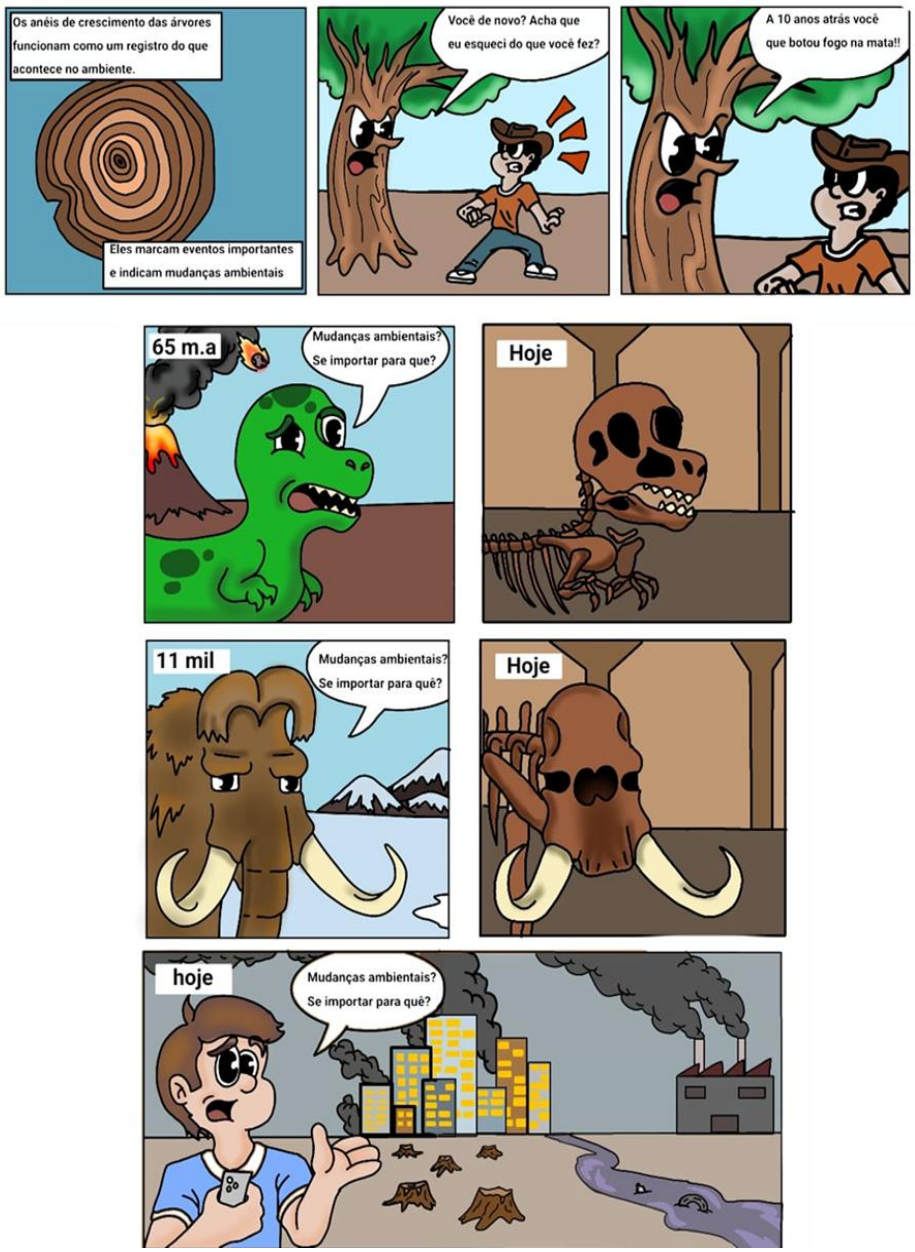
As transformações da paisagem que foram citadas fazem parte da rotina dos alunos e demais moradores do território. Por isso, refletimos que discutir os problemas socioambientais locais exigia mais do que apresentar conceitos sobre sustentabilidade ou degradação ambiental. Era necessário criar oportunidades para que os estudantes questionassem o lugar onde vivem.

A partir deste ponto, acompanharemos as diferentes etapas dessa experiência, destacando como alguns elementos característicos da Aprendizagem Baseada em Projetos, conforme proposta por Bender (2014), foram incorporados ao desenvolvimento do projeto.

2.1 O PONTO DE PARTIDA: A HISTÓRIA QUE O AMBIENTE NOS CONTA

O primeiro encontro foi dedicado à apresentação do projeto e ao início das atividades. Para iniciar a discussão com os estudantes sobre as mudanças observadas no território, utilizamos duas **âncoras** temáticas. A primeira, foi elaborada especialmente para essa experiência: uma tirinha intitulada "A história que o ambiente nos conta" (Figura 1). Na sequência, foram apresentadas imagens de satélite do ano de 2004 e do ano de 2025, dos bairros localizados no entorno da escola. As imagens foram obtidas por meio do *Google Earth Pro*, versão para computador do *Google Earth* que disponibiliza ferramentas avançadas de mapeamento, medição e análise geoespacial de forma gratuita.

Figura 1: tirinha "A história que o ambiente nos conta".



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Após o primeiro momento de sensibilização, apresentamos a **questão motriz** que orientou todo o percurso investigativo: *quais são os impactos das mudanças ambientais sobre a fauna, a flora e as populações humanas ao longo do tempo e como as ações antrópicas podem intensificá-los*? A partir dessa questão, cada turma foi organizada em seis grupos. Os grupos 01 e 02 ficaram responsáveis por investigar a fauna; os grupos 03 e 04, pela flora, e os grupos 05 e 06, pelas populações humanas.

Em seguida, os estudantes participaram de uma atividade de ***brainstorming*** (tempestade/chuva de ideias), na qual, organizados em grupos, levantaram hipóteses para responder à **questão motriz**, focando no seu próprio bairro. Para registrar suas ideias, utilizaram diferentes estratégias como desenhos, palavras-chave e mapas mentais. Posteriormente, cada grupo compartilhou suas hipóteses com a turma, permitindo que diferentes percepções sobre o território fossem apresentadas e discutidas. Para encerrar o encontro, foram apresentadas as orientações para a etapa seguinte do projeto, denominada **visita expedicionária**.

2.2 DENDROECOLOGIA E PALEONTOLOGIA: DIFERENTES REGISTROS, MUITAS HISTÓRIAS

Para compreender os efeitos das mudanças ambientais sobre a biodiversidade e as populações humanas, é fundamental analisar não apenas as transformações atuais, mas olhar para o passado e analisar registros biológicos de diferentes períodos, pois eles permitem reconstruir a história ambiental.

A partir dessa perspectiva, optamos por aproximar os estudantes dos campos da Dendroecologia e da Paleontologia. Enquanto os fósseis fornecem evidências sobre as formas de vida, condições ambientais e processos ocorridos em períodos remotos da história da Terra (Carvalho, 2010), estruturas vegetais, como os anéis de crescimento das árvores, podem ser correlacionadas variações ambientais e históricos de precipitação, temperatura e umidade (Liutsko; Getino, 2008) em escalas temporais mais recentes.

Ao estabelecer um diálogo entre esses conhecimentos, buscamos construir com os estudantes uma ideia central para o desenvolvimento desse projeto: os organismos guardam "marcas" ocorridas no ambiente ao longo do tempo.

Dessa maneira, para o segundo encontro do projeto, inicialmente, planejamos levar os estudantes à UFS para conhecer o Laboratório de Anatomia Vegetal e Dendroecologia (LAVD) e o Laboratório de Paleontologia da UFS (LPUFS). Entretanto, a logística necessária para o deslocamento de aproximadamente 150 estudantes tornou a visita inviável e exigiu uma mudança no planejamento. Assim, decidimos selecionar e levar fósseis e amostras de troncos, para uma visita expedicionária na própria escola. Ao longo da atividade, os alunos foram orientados a preencher um roteiro investigativo dos laboratórios (Apêndice A).

2.3 INVESTIGAR, CONSTRUIR E COMPARTILHAR CONHECIMENTOS

Ao final do segundo encontro, cada grupo temático (fauna, flora e população humana) recebeu as orientações para realização do terceiro encontro, previsto para ocorrer entre os próprios estudantes, no contraturno das aulas. Cada grupo recebeu um roteiro investigativo do bairro (Apêndice B), elaborado para orientar caminhadas de reconhecimento, observações e registros no entorno da escola. A proposta era ir além do espaço escolar, compreendendo o bairro como um lugar repleto de elementos que poderiam ser observados, registrados, questionados e relacionados às transformações ambientais.

O quarto encontro foi realizado no laboratório de informática da escola, onde os grupos buscaram informações que contribuíssem para compreender as possíveis causas e consequências dos problemas identificados durante as observações no bairro. Ao final, cada grupo definiu um artefato para apresentar as observações, pesquisas e discussões desenvolvidas ao longo do projeto.

O quinto e último encontro foi destinado à culminância. Os grupos apresentaram os artefatos produzidos e compartilharam os principais resultados de suas investigações. Para finalizar, realizamos uma roda de conversa com o objetivo de compreender não apenas as aprendizagens construídas, mas também como os estudantes vivenciaram a experiência e perceberam as relações entre sociedade e ambiente.

2.4 ANALISANDO O PERCURSO: APRENDIZAGENS E REFLEXÕES

Ao longo do desenvolvimento do projeto, as diferentes etapas permitiram observar como os estudantes se envolveram com a problemática proposta e estabeleceram relações entre os conhecimentos científicos e a realidade em que vivem. A partir das produções elaboradas, das discussões realizadas e dos relatos compartilhados ao final da experiência, apresentamos, a seguir, algumas das percepções e aprendizagens que emergiram ao longo desse percurso, relacionando-as aos elementos da ABP.

No primeiro encontro do projeto (Figura 2), foram realizadas atividades de sensibilização, problematização e levantamento de hipóteses. Para isso, foram utilizadas uma tirinha e imagens de satélite que funcionaram como **âncoras temáticas**, que serviram de base para a mobilização de ideias na etapa de **brainstorming**.

Figura 2: Painel com as imagens do primeiro encontro de aplicação do projeto, evidenciando o momento de brainstorming.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

A tirinha introduziu a temática a sensibilizou os estudantes para as questões que seriam investigadas ao longo do projeto. Ao articular elementos verbais e visuais, característicos de uma linguagem multimodal, esse recurso favoreceu a construção de sentidos, a organização das ideias e a elaboração de argumentos em torno das problemáticas apresentadas (Nunes, 2025).

As imagens de satélite, por sua vez, possibilitaram aos estudantes comparar as transformações ocorridas no próprio território ao longo de duas décadas, problematizando as suas possíveis causas e consequências. Nesse contexto, a ferramenta *Google Earth* contribuiu para aproximar os estudantes das transformações ocorridas no espaço geográfico, uma vez que disponibiliza de recursos gratuitos que podem ser explorados em diferentes situações de aprendizagem (Silva, Menezes, Santos, 2025).

O ***brainstorming*** também se mostrou um momento importante do percurso. A partir da apresentação da **questão motriz**, os estudantes, organizados em grupos, mobilizaram suas ideias iniciais para formular possíveis respostas ao problema proposto (hipóteses). Essas ideias foram registradas por meio de desenhos e mapas mentais, tornando visíveis as diferentes compreensões dos grupos para aquele momento. Essa dinâmica dialoga com Carvalho (2018), pois a proposição de uma pergunta diferencia um ensino investigativo de abordagens predominantemente expositivas, pois cria oportunidades para que os estudantes mobilizem seus conhecimentos e se envolvam ativamente na busca por respostas.

As hipóteses foram compartilhadas com a turma, criando um momento de troca e construção coletiva, no qual as diferentes percepções dos grupos se complementaram na compreensão sobre o

território. Além disso, esse processo contribuiu para orientar as investigações desenvolvidas nas etapas seguintes. Nesse sentido, Crivelaro (2022) destaca a formulação de hipóteses como uma estratégia capaz de favorecer a participação dos estudantes diante de situações-problema, possibilitando a manifestação das suas ideias intuitivas sobre a questão investigada.

No segundo encontro foi realizada a **visita expedicionária**, por meio da exposição dos materiais dos laboratórios LAVD/UFS e LPUFS, na escola (Figura 3).

Figura 3: Painel com imagens do segundo dia de aplicação do projeto "Ecos do passado, Vozes do presente - um olhar ambiental entre eras", apresentando a visita expedicionária do LAVD/UFS e LPUFS.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

Durante a exposição e as explicações conduzidas pelos discentes da UFS, os alunos da escola preencheram um roteiro investigativo, buscando identificar o que os fósseis podem revelar sobre os ambientes em que os organismos viveram e compreender como os anéis de crescimento das árvores podem fornecer informações sobre dados sobre o clima, a idade dos indivíduos e as mudanças ambientais.

O roteiro também abordou a importância desses organismos para o estudo da história natural e das mudanças climáticas. A partir dessa experiência, discutimos que, embora as mudanças ambientais façam parte da história do planeta, as transformações observadas atualmente ocorrem em um contexto marcado pela intensificação das ações humanas sobre os ecossistemas.

Além disso, as coleções didáticas apresentadas possibilitaram o contato dos estudantes com os materiais e as práticas dessas duas Ciências, corroborando com as ideias de Santos e colaboradores (2021). Notamos que a experiência com materiais pouco presentes no cotidiano escolar despertou a curiosidade e o engajamento dos estudantes. Um deles comentou: "essa foi a melhor aula que eu tive desde que entrei na escola". Embora uma fala isolada não permita generalizações, ela evidencia o potencial de atividades que rompem com a rotina e aproximam os estudantes do conhecimento científico.

Ademais, a visita expedicionária, inicialmente planejada para ocorrer na Universidade Federal de Sergipe, precisou ser adaptada e realizada na própria escola. Essa mudança também representou uma aprendizagem importante para nós, professores: o planejamento não deve ser rígido, mas dinâmico e

flexível. Em situações como essa, é necessário reorganizar os caminhos sem perder de vista os objetivos da experiência.

No terceiro encontro, os estudantes foram convidados a investigar o bairro do entorno escolar a partir de roteiros direcionados à fauna, à flora e às populações humanas. Inicialmente, todos os grupos realizaram uma observação geral no território, buscando identificar possíveis problemas ambientais, como a presença de resíduos em ruas, terrenos baldios e córregos, o acúmulo de água parada e a existência de áreas com esgoto a céu aberto. Essas observações constituíram um ponto de partida para que os estudantes reconhecessem situações capazes de afetar tanto o ambiente quanto a qualidade de vida da população.

Em seguida, cada grupo aprofundou a investigação de acordo com sua temática. Os estudantes responsáveis pela fauna observaram e identificaram a presença de animais silvestres no ambiente urbano, atentando para seus comportamentos, buscando compreender sobre os possíveis fatores que favorecem sua aproximação das áreas urbanizadas. A investigação também possibilitou refletir sobre os impactos das ações humanas sobre esses animais e dos possíveis riscos associados à sua presença em áreas degradadas ou próximas à população.

Os grupos responsáveis pela flora concentraram sua atenção para a presença e na distribuição da arborização urbana do bairro e das áreas de vegetação. A partir dessas observações, refletiram sobre as possíveis transformações ocorridas nas áreas verdes da comunidade e sobre os impactos da urbanização, do descarte inadequado de resíduos e da queima da vegetação sobre as plantas e as condições ambientais do bairro.

Já os grupos responsáveis pelas populações humanas observaram situações de vulnerabilidade socioambiental, especialmente relacionadas à presença de moradias próximas a córregos, áreas alagáveis, terrenos baldios ou locais com acúmulo de resíduos. Também foram considerados problemas como inundações, queimadas e a presença de vetores de doenças, decorrentes do descarte irregular de resíduos e efluentes. Em seguida, os estudantes relacionaram às condições ambientais identificadas aos impactos sobre a qualidade de vida da população, refletindo sobre quais grupos seriam os mais vulneráveis a esses problemas.

Essas observações foram importantes para ampliar a compreensão dos estudantes sobre as questões socioambientais presentes no território. Ao investigar a fauna, a flora e as populações humanas, eles puderam perceber que as transformações ambientais produzem impactos inter-relacionados sobre os seres vivos e as condições de vida da população. Dessa forma, a investigação das três dimensões evidenciou as relações entre sociedade e natureza e favoreceu uma compreensão mais crítica e integrada dos problemas identificados.

Essas atividades de análise do território dialogam com o estudo de Caffagni (2026), que desenvolveu um projeto de diagnóstico socioambiental fundamentado na Educação Ambiental crítica com estudantes de

uma escola pública. A autora destaca o potencial de tomar o espaço vivido como ponto de partida para a aprendizagem, articulando a memória do lugar à problematização de uma realidade atravessada por questões sociopolíticas. Nesse processo, os estudantes são estimulados a se reconhecer como sujeitos históricos, capazes de compreender as transformações de seu entorno e de atuar sobre elas.

Após as investigações no bairro, no quarto encontro, os estudantes utilizaram o laboratório de informática da escola (Figura 4) para aprofundar seus conhecimentos. Por meio de pesquisas, buscaram compreender as causas e consequências dos problemas identificados no território e utilizaram as informações encontradas para subsidiar a elaboração das respostas aos roteiros investigativos.

Figura 4: Quarto encontro do projeto “Ecos do passado, Vozes do presente - um olhar ambiental entre eras”, realizado no laboratório de informática da escola.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

Essa experiência dialoga com Conceição e Ferreira (2022), que destacam as contribuições das Tecnologias da Informação e Comunicação para a aprendizagem, especialmente por ampliarem o acesso à informação, diversificarem as formas de construção do conhecimento e favorecerem maior participação dos estudantes no processo educativo.

Para comunicar os conhecimentos construídos ao longo do projeto, os estudantes puderam escolher artefatos que seriam produzidos e apresentados no quinto e último dia do projeto (Figura 5).

Figura 5: Painel com imagens do segundo dia de aplicação do projeto “Ecos do passado, Vozes do presente - um olhar ambiental entre eras”, com as apresentações dos artefatos elaborados pelos estudantes.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

Como resultado do último encontro do projeto, foram produzidos 21 artefatos, para comunicação dos conhecimentos construídos pelos estudantes. Entre eles, se destacaram materiais expositivos como cartazes, folders e posts, além de mini-documentários, maquetes, poema, *quiz*, apresentação de slides e tirinha.

Observou-se a predominância de artefatos de caráter expositivo, como cartazes, folders e posts, além de maquetes. A maior frequência desses formatos pode estar relacionada às condições concretas de desenvolvimento do projeto, incluindo a disponibilidade de recursos materiais e tecnológicos, a infraestrutura da escola, o tempo destinado às atividades e o domínio de ferramentas digitais pelos alunos.

Ainda assim, a diversidade dos artefatos produzidos evidenciou diferentes possibilidades de expressão e comunicação dos conhecimentos construídos. Alguns grupos elaboraram apresentações de *slides* e minidocumentários utilizando registros realizados pelos próprios estudantes durante a investigação do bairro. Também foram produzidos um poema, um *quiz*, utilizado para envolver a turma durante a culminância, e uma tirinha elaborada com o auxílio da Inteligência Artificial generativa, com potencial para ampliar a sensibilização sobre as questões socioambientais investigadas caso seja compartilhada com outros públicos.

Assim, mais do que representar um produto, a elaboração dos artefatos exigiu que os estudantes retomassem suas investigações, selecionassem e organizassem informações, discutissem suas ideias e definissem formas de comunicar suas compreensões sobre os problemas socioambientais investigados, além de consolidar as habilidades construídas coletivamente.

Após as apresentações, foi realizada uma roda de conversa com objetivo de promover uma reflexão e socialização das experiências vivenciadas ao longo do projeto. Nesse momento, foram compartilhadas as aprendizagens construídas, as atividades consideradas mais significativas pelos estudantes e os motivos que fundamentaram suas escolhas. Também foram discutidas as transformações percebidas bairro ao longo do tempo, buscando compreender em que medida a experiência contribuiu para ampliar a percepção dos estudantes sobre o território onde vivem.

No que se refere à avaliação da aprendizagem, esta foi integrada ao desenvolvimento do projeto e correspondeu a 2,0 pontos da avaliação bimestral. Foram considerados a entrega dos dois roteiros investigativos, relacionados à atividade com os materiais dos laboratórios e à investigação do bairro, além da construção e a apresentação dos artefatos. Essa organização permitiu acompanhar diferentes momentos do percurso, e não apenas o resultado.

Essa perspectiva está alinhada à avaliação formativa, discutida por Ferreira *et al*. (2024), que enfatiza o acompanhamento dos processos de aprendizagem e a utilização de informações avaliativas para compreender o desenvolvimento dos estudantes e orientar as intervenções pedagógicas.

Diante dos resultados apresentados, o percurso desenvolvido evidenciou que a articulação entre EA e a ABP pode criar oportunidades para que os estudantes investiguem problemas de seu próprio território, mobilizem diferentes conhecimentos e participem ativamente na construção de aprendizagens. Assim, este capítulo buscou refletir sobre as possibilidades e desafios para o desenvolvimento de propostas semelhantes no contexto escolar.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Discutir Educação Ambiental no contexto escolar exige reconhecer que os problemas socioambientais fazem parte dos territórios em que os estudantes vivem cotidianamente. Nesse sentido, mais que transmitir informações, a escola deve criar oportunidades para que observem, questionem e compreendam criticamente a realidade da qual fazem parte. Dessa forma, este capítulo teve como objetivo apresentar as possibilidades da Aprendizagem Baseada em Projetos para o desenvolvimento da Educação Ambiental no Ensino Básico, articulando uma discussão teórica ao relato de uma experiência realizada com estudantes do Ensino Fundamental.

O texto apresentou uma breve discussão da crise socioambiental contemporânea e da Educação Ambiental como estratégia a ser trabalhada no contexto escolar. Além disso, trouxe uma seção dedicada à Aprendizagem Baseada em Projetos, apresentando seus elementos e condições de implementação na sala de aula. Para cumprir o objetivo, o texto ainda trouxe o relato de um projeto realizado em uma escola pública. Na experiência, os elementos da ABP como âncoras temáticas, questão motriz, *brainstorming*, visita expedicionária, investigação do território, pesquisa e elaboração de artefatos foram utilizados.

Esse percurso possibilitou aos estudantes compreender as relações entre as transformações ambientais em diferentes períodos, a partir de registros das áreas da Paleontologia e da Dendroecologia. Também permitiu relacionar os impactos observados no próprio bairro à interferência humana nos ecossistemas, transformando o território vivido em objeto de investigação e aprendizagem.

A experiência evidenciou, ainda, que a ABP não precisa ser compreendida como uma sequência rígida de etapas ou como um modelo a ser reproduzido. Seus elementos podem ser adaptados às diferentes realidades escolares, considerando os recursos disponíveis, o tempo e as condições de cada contexto. Esse processo exige planejamento e flexibilidade para reorganizar os caminhos diante das situações encontradas no desenvolvimento do projeto.

Assim, mais do que apresentar uma experiência ou indicar um caminho a ser seguido, este capítulo pretende convidar o leitor a olhar para o território que o cerca e reconhecer seus problemas, mas também suas potencialidades. A partir daí, surge a possibilidade de perguntar: o que podemos fazer para transformar essa realidade?

Talvez essa resposta não seja simples ou imediata, e é justamente nesse espaço que a aprendizagem pode ganhar novos sentidos. A experiência desenvolvida evidenciou que a Aprendizagem Baseada em Projetos pode constituir um caminho para transformar inquietações do cotidiano em experiências de investigação com estudantes da Educação Básica. Afinal, educar para as questões socioambientais não significa apenas ajudar os alunos a compreenderem os problemas do mundo, mas criar condições para que se reconheçam como sujeitos capazes de participar da construção de outros futuros possíveis.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Estudo aponta que enchentes de 2024 foram maior desastre natural da história do RS e sugere caminhos para futuro com eventos extremos mais frequentes**. Brasília, DF, 30 abr. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/estudo-aponta-que-enchentes-de-2024-foram-maior-desastre-natural-da-historia-do-rs-e-sugere-caminhos-para-futuro-com-eventos-extremos-mais-frequentes. Acesso em: 31 ago. 2026.

AMARAL, A. Q. Panorama histórico da Temática Ambiental e educação ambiental: Um Campo em constante (re)construção. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 35, n. 2, p. 248–271, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.14295/remea.v35i2.7800. Acesso em: 25 ago. 2026.

ANTUNES, J.; NASCIMENTO, V. S. do.; QUEIROZ, Z. F. de. Metodologias ativas na educação: problemas, projetos e cooperação na realidade educativa. **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 22, n. 1, p. 111-127, jan./abr. 2019. Disponível em: https://doi.org/10.22456/1982-1654.88792. Acesso em: 25 ago. 2026.

ASTIER, Henri. **Chile declares 'state of catastrophe' as wildfires leave at least 18 dead**. BBC News, 19 jan. 2026. Disponível em: https://www.bbc.com/news/articles/cz7ypw4rjrzo. Acesso em: 31 ago. 2026.

BACICH, L.; HOLANDA, L. **Educação STEAM**: reflexões sobre a implementação em sala de aula, conexões com a BNCC e a formação de professores. São Paulo: Tríade Educacional, 2022. E-book. ISBN 978-65-997944-0-7.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos**: educação diferenciada para o século XXI. Porto Alegre: Penso, 2014.

CAFFAGNI, C. V. do A. Educação Ambiental Crítica na Escola: diagnóstico socioambiental do território do Jardim de Abril/SP. **RevBEA**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 333-350, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.34024/revbea.2026.v21.21003. Acesso em: 26 ago. 2026.

CAMPOS, L. C. de. et al. Fatores críticos num processo de aprendizagem baseado em projetos: percepções de estudantes de 1º ano de engenharia. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ABORDAGENS DE PROJETOS NO ENSINO DE ENGENHARIA (PAEE), 5., 2013, Eindhoven. **Anais.** Eindhoven: [s. n.], 2013.

CARVALHO, I. de S. (Org.). **Paleontologia**: conceitos e métodos. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2010.

CARVALHO, A. M. P. de. et al. **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para a implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

CARVALHO, M. B da S.; OLIVEIRA, V. B de. Revisão analítica dos desafios da Educação Ambiental no âmbito escolar em documentos oficiais e artigos relacionados. **RevBEA**, v. 16, n. 6, p. 448–465, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.34024/revbea.2021.v16.12053. Acesso em: 25 ago. 2026.

CONCEIÇÃO, J. L. M. da.; FERREIRA, F. N. Tecnologias da informação e comunicação na educação: desafios, possibilidades e contribuições para ensino e a aprendizagem. **Revista Educar Mais**, v. 6, p. 126-138, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.15536/reducarmais.6.2022.2624. Acesso em: 26 ago. 2026.

CRIVELARO, B. **Habilidades cognitivas investigativas**: uma análise de suas manifestações em uma sequência didática relativa à saúde. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática). Universidade do Estado de Londrina, Londrina, 2022. Disponível em: https://pos.uel.br/pecem/wp-content/uploads/2023/10/CE_EDM_Me_2022_Crivelaro_Bruna_L.pdf. Acesso em: 01 jul. 2026.

COSTA, C. A. S. da.; LOUREIRO, C. F. B. Interdisciplinaridade e Educação Ambiental Crítica: Questões epistemológicas a partir do materialismo histórico-dialético. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 3, p. 693–708, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1516-731320150030011. Acesso em: 24 ago. 2026.

DEIVANAYAGAM, T. et al. Visualizando equidade ambiental: mudanças climáticas, saúde e justiça racial. **The Lancet**, Londres, v. 402, p. 64-78, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00919-4. Acesso em: 25 ago. 2026.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404. Acesso em: 25 ago. 2026.

FERREIRA, M. et al. Aprendizagem significativa e avaliação formativa via quatro abordagens de ensino: revisão de literatura. **ENCITEC**, v. 14, n. 3, p. 181-202, 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.31512/encitec.v14i3.1857. Acesso em: 26 ago. 2026.

GONÇALVES, J.; OLIVEIRA, T. de.; GONÇALVES, M. Educação ambiental e seus desdobramentos hoje no brasil: Uma Revisão Sistemática. **RevBEA**, v. 17, n. 4, p. 247–260, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.34024/revbea.2022.v17.13162. Acesso em: 25 ago. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/se/sao-cristovao.html. Acesso em: 24 ago. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp, 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf. Acesso em: 24 ago. 2026.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. da C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, p. 23-40, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/asoc/a/8FP6nynhjdZ4hYdqVFdYRtx/?lang=pt. Acesso em: 25 ago. 2026.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. Tradução de Sandra Valenzuela. São Paulo: Cortez, 2001.

LIMA, A. de.; COSTA-JUNIOR, I. L.; COSTA, M. B. Educação Ambiental e Sustentabilidade: explorando a temática dos pneus inservíveis no Ensino Fundamental por meio da Aprendizagem Baseada em Projetos. **Ambiente & Educação**, [S. l.], v. 29, n. 2, p. 1–26, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.63595/ambeduc.v29i2.16976. Acesso em: 25 ago. 2026.

LIUTSKO, L; e GETINO, A. M. **What trees tell us. Dendrochronological and statistical analysis of the data**. Universidade de Barcelona, 2008. Disponível em: https://hdl.handle.net/2445/11509. Acesso em: 05 nov. 2024.

MARVILA, N. C.; GUISSO, L. F. Educação Ambiental e o processo de interdisciplinaridade no ambiente escolar. **RevBEA**, v. 14, n. 4, p. 340–350, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.34024/revbea.2019.v14.2737. Acesso em: 25 ago. 2026.

MARTÍNEZ ALIER, J. **O ecologismo dos pobres**: conflitos ambientais e linguagens de valoração. São Paulo: Contexto, 2007.

MENDES, M. H. et al. Conectando a aprendizagem baseada em projetos com a experiência do aluno: uma análise do PBL à luz de Dewey. **Interfaces Científicas - Educação**, Aracaju, v. 9, n. 1, p. 161-170, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.17564/2316-3828.2020v9n1p161-170. Acesso em: 25 ago. 2026.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Adaptação baseada em ecossistemas (ABE) frente à mudança do clima**. Brasília, 2018. Disponível em: https://cooperacaobrasil-alemanha.com/Mata_Atlantica/Apostila_AbE.pdf. Acesso em: 15 dez. 2025.

MONTEIRO, R. R. S.; GRACINDO, O. S.; SANTOS, S. S. C. dos. O que é Aprendizagem Baseada em Projetos? In: SANTOS, S. S. C. dos. et al. (Org.). **Metodologias Ativas e Tecnologias Digitais na Educação Básica**: conceitos, experiências e possibilidades de aplicação na sala de aula. Aracaju: Criação Editora, 2024. p. 45-58.

MURPHY, N. **Europe's heatwave linked to 1,300 deaths, WHO says, as Germany hits record 41.7C**. BBC News, 29 jun. 2026. Disponível em: https://www.bbc.com/news/articles/cn4d2vv935lo. Acesso em: 31 ago. 2026.

NUNES, C. C. Argumentação e construção de sentidos no gênero tirinha. **Estudos Linguísticos**, Sinop, v. 18, n. 54, p. 44-62, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.30681/rln.v18i54.13325. Acesso em: 28 jun. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **África Austral enfrenta grave surto de cólera devido a inundações e deslocamentos**. OMS-Escritório Regional para a África, 26 fev. 2026. Disponível em: https://www.afro.who.int/pt/news/africa-austral-enfrenta-grave-surto-de-colera-devido-inundacoes-e-deslocamentos. Acesso em: 31 ago. 2026.

RODRIGUES-JÚNIOR, J. C. Análise preliminar de riscos socioambientais no bairro Rosa Elze no município de São Cristóvão/SE. **XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**.

Disponível em: https://meioambientepocos.com.br/anais/anais-2016/315.%20AN%C3%81LISE%20PRELIMINAR%20DE%20RISCOS%20SOCIOAMENTAIS%20NO%20BAIRRO%20ROSA%20ELZE%20NO%20MUNIC%C3%8DPIO%20DE%20S%C3%83O%20CRIST%C3%93V%C3%83O%20SE.PDF. Acesso em 31 ago. 2026.

SANTOS, P. R. C. dos. et al. Coleção didática zoológica: divulgação científica e auxílio para o ensino e aprendizagem de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**. v. 16, n. 1, 2021. Disponível em: https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/828. Acesso em: 26 ago. 2026.

SANTOS, F. C. dos S., AZEVEDO, S. L. M. de.; ALMEIDA, M. S. P. de. Metodologias ativas para a Educação Ambiental. **RevBEA**, v. 19, n. 8, p. 84–99, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.34024/revbea.2024.v19.19055. Acesso em: 25 ago. 2026.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SILVA, E. R. de; MENEZES, P. K. de; SANTOS, F. K. S. dos. Google Earth e a Educação Ambiental Crítica na Geografia escolar. In: **Meio ambiente e formação de professores**: diálogos ecoformativos em contexto de crise climática, v. 50670, p. 121, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Douglas-Costa-23/publication/389577664_MEIO_AMBIENTE_E_FORMACAO_DE_PROFESSORES_DIALOGOS_ECOFORMATIVOS_EM_CONTEXTO_DE_CRISE_CLIMATICA/links/67c85cd5cc055043ce6de0bc/MEIO-AMBIENTE-E-FORMACAO-DE-PROFESSORES-DIALOGOS-ECOFORMATIVOS-EM-CONTEXTO-DE-CRISE-CLIMATICA.pdf#page=121. Acesso em: 27 ago. 2026.

Silva, E. R. L. da S. et al. Educação ambiental em Uma Escola Pública De Belém/PA: A aplicação de metodologias ativas por meio de jogos didático-pedagógicos. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 322–332, 2026.

SILVA, J. B. da. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2803. Acesso em: 31 ago. 2026.

APÊNDICES

APÊNDICE A - ROTEIRO INVESTIGATIVO DOS LABORATÓRIOS

https://drive.google.com/file/d/1FGiEl1PiZWDeThHKf97vj0VPMO6w9SgH/view?usp=sharing

APÊNDICE B - ROTEIROS INVESTIGATIVOS DO BAIRRO

https://drive.google.com/drive/folders/1Nb4L7qizHFg4_VB4lfVZbTwTboOsuvMi?usp=sharing

CAPÍTULO 4

A ETNOBOTÂNICA NO CONTEXTO ESCOLAR: PRÁTICAS PEDAGÓGICAS E SUAS POTENCIALIDADES PARA O ENFRENTAMENTO DA IMPERCEPÇÃO BOTÂNICA

ETHNOBOTANY IN THE SCHOOL CONTEXT: PEDAGOGICAL PRACTICES AND THEIR POTENTIAL FOR ADDRESSING PLANT AWARENESS DISPARITY

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-004

Anna Shania Reis Santos
Mestranda em Ciências Naturais (PPGCN - UFS)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: shaniareis@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8862352930274012
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-8579-3625

Filipe Andrade dos Santos
Mestrado em Ciências Naturais (PPGCN-UFS)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: filipeandradest@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7406187835152810
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-4292-6170

Vanessa Reis Costa
Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: vanessareisbiolog@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/6045222458525293
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8762-8295

Elizamar Ciríaco da Silva
Doutora em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: elizamar@academico.ufs.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8647408093958870
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5858-6716

RESUMO

As relações estabelecidas entre pessoas e plantas envolvem dimensões ecológicas, culturais e sociais que podem constituir importantes elementos para a contextualização do ensino de Botânica. Nesse cenário, a etnobotânica apresenta potencial para aproximar os conteúdos científicos dos conhecimentos e das experiências presentes no cotidiano dos estudantes, contribuindo para o enfrentamento da impercepção botânica no contexto escolar. Este estudo teve como objetivo analisar práticas pedagógicas que utilizam abordagens etnobotânicas na Educação Básica, identificando as estratégias empregadas, os conteúdos abordados, as possíveis limitações para sua implementação e suas contribuições para o ensino de Botânica. Foi realizada uma revisão bibliográfica, de caráter descritivo e abordagem quantitativa e qualitativa, a partir

de publicações localizadas no Google Scholar entre 2013 e outubro de 2023. Após as etapas de seleção, 41 trabalhos constituíram o conjunto de dados analisado. A região Nordeste concentrou o maior número de publicações (39%), e os anos finais do Ensino Fundamental representaram o principal contexto de aplicação das práticas (56%). As plantas medicinais predominaram nas propostas pedagógicas (71%), enquanto os conhecimentos tradicionais sobre plantas constituíram a categoria de conteúdo mais frequente (59%). Foram identificadas diferentes estratégias, incluindo oficinas, sequências investigativas, hortas, herbários, jogos, atividades sensoriais, entrevistas, rodas de conversa e produção de materiais didáticos. As contribuições relatadas estiveram relacionadas principalmente à contextualização dos conteúdos, à participação dos estudantes, à valorização dos conhecimentos locais e à aproximação entre escola e comunidade. Entretanto, também foram identificadas possíveis demandas para implementação, relacionadas à disponibilidade de espaços, materiais, recursos tecnológicos, tempo e participação da comunidade. Os resultados indicam que a etnobotânica apresenta diferentes possibilidades de inserção na Educação Básica e reúne características potencialmente favoráveis ao enfrentamento da impercepção botânica, embora sejam necessários estudos que avaliem de forma mais específica seus efeitos sobre a aprendizagem e a percepção dos estudantes em relação às plantas.

Palavras-chave: Educação básica; Ensino de botânica; Ensino de ciências; Etnobotânica; Práticas pedagógicas.

ABSTRACT

The relationships established between people and plants involve ecological, cultural, and social dimensions that can serve as important elements for contextualizing Botany education. In this context, ethnobotany has the potential to connect scientific content with the knowledge and experiences present in students' daily lives, contributing to the reduction of plant awareness disparity in school settings. This study aimed to analyze pedagogical practices that employ ethnobotanical approaches in Basic Education, identifying the strategies used, the content addressed, possible limitations to their implementation, and their contributions to Botany teaching. A descriptive literature review with both quantitative and qualitative approaches was conducted based on publications identified through Google Scholar between 2013 and October 2023. After the selection stages, 41 studies comprised the dataset analyzed. The Northeast region of Brazil accounted for the largest proportion of publications (39%), while the final years of Elementary School represented the main context in which the practices were implemented (56%). Medicinal plants predominated in the pedagogical proposals (71%), whereas traditional knowledge about plants was the most frequent content category (59%). Different strategies were identified, including workshops, inquiry-based sequences, school gardens, herbaria, games, sensory activities, interviews, discussion circles, and the production of teaching

materials. The reported contributions were mainly related to the contextualization of content, student participation, the recognition and appreciation of local knowledge, and stronger connections between schools and communities. However, potential implementation demands were also identified, including the availability of spaces, materials, technological resources, time, and community participation. The results indicate that ethnobotany offers different possibilities for integration into Basic Education and presents characteristics that may contribute to addressing plant awareness disparity, although further studies are needed to assess more specifically its effects on student learning and on students' perceptions of plants.

Keywords: Basic Education; Botany education; Ethnobotany; Pedagogical practices; Science education.

1 INTRODUÇÃO

As relações entre as sociedades humanas e as plantas constituem parte importante da história e da cultura, uma vez que os recursos vegetais estão associados à alimentação, medicina, construção, vestuário e a diversas outras práticas cotidianas (Balick e Cox, 2020). A partir dessas interações, diferentes grupos sociais desenvolveram conhecimentos e práticas relacionadas ao reconhecimento, uso e manejo da flora, transmitidos e reelaborados entre gerações (Albuquerque et al., 2022). Esses saberes refletem diferentes formas de compreender e interagir com o ambiente e evidenciam a participação das plantas na construção das relações culturais entre sociedades e a natureza (Kovalski e Obara, 2013; Antonelli et al., 2024).

Apesar de sua relevância histórica, ecológica e cultural, as plantas nem sempre são percebidas ou valorizadas em proporção à sua importância (Parsley, 2020). A impercepção botânica envolve a dificuldade de perceber as plantas no ambiente, reconhecer suas características e compreender sua importância para o equilíbrio dos ecossistemas e para a vida humana (Wandersee e Schussler, 1999; Salatino e Buckridge, 2016). No contexto escolar, essa problemática pode ser reforçada pela forma como a botânica é ensinada, frequentemente associada à memorização de terminologias e conceitos complexos, assim como também, abordagens pouco contextualizadas com a realidade dos estudantes (Severo et al., 2025; Santos et al., 2026).

Diante desse cenário, a etnobotânica apresenta-se como uma abordagem capaz de aproximar os conhecimentos científicos das experiências e dos saberes sobre plantas construídos em diferentes contextos socioculturais (Souza et al., 2023). Esse campo investiga as relações entre sociedades humanas e recursos vegetais, considerando os conhecimentos, práticas e significados associados ao uso e ao manejo das plantas (Albuquerque et al., 2022). Na escola, essa perspectiva possibilita integrar os conhecimentos tradicionais aos conteúdos científicos, favorecendo abordagens mais contextualizadas e próximas da realidade dos estudantes (Kovalski e Obara, 2013; Rocha e Forsberg, 2024). Além disso, a valorização de diferentes formas de conhecimento pode ampliar o diálogo sociocultural e socioambiental no ensino de Ciências,

contribuindo para que os estudantes reconheçam as relações entre plantas, cultura e ambiente (Souza et al., 2023; Rocha e Forsberg, 2024).

Essa articulação encontra respaldo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que valoriza a diversidade de saberes e vivências culturais dos estudantes e de promover uma formação crítica e socioambientalmente responsável (Brasil, 2018). Na área de Ciências da Natureza, o documento orienta a aproximação dos alunos com os processos e práticas da investigação científica e compreensão das relações estabelecidas entre os seres vivos, a sociedade e o ambiente (Brasil, 2018). Nesse contexto, a etnobotânica pode contribuir para concretizar essas orientações ao inserir os conteúdos botânicos em situações sociais e culturalmente significativas, relacionadas às experiências dos estudantes e às particularidades de suas comunidades (Souza et al., 2023; Rocha e Forsberg, 2024).

Além de favorecer a contextualização dos conteúdos botânicos, a etnobotânica amplia as possibilidades interdisciplinares no ensino de Ciências e Biologia, ao permitir que as relações entre pessoas e plantas sejam discutidas a partir de dimensões culturais, ambientais, alimentares e de saúde (Oliveira e Miranda, 2024). No cenário educacional, essa abordagem pode proporcionar discussões sobre biodiversidade, conservação, uso sustentável dos recursos vegetais e alimentação, articulando esses temas às experiências e aos conhecimentos presentes na realidade dos alunos (Souza et al., 2023; Rocha e Forsberg, 2024).

Embora diferentes práticas pedagógicas fundamentais na etnobotânica venham sendo desenvolvidas na Educação Básica, essas experiências apresentam diversidade quanto às estratégias utilizadas, aos conteúdos abordados e às formas de inserção dos conhecimentos relacionados às plantas no contexto escolar (Gomes et al., 2026). Sistematizar essas experiências permite identificar possibilidades de aplicação da etnobotânica no ensino de Ciências, assim como suas potencialidades e limitações em diferentes realidades educacionais. Assim, este estudo tem como objetivo analisar práticas pedagógicas que utilizam abordagens etnobotânicas na Educação Básica, identificando as estratégias empregadas, os conteúdos abordados, as suas limitações práticas e suas contribuições para a contextualização do ensino de Botânica e para aproximação dos alunos com o mundo vegetal.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica, de caráter descritivo e abordagem quantitativa e qualitativa. Estudos de revisão permitem reunir e sintetizar a produção científica de determinado campo, favorecendo a identificação de características e tendências do conhecimento produzido (Vosgerau e Romanowski, 2014; Snyder, 2019). A combinação das abordagens quantitativa e qualitativa possibilitou associar a caracterização numérica das publicações à interpretação das práticas pedagógicas identificadas (Minayo e Sanches, 1993).

O levantamento bibliográfico foi realizado no Google Scholar, abrangendo publicações de 2013 a outubro de 2023. Foram utilizados, de forma combinada e entre aspas, os descritores em português “Etnobotânica”, “Ensino de Ciências” e “Saberes populares”. Foram incluídos artigos científicos, teses, dissertações e monografias em língua portuguesa e relacionados à utilização de etnobotânica em práticas pedagógicas voltadas à Educação Básica.

Como critérios de inclusão, foram considerados trabalhos que apresentassem práticas ou estratégias pedagógicas relacionadas à etnobotânica e que disponibilizassem informações suficientes para caracterizar sua aplicação no contexto educacional. A seleção considerou inicialmente a correspondência dos títulos e resumos com a temática investigada e, posteriormente, a presença de uma abordagem pedagógica relacionada aos conhecimentos sobre plantas. Foram excluídas publicações que não apresentassem propostas ou práticas educacionais relacionadas à temática, que não estivessem associadas ao ensino de Ciências ou Botânica ou que não fornecessem informações suficientes para a caracterização da estratégia pedagógica.

Inicialmente, foram identificadas 150 publicações potencialmente relacionadas ao tema. Após a análise dos títulos, resumos e informações referentes à abordagem pedagógica, 55 trabalhos foram selecionados para avaliação mais detalhada. Esses documentos foram posteriormente lidos na íntegra, com especial atenção aos procedimentos metodológicos e às estratégias pedagógicas desenvolvidas. Após essa etapa, 41 publicações atenderam aos critérios estabelecidos e constituíram o corpus final da pesquisa, composto por uma tese, três dissertações, seis monografias e 31 artigos científicos (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma das etapas para seleção dos dados.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Para cada publicação selecionada, foram extraídas informações referentes ao título, autoria, ano de publicação, região geográfica de realização do estudo, nível de ensino, estratégia pedagógica empregada, categoria de uso das plantas, conteúdos abordados e contribuições apresentadas pelos autores em relação à

prática desenvolvida. Também foram identificadas possíveis limitações ou demandas relacionadas à implementação de estratégias pedagógicas. Diferentemente das contribuições, extraídas das informações apresentadas nos próprios estudos, essas limitações foram inferidas durante a análise a partir das condições, recursos e estruturas necessárias para a realização de cada proposta, como disponibilidade de materiais, equipamentos tecnológicos, espaços físicos, tempo para execução das atividades e participação da comunidade.

A pós a extração dos dados, as publicações foram agrupadas de acordo com características semelhantes identificadas durante a leitura. Foram consideradas, para a caracterização quantitativa, a região geográfica, o período de publicação, o nível de ensino, as categorias de uso de plantas e os conteúdos abordados. As estratégias pedagógicas e suas características foram organizadas de forma descritiva, permitindo comparar as diferentes formas de inserção da etnobotânica no contexto escolar e identificar padrões recorrentes entre as experiências analisadas.

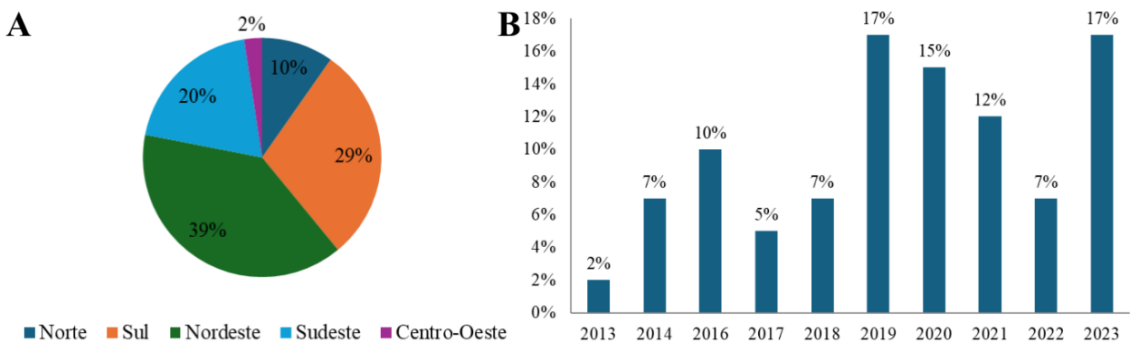
Os dados quantitativos foram organizados em planilhas no Microsoft Excel 2019 e analisados por meio de frequências absolutas e relativas, posteriormente representadas em gráficos e tabelas. As informações qualitativas foram sistematizadas de forma descritiva e categorial, buscando evidenciar as características das estratégias pedagógicas, suas contribuições relatadas para o processo de ensino e aprendizagem e as possíveis limitações ou demandas para sua implementação nos diferentes contextos escolares.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PANORAMA TEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS PUBLICAÇÕES

A análise resultou em 41 trabalhos acadêmico-científicos publicados entre 2013 e outubro de 2023. A região nordeste concentrou 16 publicações (39%), seguida pelas região Sul, com 12 (29%), Sudeste, com oito (20%), Norte, com quatro (10%), e Centro-Oeste, com uma (2%) (Figura 2A).

Figura 2. Produções dos trabalhos com enfoque em estratégias pedagógicas com aplicação da Etnobotânica por região do Brasil (A) e ao longo do tempo (B).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

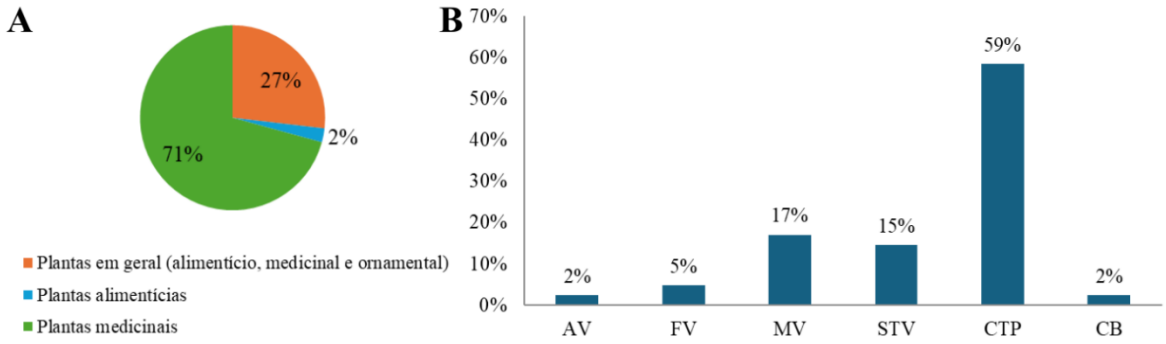
A maior participação do Nordeste deve ser interpretada como características do conjunto de dados obtido, pois o estudo não avaliou variáveis como número de instituições, grupos de pesquisa ou programas de pós-graduação por região. Entre as experiências nordestinas foram frequentes propostas envolvendo plantas medicinais, flora regional, Caatinga e conhecimentos mantidos por estudantes e comunidade, reforçando a associação entre etnobotânica e contextos socioculturais locais. Essa característica está em consonância com análises que destacam o potencial da etnobotânica para promover diálogos socioculturais e socioambientais no ensino de Ciências (Rocha; Forsberg, 2024).

Quanto à distribuição temporal, 2019, 2020 e 2023 apresentaram sete publicações cada (17%), constituindo os maiores valores do período (Figura 2B). Embora não tenha ocorrido crescimento contínuo, houve maior concentrações de estudos nos anos finais do recorte analisado, indicando ampliação do interesse por experiências que articulam etnobotânica e Educação básica.

3.2 USOS DAS PLANTAS E CONTEÚDOS MOBILIZADOS PELAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS

As plantas medicinais predominaram nas propostas, presentes em 29 dos 41 trabalhos (71%). Outros 11 estudos (27%) abordaram plantas de forma mais ampla, incluindo usos alimentícios, medicinais e ornamentais, enquanto apenas um (2%) apresentou enfoque especificamente alimentar (Figura 3A).

Figura 3. Categorias do uso de plantas (A) e conteúdos botânicos (B) abordados nos trabalhos em estratégias pedagógicas com aplicação da Etnobotânica. Legenda: Anatomia Vegetal (AV), Fisiologia Vegetal (FV), Morfologia Vegetal (MV), Sistemática e Taxonomia Vegetal (SV), Conhecimentos tradicionais sobre plantas (CTP), Conservação da biodiversidade (CB).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A expressiva presença das plantas medicinais indica que esse grupo constitui uma das principais vias de inserção da etnobotânica no contexto escolar. Essa predominância pode estar relacionada à presença desses conhecimentos nos ambientes familiar e comunitário, nos quais práticas de reconhecimento e uso são frequentemente transmitidas entre gerações. Antonelli et al. (2024), por exemplo, verificaram que mães e avós constituíam as principais fontes de conhecimentos dos alunos sobre plantas medicinais e que havia interesse em aprofundar saberes na escola.

Ao mesmo tempo, a concentração temática revela possibilidades ainda pouco exploradas. A etnobotânica contempla diferentes relações entre sociedades e recursos vegetais, mas as experiências analisadas permaneceram fortemente vinculadas ao uso medicinal. O baixo número de propostas sobre plantas alimentícias sugere espaço para ampliar discussões sobre nutrição, segurança alimentar, produção de alimentos e diálogo entre conhecimentos científicos e culturais (Souza et al., 2023). Além disso, a abordagem escolar de plantas medicinais deve incluir identificação, preparo, dosagem, efeitos adversos, toxicidade e interações, considerando que o uso tradicional não implica ausência de riscos (Pedroso et al., 2021).

Quanto aos conteúdos mobilizados, os conhecimentos tradicionais sobre plantas foram a categoria mais frequente, identificada em 24 publicações (59%). Morfologia Vegetal apareceu em sete estudos (17%), Sistemática e Taxonomia Vegetal em seis (15%), Fisiologia Vegetal em dois (5%) e Anatomia Vegetal e Conservação da Biodiversidade em uma publicação cada (2%) (Figura 3B).

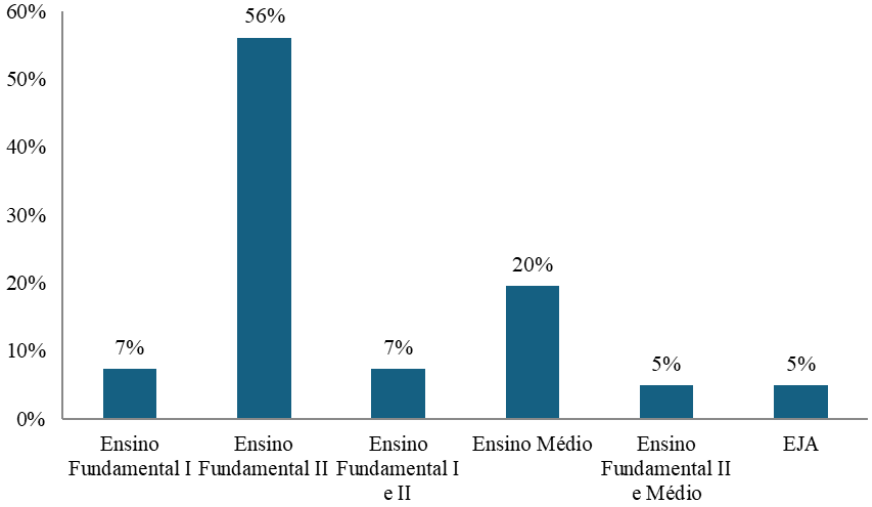
Esses resultados indicam que, no conjunto de dados analisados, a etnobotânica foi utilizada principalmente como espaço de diálogo entre os conteúdos escolares e os conhecimentos relacionados ao reconhecimento, uso e importância das plantas nas comunidades. Morfologia e Sistemática/Taxonomia aparecem em seguida, frequentemente associadas à observação de estruturas vegetais, identificação de espécies, elaboração de herbários, inventários, desenhos e atividades sensoriais. Em contrapartida, conteúdos relacionados à Fisiologia e à Anatomia Vegetal tiveram participação reduzida. Esse padrão evidencia uma potencialidade ainda pouco explorada, os conhecimentos etnobotânicos podem funcionar não apenas como contexto para discutir usos das plantas, mas também como ponto de partida para investigar processos fisiológicos, anatomia, reprodução, ecologia e outras dimensões da Biologia Vegetal.

Os resultados mostram que a etnobotânica foi empregada sobretudo como espaço de diálogo entre conteúdos e conhecimentos relacionados ao reconhecimento e uso das plantas nas comunidades. A presença menor de Anatomia e Fisiologia revela, contudo, possibilidades de expansão para processos fisiológicos, estrutura vegetal, reprodução e ecologia. Assim a etnobotânica pode atuar não como conteúdo isolado, mas como eixo contextualizador de diferentes conhecimentos científicos (Souza et al., 2023; Oliveira; Miranda, 2024; Rocha; Forsberg, 2024).

3.3 DISTRIBUIÇÃO DAS PRÁTICAS PEDAGÓGICAS ENTRE OS NÍVEIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Os anos finais do Ensino Fundamental constituíram o principal contexto de aplicação das propostas, 23 trabalhos (56%) foram direcionados exclusivamente ao Ensino Fundamental II. O Ensino Médio reuniu oito publicações (20%), Ensino Fundamental I e propostas aplicáveis aos dois segmentos do Ensino Fundamental apresentaram três estudos cada (7%), Ensino Fundamental II, Médio e EJA reuniram duas publicações cada (5%) (Figura 4).

Figura 4. Produções dos trabalhos com enfoque em estratégias pedagógicas com aplicação da Etnobotânica categorizadas por aplicação em turmas do ensino fundamental, médio e EJA.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

A presença de experiências desde os anos inciais até o EJA sugere que a etnobotância pode ser incorporada a diferentes contextos, conteúdos e objetivos educacionais, em função de sua capacidade de articular conhecimentos científicos e culturais por meio de estratégias contextualizadas (Rocha; Forsberg, 2024; Santos; Viana, 2024).

Nos anos iniciais do Ensino Fundamental, as três experiências analisadas recorreram a estratégias como sequência de ensino investigativa, saída de campo, utilização de cartilha, aulas práticas e implantação de horta escolar (Quadro 1). Essas propostas aproximaram os estudantes dos materiais vegetais e dos conhecimentos existentes em suas comunidades, permitindo abordar tanto características das plantas quanto seus diferentes usos.

Quadro 1. Trabalhos com foco em estratégias pedagógicas para integrar a Etnobotânica no ensino do nível fundamental I em sala de aula.

Título	**Autor/Ano**	**Prática pedagógica**	**Uso de plantas**	**Possíveis limitações/demandas para implementação**	**Contribuições relatadas**	**Conteúdo**
A abordagem investigativa no trabalho de ciências a partir dos conhecimentos tradicionais Kaingangs nos anos iniciais do ensino fundamental	Braga, 2022	Sequência de Ensino Investigativa (SEI) com espécies de plantas utilizadas no preparo de comidas típicas dos indígenas Kaingangs/ Saída de campo.	Plantas alimentícias	Saída de campo, pois exige um maior tempo de aula e local adequado.	Trabalha o conteúdo das plantas de modo integrado com a cultura, a partir das abordagens do ensino por investigação.	Anatomia vegetal
A etnobotânica no ensino de ciências: Práticas pedagógicas Griô e saberes populares em uma escola quilombola	Santos, 2023	Utilização da cartilha “Plantas que tem história: Mituaçu".	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Montagem da cartilha.	Trabalhar o ensino integrado aos conteúdos sistematizados aos saberes tradicionais, destacando a comunidade.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Plantas medicinais na escola: Uma experiência com estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental	Santos & Campos, 2019	Sequência didática com aulas expositivas dialogadas, aulas práticas incluindo a implementação de horta escolar.	Plantas medicinais	Espaço adequado para montagem da horta na escola.	Promoveu, através de atividades práticas, o interesse dos alunos por um conteúdo do Ensino de Ciências que geralmente se mostra abstrato nos anos iniciais.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Nas três propostas aplicáveis tanto ao Ensino Fundamental I quanto ao Fundamental II, foram utilizadas atividades como textos informativos, vídeos, visitas a espaços com plantas medicinais, rodas de conversa, produção de ilustrações e materiais adaptados (Quadro 2). Ainda, nesse conjunto, destaca-se a proposta voltada a estudantes com deficiência visual, esse resultado amplia a discussão sobre a etnobotânica visto que o contato com as plantas assume dimensões sensoriais e inclusivas.

Quadro 2. Trabalhos com foco em estratégias pedagógicas para integrar a Etnobotânica no ensino do nível fundamental I e II em sala de aula.

Título	**Autor/Ano**	**Prática pedagógica**	**Uso de plantas**	**Possíveis limitações/demandas para implementação**	**Contribuições relatadas**	**Conteúdo**
O estudo da etnobotânica das plantas medicinais na escola	Kovalski & Obara, 2013	Textos informativos, construção de horto medicinal da universidade e a exibição de vídeos sobre o assunto.	Plantas medicinais	Espaço para o horto medicinal; recurso digital para exibição do vídeo.	Utiliza diferentes estratégias didáticas que possibilitam um maior envolvimento dos alunos, além de proporcionar aos alunos um maior contato com as plantas e com a terra.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Prática educativa em etnobotânica para estudantes com deficiência visual	Lemos et al., 2019	Construção do modelo didático "Manual de Plantas Medicinais Adaptado para Pessoas com Deficiência Visual".	Plantas medicinais	Materiais para elaboração do manual e utilização do sistema Braille.	Realizar uma prática educativa, que inclui os alunos com necessidades especiais, com metodologia que possibilita uma aprendizagem mais significativa ao ser relacionada com saberes tradicionais.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Educação Ambiental: Uma abordagem etnobotânica para a sensibilização de crianças para a conservação das plantas	Dias et al., 2019	Roda de conversa "Conservar também é coisa de criança", construção de ilustrações que representassem as plantas da comunidade.	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Disponibilidade de membros da comunidade para a roda de conversa.	Ao utilizar uma abordagem etnobotânica em relação com a educação ambiental contribui para a mudança de atitudes, melhorando a relação homem e natureza, pois possibilita o conhecimento das espécies nativas e sensibilização à utilização sustentável dos recursos.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

3.4 DIVERSIDADE DE ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Os 23 trabalhos direcionados ao Ensino Fundamental II apresentaram a maior diversidade de estratégias pedagógicas entre os níveis analisados (Quadro 3). Foram identificadas atividades de investigação, oficinas, exploração dos sentidos, seminários, rodas de conversa, construção de inventários e

herbários, implantação de hortas e jardins, produção de cartilhas e vídeos, utilização de jogos, QR Codes, trilhas, modelagem e participação dos estudantes na investigação dos conhecimentos presentes em suas famílias e comunidades.

Quadro 3. Trabalhos com foco em estratégias pedagógicas para integrar a Etnobotânica no ensino do nível fundamental II em sala de aula.

Título	**Autor/Ano**	**Prática pedagógica**	**Uso de plantas**	**Possíveis limitações/demandas para implementação**	**Contribuições relatadas**	**Conteúdo**
(Res)significando o ensino das plantas: princípios etnobotânicos em atividades práticas no Ensino Fundamental (Amazonas, Brasil)	Moro & Canto-Dorow, 2020	Ilustração de folhas de espécies vegetais; modelagem de uma réplica de flor; exposição de frutos com degustação; trilha guiada para estudo de caules e raízes.	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Materiais para a elaboração das etapas.	Aplicação de atividades práticas para o ensino-aprendizagem das plantas, resgatando saberes cotidianos dos estudantes e ressignificando o estudo da Botânica, por meio de abordagens contextualizadas.	Morfologia vegetal
Etnobotânica: Uma abordagem contextualizada, e ativa para o ensino de ciências	Oliveira et al., 2020	Etapas investigativas: desenho de folhas com foco nas diferenças, etapa conceitual e sensorial (visão, tato, olfato com oito espécimes), etapa da sistematização morfológica (decalque), etapa do desafio sensorial, etapa da viagem exploratória pelo mundo das plantas, etapa do entendimento da atuação das plantas medicinais nos órgãos do corpo humano.	Plantas medicinais	Materiais para a elaboração das etapas.	Atividades explorando o uso dos diferentes sentidos, que juntos atuaram como ferramentas para reconhecimento de plantas medicinais, experenciando suas características de como são encontradas na natureza.	Morfologia vegetal

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Saberes tradicionais, Etnobotânica e o ensino de Ciências: estudo em escolas públicas do Maciço de Baturité, Ceará, Brasil	Roberto Xavier et al., 2019	Oficina "Conhecendo as plantas do meu quintal".	Plantas medicinais	Uso de recursos tecnológicos.	Aborda, com uso de atividades didáticas, a etnobotânica para reconhecer a diversidade do bioma local entrelaçando o conceito cientifico, juntamente com o saber popular local, possibilitando a ampliação da visão de mundo crítico e reflexivo.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Integrando conhecimentos: uma abordagem etnobotânica para o ensino de ciências	Oliveira et al., 2020	Integração de conhecimentos prévio dos alunos sobre espécies de plantas para compreensão da Morfologia vegetal das mesmas.	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	-	Utiliza a etnobotênica como integradora de uma nova visão entre os conhecimentos, promovendo um novo olhar e diálogo sobre o ensino de ciências	Morfologia vegetal
A Etnobotânica na escola: interagindo saberes no ensino fundamental	Merhy & Santos, 2017	Uso de conhecimento tradicional das plantas atrelado a família e montagem de canteiro de horta medicinal na escola.	Plantas medicinais	Disponibilidade de local na escola para construção da horta.	O desenvolvimento do projeto etnobotânico foi um excelente motivador para o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental II, pois, a maioria dos alunos se envolveu com as atividades propostas, possibilitando uma troca de saberes entre a escola, os alunos e seus familiares	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Etnobotânica como subsídio para a Educação Ambiental nas aulas de Ciências	Costa & Pereira, 2016	Seminário "As plantas medicinais de cada dia", oficina “Onde as plantas medicinais atuam no corpo humano”, jogo da memória com as plantas medicinais e construção de Mini-herbário medicinal.	Plantas medicinais	Notebook e Datashow; materiais para o jogo didático.	As atividades práticas contribuíram para a construção de uma postura reflexiva, que permite a tomada de decisão quanto cidadão frente às questões ambientais, como também, para a conservação do conhecimento local, onde as escolas estão inseridas.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Plantas nativas e a prática da contextualização: uma investigação etnobotânica no ensino de ciências	Matos et al., 2021	Seminário sobre plantas nativas contextualizando com a realidade dos educandos.	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	-	O seminário aproximou os estudantes do seu cotidiano, além de proporcionar ao aluno e ao professor o conhecimento necessário para despertar a valorização dessas espécies.	Morfologia vegetal
Conhecimento popular botânico: uma abordagem etnobotânica para o ensino de ciências	Branco, 2020	Uso de eletiva "Cerrado ou Serrado" para compreender o conhecimento tradicional a respeito da flora local.	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Notebook e Datashow.	Ressalta uma relação dos estudantes com os professores de troca de experiências, ou seja, o conhecimento prévio do aluno é sempre levado em consideração e há uma correlação com a vivência dos estudantes aos conteúdos ministrados, bem como presentes no currículo.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Oficina Pedagógica no Processo de Formação no Ensino de Ciências e Etnobotânica	Sganzerla et al., 2023	Oficina I - Biodiversidade e Etnobotânica: nuvem de palavras, explanação, construção de charge e maquete; Oficina II - Identificando uma planta medicinal: ficha de identificação e desenho da planta; Oficina III - Construção do QR Code (Quick Response Code); Oficina IV - Memória de uma planta medicinal: entrevista e pesquisa sobre uma planta medicinal.	Plantas medicinais	Recursos digitais; tempo extenso de aplicação.	Desenvolvimento de oficinas pedagógicas no ensino de Ciências, tendo como foco o conhecimento sobre a biodiversidade do bioma local, propagando o conhecimento da diversidade vegetal de maneira que os estudantes pudessem sentir-se pertencentes ao local de vivência.	Morfologia vegetal
Etnobotânica e o ensino de ciências da natureza: Uma investigação pedagógica	Sganzerla, 2022	Oficina I: Explanação sobre a biodiversidade dos biomas brasileiros e a Etnobotânica; Oficina II: Identificando uma planta medicinal; Oficina III: Construção do QR Code; Oficina IV: Memorial de uma planta medicinal	Plantas medicinais	Recursos digitais; tempo extenso de aplicação.	Possibilita que o estudante amplie sua visão de mundo, demonstrado pela percepção das questões sociais com o cuidado com as plantas e a preservação local.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Valorização dos conhecimentos sobre plantas medicinais: uma abordagem para o ensino de ciências	Barbosa et al, 2020	Construção de um jardim de plantas medicinais.	Plantas medicinais	Disponibilidade de local na escola para a construção do jardim.	Utiliza atividades que relacionam os conteúdos científicos aos saberes populares, os discentes foram estimulados a aprender de maneira mais participativa, além de ter oportunizado abordagens sobre diversos temas dentro das ciências ambientais.	Fisiologia vegetal
Etnobotânica e conservação no ensino de ciências aliada à mídia digital	Jerônimo et al., 2023	Produção de vídeo didático.	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Uso de recurso digital.	Estímulo aos estudantes sobre assuntos como a conservação de espécies, e o reconhecimento da importância de povos tradicionais em relação a suas culturas, incluindo seus conhecimentos e práticas.	Conservação da biodiversidade
Etnobotânica e ensino: os estudantes do ensino fundamental como pesquisadores do conhecimento botânico local	Lima et al., 2020	Estudantes como investigadores; construção de inventário com as plantas cultivadas nos quintais das casas dos alunos.	Plantas medicinais	Disponibilidade de membros da comunidade para as entrevistas.	Os estudantes souberam o que era a Etnobotânica, bem como realizaram uma pesquisa investigativa, promovendo o diálogo de saberes entre eles, seus familiares e a comunidade escolar. Isso contribui para o estabelecimento de elos entre os diferentes conhecimentos.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Etnobotânica na escola: Conhecimento etnobotânico e abordagem nas aulas de ciências	Pereira, 2014	Aula expositiva e dialogada, oficina do corpo humano, jogo da memória e montagem de um mini-herbário.	Plantas medicinais	Espaço disponível na escola para montagem do mini-herbário.	Inseriu a etnobotânica como ferramenta pedagógica por meio da implantação de estratégias metodológicas, para isso partiu do conhecimento dos alunos e familiares sobre o uso cotidiano de plantas medicinais	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Estudo da etnobotânica de plantas medicinais no ensino fundamental com jovens em uma comunidade de Sumé - PB	Silva, 2018	Montagem de herbário de plantas medicinais.	Plantas medicinais	Materiais de exsicatas	Ensina os saberes populares, conhecimentos tradicionais, como forma de repassar o estudo da etnobotânica contextualizada, enfatizando a importância da relação, homem e plantas.	Sistemática vegetal
Conhecimentos populares sobre plantas medicinais da caatinga na construção de uma oficina didática para o ensino de ciências	Albuquerque, 2021	Oficina “Conhecimento sobre plantas medicinais da Caatinga”.	Plantas medicinais	Materiais para o preparo dos remédios caseiros durante a oficina	As oficinas aplicadas proporcionaram interatividade através uso prático das plantas medicinais e pelos novos conhecimentos sobre a importância da preservação e possibilidade de utilização de espécies da Caatinga.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Etnobotânica apoiando ações em educação na formação de professores do ensino básico: um estudo de caso com licenciandos em Cabo Frio, Rio de Janeiro (Brasil)	Luijk et al., 2023	Aplicação de jogo da memória "Plantas da Restinga de Massambaba" com informações etnobotânicas sobre espécies vegetais; Saída de campo	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Saída de campo.	Potencial para auxiliar na contextualização das aulas formais na educação básica com uso de jogo didático e saída de campo para associação dos conhecimentos adquiridos em ambos.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Plantas medicinais em sala de aula: A etnobotânica como ferramenta de ensino	Silva,2023	Roda de conversa, mostra de plantas e exposição de cartazes com plantas medicinais secas.	Plantas medicinais	-	Possibilitou o desenvolvimento de atividades teórica e práticas e despertou a curiosidade dos alunos pela temática, além de auxiliar na valorização e aproximação dos estudantes com o meio ambiente	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
As plantas de importância médica na perspectiva dos três momentos pedagógicos: Desafios e potencialidades para o ensino de ciências	Dávila, 2018	Aplicação da oficina "Plantas medicinais e tóxicas" utilizando como dinâmica didático pedagógica os 3 Momentos pedagógicos (MP) de Delizoicov e Angotti (1994).	Plantas medicinais	Tempo de aplicação extenso; disponibilidade dos (horário inverso ao turno de aulas); materiais para experimentos.	Despertou interesse dos alunos por estudar a temática em questão, instigando a curiosidade por conhecer mais a respeito das plantas medicinais e tóxicas, além dos conhecimentos botânicos.	Fisiologia vegetal

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Conhecendo as plantas medicinais por meio da exploração dos cinco sentidos: uma experiência na região Sisaleira da Bahia	Neri & Freixo, 2019	Oficina dos sentindos, construção coletiva de quadro interativo e desenvolvimento de Herbário Escolar Digital na escola.	Plantas medicinais	Uso de recursos digitais.	Estimula a exploração dos cinco sentidos (Olfato, paladar, tato, visão e audição) utilizando materiais botânicos que fazem parte do dia-a-dia dos estudantes e promove a valorização dos conhecimentos tradicionais/etnobotânicos relacionados as plantas medicinais e estimular o trabalho em equipe.	Sistemática vegetal
Conhecimentos etnobotânicos no contexto escolar: Relatos de experiência sobre o Workshop “Da Alquimia à fitoterapia”	Carvalho et al, 2022	Aplicação do “Workshop Da Alquimia à fitoterapia”.	Plantas medicinais	Materiais para a experimentação.	Converteu o processo de ensinar em um ato dinâmico de construção de saberes, o que contribui para solidificar práticas de autocuidado assim como fortalecer reflexões sobre conservação ambiental.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Ensino de ciências a partir de uma cartilha educativa: Um estudo sistemático do poder das plantas curativas	Souza et al., 2017	Elaboração de cartilha educativa "Plantas que curam".	Plantas medicinais	Materiais para elaboração da cartilha; uso de recursos digitais.	Contribui para o resgate do conhecimento tradicional associado ao uso de plantas medicinais para a promoção da saúde, promovendo a manutenção desse saber, reconhecendo a importância do conhecimento popular e sua complementaridade com o conhecimento científico.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Promoção da saúde e o uso de plantas medicinais no contexto escolar: Um relato de caso	Brizzolla et al., 2018	Realização de uma oficina na escola abordando as formas de preparação de chás e outros produtos que podem ser obtidos através das plantas medicinais.	Plantas medicinais	Materiais para a preparação dos produtos.	Possibilita o debate e reflexão sobre temas importantes do Ensino de Ciências, o que proporcionou a troca de conhecimentos entre a escola, estudantes e suas famílias.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Embora distintas, essas práticas compartilham uma característica importante, parte delas desloca os estudantes de uma posição exclusivamente receptiva e os envolve diretamente com plantas, materiais, problemas, conhecimentos familiares ou produtos construídos durante as atividades. Essa característica é relevante diante das dificuldades ainda observadas no ensino de Botânica. Severo et al. (2025), ao analisarem modalidades didáticas utilizadas no ensino dessa área, destacam a importância de estratégias mais interativas e contextualizadas em oposição à reprodução de práticas excessivamente teóricas e centradas no conteúdo. Como também, Santos et al. (2026) verificaram que estudantes do Ensino Médio ainda descrevem as aulas de Botânica como fortemente teóricas, baseadas em memorização e com escassez de atividades práticas, ressaltando assim a problemática a ser enfrentada.

As práticas também evidenciaram diferentes formas de aproximação entre escola, família e comunidade. Hortas medicinais, inventários de quintais, entrevistas, rodas de conversa e atividades com

representantes das comunidades transformaram o entorno social dos estudantes em fonte de informações e experiências para o ensino. Esse movimento é importante para uma abordagem etnobotânica, visto que reconhece que parte dos conhecimentos sobre plantas é construída fora da escola e pode ser mobilizada pedagogicamente sem perder sua origem cultural (Rocha e Forsberg, 2024; Santos e Viana, 2024).

3.5 PRÁTICAS NO ENSINO MÉDIO E NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA)

As duas propostas com aplicabilidade simultânea ao Ensino Fundamental II e ao Ensino Médio combinaram aulas expositivas dialogadas com atividades práticas, incluindo coleta de materiais vegetais, extração de substâncias, degustação e construção de horta medicinal (Quadro 4).

Quadro 4. Trabalhos com foco em estratégias pedagógicas para integrar a Etnobotânica no ensino do nível fundamental II e médio em sala de aula.

Título	**Autor/Ano**	**Prática pedagógica**	**Uso de plantas**	**Possíveis limitações/demandas para implementação**	**Contribuições relatadas**	**Conteúdo**
Ensinando ciências com as plantas utilizadas por uma comunidade que vive na floresta	Santos, 2020	Aplicação do plano de ensino “Aprendendo com as Plantas do dia a dia” com aula expositiva dialoga e aula prática com coleta de amostras de plantas.	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Coleta de amostras.	Auxilia docentes a ministrar conteúdos de Biologia Vegetal de forma contextualizada e em aproximação com os conhecimentos populares.	Morfologia vegetal

Título	**Autor/Ano**	**Prática pedagógica**	**Uso de plantas**	**Possíveis limitações/demandas para implementação**	**Contribuições relatadas**	**Conteúdo**
Plantas medicinais como potencialidades pedagógicas no ensino de ciências e na educação ambiental	Costa, 2016	Palestras educativas sobre plantas medicinais, aula prática com extração de princípios ativos de plantas medicinais, proposição de seminários em grupos com a escolha de uma planta medicinal a ser estudada, degustação de suchás, construção de horta medicinal suspensa.	Plantas medicinais	Materiais para extração de princípios ativos; local para construção da horta medicinal e materiais para a mesma.	Desenvolve um trabalho contextualizado e significativo, onde se resgata e valoriza o conhecimento empírico e introduz ao mesmo tempo novos conhecimentos pertinentes ao currículo escolar.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

No Ensino Médio, os oito trabalhos analisados apresentaram estratégias como entrevistas e palestras com membros das comunidades, sequências didáticas estruturadas pelos “Três momentos pedagógicos”, visitas a viveiros, identificação botânica, construção de inventários, elaboração de cartilhas, roteiros investigativos e implementação de canteiros de plantas medicinais (Quadro 5).

Quadro 5. Trabalhos com foco em estratégias pedagógicas para integrar a Etnobotânica no ensino do nível Médio em sala de aula.

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Abordagem etnobotânica no ensino de Biologia	Siqueira & Pereira, 2014	Entrevista, debate e palestra com a comunidade.	Plantas medicinais	Disponibilidade de representantes da comunidade.	Contribui sobremaneira como parte integrante de um processo de sensibilização ambiental voltado para ações de educação ambiental (EA).	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Etnobotânica das religiões afro-brasileiras: elaboração de uma proposta didática para o ensino de botânica	Goulart et al., 2021	Sequência didática baseada nos 3 Momentos pedagógicos (MP) de Delizoicov e Angotti (1994) valorizando o conhecimento prévio dos alunos sobre as plantas.	Plantas medicinais	Tempo de aplicação extenso (6 horas/aula).	Revela a potencialidade presente na comunicação entre questões étnicoraciais, etnobotânica e ensino de ciências.	Morfologia vegetal
Etnobotânica: um diálogo interdisciplinar entre as plantas medicinais e o ensino de Química e Biologia	Saraí et al., 2016	Visita ao viveiro de plantas medicinais da comunidade e troca de conhecimento sobre as planas medicinais.	Plantas medicinais	Existência e disponibilidade de viveiro de plantas medicinais.	Permite a troca de conhecimentos entre os estudantes e a comunidade, bem como destaca a importância da valorização do conhecimento popular sobre as plantas medicinais e discutir questões ambientais, conservação do meio ambiente.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
A Etnobotânica como instrumento pedagógico para ensino de botânica na educação básica	Salim, 2021	Estudantes como pesquisadores de Etnobotânica e aula prática (identificação botânica).	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Disponibilidade de entrevistados.	Possibilitou o desenvolvimento e o estímulo à aprendizagem da linguagem científica, e aproximou as plantas do cotidiano dos estudantes por meio dos saberes populares demonstrados pelos informantes.	Sistemática e taxonomia vegetal

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Abordagem etnobotânica no ensino de biologia no município de Chapadinha – MA	Chagas et al., 2019	Roda de conversa e construção de inventário de plantas.	Plantas em geral (alimentício, medicinal e ornamental)	Montagem de exsicatas.	Mostrou-se como um método dinâmico para o ensino de Botânica, pois os alunos se envolveram nas atividades propostas, possibilitando a troca de saberes entre a escola, estudantes e familiares aproximando assim os conhecimentos científicos com a realidade dos estudantes.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Plantas medicinais na escola: Estratégia para trabalhar etnobotânica com alunos de ensino médio	Santos, 2023	Sequência didática baseada nos conhecimentos etnobotânicos (Identificação das plantas através da morfologia, uso de plantas medicinais e aula prática com visita a horta escolar).	Plantas medicinais	Notebook e Datashow; Materiais para aplicação; Existência de horta escolar.	Trabalhar de forma interdisciplinar conceitos sobre às plantas e estimula a percepção da relação homem e planta, favorece a percepção dos alunos para com os vegetais, vendo-os como fundamentais para a dinâmica da natureza e para a qualidade ambiental.	Sistemática e taxonomia vegetal
Etnobotânica e farmacognosia de plantas medicinais: Uma abordagem investigativa para a educação ambiental transversal ao ensino médio	Texeira, 2023	Roteiro investigativo para cada série do ensino médio com relação as plantas de conhecimento prévio dos alunos.	Plantas medicinais	Aparelho para fotografar os exemplares de plantas; uso da plataforma padlet.	O método investigativo com uso da etnobotânica e procedimentos de farmacognosia, podem servir de agentes motivadores para o aprendizado de biologia e educação ambiental transversal.	Sistemática e taxonomia vegetal

Título	Autor/Ano	Prática pedagógica	Uso de plantas	Possíveis limitações/demandas para implementação	Contribuições relatadas	Conteúdo
Implantação de canteiro de plantas medicinais como subsídio para o ensino de botânica no 3º ano do ensino médio da Escola Estadual Pirassununga, Pirassununga, SP	Pedroso-de-Moraes, 2016	Aula expositiva dialogada, confecção de cartilha e montagem de canteiro de plantas medicinais.	Plantas medicinais	Tempo extenso de aplicação; Espaço para montagem do canteiro de plantas.	Permitiu a integralização dos conteúdos de Botânica com os de Química, por meio de aulas teóricas e práticas sobre obtenção, cultivo, plantio, princípios ativos e utilização de plantas medicinais (fitoterápicos).	Sistemática e taxonomia vegetal

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Essa articulação é especialmente pertinente diante de resultados recentes sobre a percepção dos próprios estudantes. Santos et al. (2026) verificaram que os alunos do Ensino Médio valorizaram a incorporação dos conhecimentos prévios e indicaram a necessidade de práticas mais significativas para o ensino de Botânica.

Nesse sentido, na EJA foram identificadas duas experiências (Quadro 6). As práticas combinaram aulas expositivas dialogadas com atividade laboratoriais, palestras, implantação de horta medicinal, elaboração de cartilhas e apresentação dos resultados em feira de conhecimentos. Embora numericamente foram encontrados poucos trabalhos, a presença da etnobotânica nessa modalidade demonstra que os conhecimentos construídos nas experiências de vida dos estudantes podem ser mobilizados na abordagem dos conteúdos botânicos (Rocha e Forsberg, 2024; Santos e Viana, 2024).

Quadro 6. Trabalhos com foco em estratégias pedagógicas para integrar a Etnobotânica na modalidade de ensino para jovens e adultos (EJA) em sala de aula.

Título	**Autor/Ano**	**Prática pedagógica**	**Uso de plantas**	**Possíveis limitações/demandas para implementação**	**Contribuições relatadas**	**Conteúdo**
Botânica experimental no ensino de jovens e adultos (EJA): Uma abordagem etnobotânica	Ferreira et al., 2014	Aulas na modalidade didática expositiva dialógica aliada a prática de laboratório.	Plantas medicinais	Existência e disponibilidade de laboratório.	Metodologia de ensino dinâmica e diferenciada, envolvendo os alunos em questões relacionadas ao seu cotidiano, de maneira a contribuir para a construção do conhecimento científico e popular.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas
Importância das plantas medicinais para a construção do conhecimento em botânica em uma escola pública no município de Benjamin Constant-Amazonas (Brasil)	Lima et al., 2019	Palestras educativas, construção de uma horta medicinal escolar, elaboração de cartilhas educativas, por fim, exposição na feira de conhecimento realizado na escola.	Plantas medicinais	Espaço para construção da horta; Realização da feira de conhecimentos	Associa o ensino de botânica, a educação ambiental e o saber popular sobre plantas sensibilizando um cidadão consciente ambientalmente, além de valorizar o conhecimento científico associado ao conhecimento tradicional, de modo a reconhecer a importância de ambos.	Conhecimentos tradicionais sobre plantas

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

3.6 POTENCIALIDADES, DEMANDAS DE IMPLEMENTAÇÃO E ENFRENTAMENTO DA IMPERCEPÇÃO BOTÂNICA

A análise integrada dos Quadros 1 a 6 evidenciou características nas práticas pedagógicas, como o contato direto com as plantas, participação ativa dos alunos, investigação de conhecimentos familiares ou comunitários, produção de recursos didáticos e a contextualização dos conteúdos botânicos a partir de espécies e usos presentes no cotidiano.

Também foram inferidas possíveis limitações para implementação das propostas, sobretudo disponibilidade de espaços para hortas, jardins e canteiros, materiais para oficinas, recursos didáticos, equipamentos tecnológicos, acesso a laboratórios, tempo para atividades mais extensas, participação de familiares ou integrantes das comunidades. Essas condições reforçam que a aplicabilidade de uma estratégia depende tanto de sua proposta pedagógica quanto das condições concretas de cada escola, podendo exigir adaptações ao contexto local.

Em conjunto, as práticas analisadas favorecem diferentes oportunidades de aproximação entre os estudantes e mundo vegetal. Ao utilizar plantas conhecidas, investigar seus usos e relacioná-las aos conteúdos científicos, as propostas favoreceram o reconhecimento das plantas como organismos vinculados ao social, cultura e ambiente. Essa característica é potencialmente relevante para o enfrentamento da impercepção botânica, sobretudo diante da necessidade de superar abordagens descontextualizadas no ensino de Botânica (Severo et al., 2025; Santos et al., 2026).

Assim, mais do que uma abordagem única, a etnobotânica pode funcionar como eixo de contextualização para diferentes estratégias de ensino. Sua diversidade de aplicação evidencia possibilidades em distintas etapas da Educação básica, desde que sejam considerados os objetivos de aprendizagem, as condições estruturais e as particularidades socioculturais de cada comunidade escolar (Rocha; Forsberg, 2024; Santos; Viana, 2024).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento realizado evidenciou diferentes possibilidades de inserção da etnobotânica no ensino de Ciências e Botânica na Educação Básica. As 41 publicações analisadas reuniram estratégias diversificadas, com maior concentração nos anos finais do Ensino Fundamental e na região Nordeste. As plantas medicinais e os conhecimentos tradicionais sobre plantas predominaram, enquanto conteúdos como Anatomia e Fisiologia Vegetal foram menos representados, indicando possibilidades de ampliação temática em futuras propostas.

As experiências analisadas relataram contribuições relacionadas à contextualização dos conteúdos, participação dos estudantes, valorização dos conhecimentos locais e aproximação entre escola e comunidade. De modo geral, os resultados permitiram reconhecer características potencialmente favoráveis, ampliando o contato dos estudantes com as plantas permitindo que as plantas sejam compreendidas para além de conteúdos abstratos ou exclusivamente conceituais

A sistematização dessas experiências pode ampliar o acesso de professores a possibilidades de utilização da etnobotânica e apoiar adaptações às condições de cada realidade escolar. Ainda, os resultados mostram a necessidade de estudos que avaliem de forma seus efeitos sobre a aprendizagem e percepção das plantas e que explorem modalidades de conteúdos ainda pouco representados. Nesse sentido, a etnobotânica destaca-se como abordagem contextualizadora capaz de aproximar o ensino de Botânica das experiências dos estudantes e de suas comunidades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, Antonia Marina Costa; SUDÉRIO, Fabrício Bonfim; PAIVA, Aparecida Barbosa de; LIMA, Jaqueline Rabelo de. Conhecimentos populares sobre plantas medicinais da Caatinga na

construção de uma oficina didática para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 567-584, 2021. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/download/822/789. Acesso em: 31 out. 2023.

ALBUQUERQUE, U. P.; FERREIRA JÚNIOR, W. S.; RAMOS, M. A.; MEDEIROS, P. M. **Introdução à etnobotânica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2022.

ANTONELLI, I. de B.; VARELA, E. P.; CITADINI-ZANETTE, V. Percepção e conhecimento sobre plantas medicinais em uma escola no sul do Brasil. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 1-23, 2024. https://doi.org/10.3895/actio.v9n3.18363

BALICK, M. J.; COX, P. A. **Plants, people, and culture: the science of ethnobotany**. 2. ed. New York: Garland Science, 2020. https://doi.org/10.1201/9781003049074

BARBOSA, Alice Silva; MAXIMO, Letícia Marinho; OLIVEIRA, Thales Alberto Corrêa; BASTOS, Antônio Pedro Costa; LUCAS, Flavia Cristina Araújo. Valorização dos conhecimentos sobre plantas medicinais: uma abordagem para o ensino de ciências. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, e4719119993, 2020. https://doi.org/10.33448/rsd-v9i11.9993.

BRAGA, Priscila Kókoy. **A abordagem investigativa no trabalho de ciências a partir dos conhecimentos tradicionais Kaingangs nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Interdisciplinar em Educação do Campo: Ciências da Natureza) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2022. Disponível em: https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/6051. Acesso em: 31 out. 2023.

BRANCO, Denilson Rodrigo Vieira. **Conhecimento popular botânico**: uma abordagem etnobotânica para o ensino de ciências. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufscar.br/handle/20.500.14289/15051. Acesso em: 31 out. 2023.

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

BRIZZOLLA, Janayna Chaves; COUTINHO, Cadidja; AMARAL, Cisnara Pires; GINDRI, Amanda Leitão. Promoção da saúde e o uso de plantas medicinais no contexto escolar: um relato de caso. **Vivências: Revista Eletrônica de Extensão da URI**, v. 14, n. 26, p. 281-292, 2018. Disponível em: http://www2.reitoria.uri.br/~vivencias/Numero_026/artigos/pdf/Artigo_23.pdf. Acesso em: 31 out. 2023.

CARVALHO, Sabrina Pereira; SCASSIOTTI, Allana Rosa; MÓRAS, Enzo Henrique; TEIXEIRA, Felippe Augusto; SANCHES, Jane Pinton Serra; OLIVEIRA, Cristiane Martins de. Conhecimentos etnobotânicos no contexto escolar: relatos de experiência sobre o Workshop “Da Alquimia à fitoterapia”. **Anais Educação em Foco: IFSULDEMINAS**, v. 2, n. 1, 2022. Disponível em: https://educacaoemfoco.ifsuldeminas.edu.br/index.php/anais/article/view/483. Acesso em: 31 out. 2023.

CHAGAS, Jessica Maria Linhares; MACÊDO, Jeane Rodrigues de Abreu; LIMA, Franciane Silva. Abordagem etnobotânica no ensino de biologia no município de Chapadinha-MA. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais VI CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID8854_03102019220844.pdf. Acesso em: 31 out. 2023.

COSTA, Samuel; PEREIRA, Cíntia. Etnobotânica como subsídio para a Educação Ambiental nas aulas de ciências. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 2, p. 279-298, 2016. https://doi.org/10.34024/revbea.2016.v11.2236.

COSTA, Walkíria Nádja Oliveira Correia da. **Plantas medicinais como potencialidades pedagógicas no ensino de Ciências e na Educação Ambiental**. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: https://repositorio.ifpe.edu.br/xmlui/handle/123456789/45. Acesso em: 31 out. 2023.

DÁVILA, Eliziane da Silva. **As plantas de importância médica na perspectiva dos Três Momentos Pedagógicos**: desafios e potencialidades para o ensino de Ciências. 2018. 154 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15175. Acesso em: 31 out. 2023.

DIAS, Ívina Vanessa Barbosa; DIAS, Gisele Lopes; COSTA, Géssica da Silva; LIMA, Franciane Silva; MACÊDO, Jeane Rodrigues Abreu. Educação ambiental: uma abordagem etnobotânica para a sensibilização de crianças para a conservação das plantas. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais VI CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/60042. Acesso em: 31 out. 2023.

FERREIRA, André Luís de Souza; BATISTA, Caio Augusto dos Santos; PASA, Maria Corette. Botânica experimental no ensino de jovens e adultos (EJA): uma abordagem etnobotânica. **FLOVET - Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica**, v. 1, n. 6, p. 85-97, 2014. Disponível em: https://www.periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/flovet/article/view/2086. Acesso em: 31 out. 2023.

FONTANA, Liliana Berté; PRETTO, Eduardo Moraes; BARBOZA, Gustavo Chaves; BASSO, Bernardo Fialho; SOUZA, Jessica Maria Amaral de; GOLDSCHMIDT, Andréa Inês. Etnobotânica: uma abordagem contextualizada e ativa para o ensino de ciências. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 5, n. 2, p. 167-193, 2022. Disponível em: https://periodicos.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/992. Acesso em: 31 out. 2023.

GOMES, F. M.; SANTOS, M. S. S. L. dos; RAMOS, L. O. L.; VIEGAS, L. M. D. Ethnobotany in science education: a pathway for biology teachers to engage with climate change and local knowledge. **Ethnobotany Research and Applications**, v. 34, n. 12, p. 1-13, 2026. https://doi.org/10.32859/era.34.12.1-13

GOULART, Ana Luíza Vieira; MARTINS, Felipe Luíz de Araújo; AGUDO, Marcela de Moraes; CHIARELLI, Eduardo Vieira. Etnobotânica das religiões afro-brasileiras: elaboração de uma proposta didática para o ensino de botânica. **Educação, Ciência e Cultura**, v. 26, n. 1, p. 1-13, 2021. https://doi.org/10.18316/recc.v26i1.7613.

JERÔNIMO, Jéssica de Andrade; BRITO, Mariana Reis de; MEDEIROS, Maria Franco Trindade. Etnobotânica e conservação no ensino de ciências aliada à mídia digital. **Ethnoscientia**, v. 8, n. 3, p. 93-104, 2023. https://doi.org/10.18542/ethnoscientia.v8i3.14921.

KOVALSKI, M. L.; OBARA, A. T. O estudo da etnobotânica das plantas medicinais na escola. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 4, p. 911-927, 2013. https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000400009

LEMOS, Sebastiana Micaela Amorim; PINHEIRO, Jozana Anadias; FERNANDES, George Pimentel. Prática educativa em etnobotânica para estudantes com deficiência visual. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 48-57, 2019. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID639/v14_n3_a2019.pdf. Acesso em: 31 out. 2023.

LIMA, Larissa Fernanda da Silva; OLIVEIRA, Aência Gonçalves de; PINTO, Márcia Freire. Etnobotânica e ensino: os estudantes do ensino fundamental como pesquisadores do conhecimento botânico local. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 47766-47776, 2020. https://doi.org/10.34117/bjdv6n7-425.

LIMA, Renato Abreu; PINTO, Márcia Nascimento; MENDOZA, Anita Yris Garcia; SILVA, Denise Ramires da; NASCIMENTO, Fabíola Araújo do; RODRIGUES, Juan Jesus Pissango; ALMEIDA, Karen Priscila Cartimare; VIEIRA, Rosane Lopes; ASSIS, Sandra Núbia de Souza. A importância das plantas medicinais para a construção do conhecimento em botânica em uma escola pública no município de Benjamin Constant-Amazonas (Brasil). **Revista Ensino de Ciências e Humanidades - Cidadania, Diversidade e Bem-Estar**, v. 5, n. 2, p. 478-492, 2019. Disponível em: https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/rech/article/download/6815/4805/18696. Acesso em: 31 out. 2023.

MATOS, Bruno Ferreira; SOUSA, José Jucelino Alves de; FAÇANHA, Rafaela Vieira; MOURA, Francisco Nunes de Sousa; HOLANDA, Deborah Ximenes Torres. Plantas nativas e a prática da contextualização: uma investigação etnobotânica no ensino de ciências. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 6, p. 1-21, 2021. https://doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i6.12050.

MERHY, Thiago Saide Martins; SANTOS, Marcelo Guerra. A Etnobotânica na escola: interagindo saberes no ensino fundamental. **Revista Práxis**, v. 9, n. 17, p. 9-22, 2017. https://doi.org/10.47385/praxis.v9.n17.676.

MINAYO, M. C. de S.; SANCHES, O. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 237-248, 1993. https://doi.org/10.1590/S0102-311X1993000300002

MORO, Carla Fabiana Silveira; CANTO-DOROW, Thais Scotti do. (Res)significando o ensino das plantas: princípios etnobotânicos em atividades práticas no Ensino Fundamental (Amazonas, Brasil). **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. 494-509, 2020. https://doi.org/10.26843/rencima.v11i1.2612.

NERI, Maria de Lourdes Santos Pinto; FREIXO, Alessandra Alexandre. Conhecendo as plantas medicinais por meio da exploração dos cinco sentidos: uma experiência na região sisaleira da Bahia. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6., 2019, Fortaleza. **Anais VI CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59611. Acesso em: 31 out. 2023.

OLIVEIRA, D. M. da S.; MIRANDA, A. C. G. Etnobotânica e o ensino de Ciências: valorização das comunidades tradicionais em tempos de crise. **Práticas Educativas, Memórias e Oralidades – Rev. Pemo**, Fortaleza, v. 6, e13428, 2024. https://doi.org/10.47149/pemo.v6.e13428

OLIVEIRA, Danielle Lima de; SILVA, Núbia da; SILVA, Fátima dos Santos; GUIMARÃES, Andreia de Sousa. Integrando conhecimentos: uma abordagem etnobotânica para o ensino de ciências. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64202-64219, 2020. https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-015.

PARSLEY, K. M. Plant awareness disparity: a case for renaming plant blindness. **Plants, People, Planet**, v. 2, n. 6, p. 598-601, 2020. https://doi.org/10.1002/ppp3.10153

PEDROSO, R. dos S.; ANDRADE, G.; PIRES, R. H. Plantas medicinais: uma abordagem sobre o uso seguro e racional. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 2, e310218, 2021. https://doi.org/10.1590/S0103-73312021310218

PEDROSO-DE-MORAES, Cristiano; BETTINI, Daniel Ricardo Biazoli; BERNARDO, Zilda Maria. Implantação de canteiro de plantas medicinais como subsídio para o ensino de botânica no 3º ano do ensino médio da Escola Estadual Pirassununga, Pirassununga, SP. **Nucleus**, v. 14, n. 1, p. 213-228, 2017. https://doi.org/10.3738/1982.2278.2151.

PEREIRA, Cíntia. **Etnobotânica na escola**: conhecimento etnobotânico e abordagem nas aulas de Ciências. 2014. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Araranguá, 2014. Disponível em: https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/955. Acesso em: 31 out. 2023.

ROCHA, K. de S.; FORSBERG, M. C. da S. A etnobotânica e o ensino de Ciências na Educação Básica: possíveis diálogos. **FLOVET – Flora, Vegetação e Etnobotânica**, Cuiabá, v. 2, n. 13, e2024014, 2024. https://doi.org/10.59621/flovet.2024.v2.n13.e2024014

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177-196, 2016. https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.30870011

SALIM, Deborah Regina. A Etnobotânica como instrumento pedagógico para ensino de botânica na educação básica. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 62306-62315, 2021. https://doi.org/10.34117/bjdv7n6-554.

SANTOS, Bruna Bertoloni dos; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. Plantas medicinais na escola: uma experiência com estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 271-290, 2019. https://doi.org/10.26843/rencima.v10i5.1940.

SANTOS, Edilma Ferreira dos. **A etnobotânica no ensino de ciências**: práticas pedagógicas Griô e saberes populares em uma escola quilombola. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/27559. Acesso em: 31 out. 2023.

SANTOS, Hermeson Carlos dos. **Plantas medicinais na escola**: estratégia para trabalhar etnobotânica com alunos de ensino médio. 2023. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico da Vitória, Vitória de Santo Antão, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/49767. Acesso em: 31 out. 2023.

SANTOS, Lívia Fernandes dos. Ensinando ciências com as plantas utilizadas por uma comunidade que vive na floresta. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 2, p. 239-250, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/3491. Acesso em: 31 out. 2023.

SANTOS, N. M. da S.; SOUSA, T. B. B.; RAMOS, M. A. Botany in Secondary Education through the perspectives of students in Northeastern Brazil: what is happening? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 32, e26021, 2026. https://doi.org/10.1590/1516-731320260021

SANTOS, P. S. R. dos; VIANA, R. H. O. A etnobotânica: metodologia para promover o ensino de Ciência. **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, v. 11, n. 27, p. 522-535, 2024. https://doi.org/10.55028/pdres.v11i27.18069

SENA, Saraí Aparecida Santiago de; DANTAS, Márjorie C. dos S. M.; ARAÚJO, Floricéa M.; WATANABE, Yuji N.; FADIGAS, Joelma C.; SANTOS, Lilian S. C.; SOUZA, Valdecy Silva; JESUS, Bárbara O. de. Etnobotânica: um diálogo interdisciplinar entre as plantas medicinais e o ensino de Química e Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**. Florianópolis: UFSC, 2016. Disponível em: https://eneq2016.ufsc.br/anais/. Acesso em: 31 out. 2023.

SEVERO, I. W.; SOUZA, E. B. de; PRESTES, R. M.; MOÇO, M. C. de C. Estágio de docência: um olhar sobre as modalidades didáticas no ensino de botânica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 27, e53963, 2025. https://doi.org/10.1590/1983-2117-53963

SGANZERLA, Francieli Luana. **Etnobotânica e o ensino de ciências da natureza**: uma investigação pedagógica. 2022. 183 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2022. Disponível em: https://repositorio.unipampa.edu.br/handle/riu/7667. Acesso em: 31 out. 2023.

SGANZERLA, Francieli Luana; GOULART, Aline da Silva; DINARDI, Ailton Jesus; MARZARI, Mara Regina Bonini. Oficina pedagógica no processo de formação no ensino de Ciências e Etnobotânica. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 18, n. 2, p. 34-47, 2023. https://doi.org/10.54343/reiec.v18i2.372.

SILVA, Cleomária Gonçalves da. **Estudo da etnobotânica de plantas medicinais no ensino fundamental com jovens em uma comunidade de Sumé-PB**. 2018. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências da Natureza e Matemática para a Convivência com o Semiárido) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2018. Disponível em: https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/4655. Acesso em: 31 out. 2023.

SILVA, Rafaela Ferreira da. **Plantas medicinais em sala de aula**: a etnobotânica como ferramenta de ensino. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Princesa Isabel, Princesa Isabel, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/handle/177683/3323. Acesso em: 31 out. 2023.

SIQUEIRA, André Boccasius; PEREIRA, Samira Martins. Abordagem etnobotânica no ensino de Biologia. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 31, n. 2, p. 247-260, 2014. https://doi.org/10.14295/remea.v31i2.4711.

SNYDER, H. Literature review as a research methodology: an overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 104, p. 333-339, 2019. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039

SOUZA, Amanda Cordeiro de Melo; SILVA, Carla Maria Oliveira da; BARBOSA, Geyvson Carlos; SILVA, Graziele Maria da; VENÂNCIO, Ivan Gabriel de Santana; VASCONCELOS, Marcela Barbosa e Silva; MEIRELES, Silvânia Santana; SOUZA FILHO, Robson Ugo Ferreira; SANTOS, Ednilza

Maranhão dos. Ensino de ciências a partir de uma cartilha educativa: um estudo sistemático do poder das plantas curativas. **Educação e (Trans)formação**, v. 5, n. 2, p. 34-47, 2020. Disponível em: https://www.journals.ufrpe.br/index.php/educacaoetransformacao/article/view/3705. Acesso em: 31 out. 2023.

SOUZA, M. V.; BAPTISTA, G. C. S.; SANTANA, U. dos S.; BARBOSA, R. H. Etnobotânica das plantas alimentícias e diálogo intercultural no ensino de Biologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 28, n. 1, p. 157-175, 2023. https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2023v28n1p157

TEIXEIRA, Mônica. **Etnobotânica e farmacognosia de plantas medicinais**: uma abordagem investigativa para a educação ambiental transversal ao ensino médio. 2023. 111 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/247668. Acesso em: 31 out. 2023.

VAN LUIJK, Nicky; RAMOS, Mônica Machado Neves; FONSECA-KRUEL, Viviane Stern da. Etnobotânica apoiando ações em educação na formação de professores do ensino básico: um estudo de caso com licenciandos em Cabo Frio, Rio de Janeiro (Brasil). **Ethnoscientia**, v. 8, n. 3, p. 1-18, 2023. https://doi.org/10.18542/ethnoscientia.v8i3.14951.

VOSGERAU, D. S. R.; ROMANOWSKI, J. P. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 165-189, 2014. https://doi.org/10.7213/dialogo.educ.14.041.DS08

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

XAVIER, Antônio Roberto; SOUSA, Luana Mateus de; MELO, José Lucas Martins. Saberes tradicionais, etnobotânica e o ensino de Ciências: estudo em escolas públicas do Maciço de Baturité, Ceará, Brasil. **Educação & Formação**, Fortaleza, v. 4, n. 11, p. 215-233, 2019. https://doi.org/10.25053/redufor.v4i11mai/ago.3355.

CAPÍTULO 5

A DISPERSÃO DA RIMA: CORDÉIS PARA O ENSINO DE SAMAMBAIAS E LICÓFITAS

THE DISPERSAL OF RHYME: CORDEL FOR TEACHING FERNS AND LYCOPHYTES

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-005

Marcel Felipe Barros Andrade
Doutorando em Botânica
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)
E-mail: andrade.mfb@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/5774411928465148
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8986-5657

Marla Ibrahim Uehbe de Oliveira
Doutora em Botânica
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: marlauehbe@yahoo.com.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/2022675685832862
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8034-6068

RESUMO

Os currículos de Ciências e Biologia são marcados por diversos conteúdos, e dentre eles, encontra-se a Botânica. Este é apontado na educação básica por ser ministrado de forma monótona e cansativa, na qual o livro didático quase sempre é o único recurso utilizado. Estas percepções em relação à Biologia vegetal perpetuam-se também em suas temáticas, como é o caso das pteridófitas (samambaias e licófitas). Nos processos de ensino e aprendizagem há dificuldades, e docentes ressaltam a falta de material didático para trabalhar os conteúdos. Neste sentido, ferramentas que contribuem nas práticas de ensino, como a Literatura de Cordel, podem ser capazes de auxiliar na construção do conhecimento. Assim, este trabalho teve como objetivo relatar a elaboração de cordéis para o ensino das pteridófitas (samambaias e licófitas) na educação básica, que resultaram em um livro. Para a construção dos cordéis, considerou-se como mais adequado o formato de sextilha, com seis versos cada estrofe. A seleção de temas teve como base os principais tópicos identificados em livros didáticos e bibliografias especializadas. Percebeu-se que nos livros didáticos não há ou são escassas as informações sobre história evolutiva, biodiversidade no Brasil, ecologia e importância biocultural, além da apresentação de imagens não acuradas ou pouco esclarecedoras. Desta forma, seis temas foram escolhidos: caracterização geral; anatomia; morfologia; ciclo de vida e reprodução; ecologia e biocultura. Os cordéis foram construídos para que docentes do Ensino Fundamental II e/ou Ensino Médio possam utilizar no ambiente escolar, especialmente na sala de aula. Acredita-se que eles podem complementar os livros didáticos, criando um elo entre conhecimentos científicos, populares e culturais.

Ainda, podem fomentar as práticas pedagógicas e inová-las através de uma linguagem de fácil compreensão e assimilação.

Palavras-chave: Botânica; Educação; Ensino de Ciências; Gênero literário; Pteridófitas; Recurso didático.

ABSTRACT

Science and Biology curricula cover a wide range of topics, including Botany. In basic education, Botany instruction is often perceived as monotonous and tedious, frequently relying solely on textbooks. These perceptions extend to specific sub-topics, such as pteridophytes (ferns and lycophytes). Teachers face challenges in the teaching and learning process, particularly due to a lack of instructional materials. In this context, tools that enhance teaching practices, such as *Literatura de Cordel* (traditional Brazilian popular poetry), can facilitate knowledge construction. This study describes the creation of *cordel* poems designed to teach pteridophytes (ferns and lycophytes) in basic education, culminating in the production of a book. The *sextilha* format, consisting of six-line stanzas, was selected as the most suitable structure for the poems. The themes were chosen based on key topics identified in textbooks and specialized literature. The analysis revealed limited information on the evolution history, diversity in Brazil, ecology and biocultural importance of ferns and lycophytes, as well as the inclusion of inaccurate or uninformative images. Consequently, six themes were selected: general characteristics, anatomy, morphology, life cycle and reproduction, ecology, and ethnobotany. The poems were created for use by teachers in middle and high school settings, particularly within the classroom. They are intended to complement textbooks by bridging scientific, popular, and cultural knowledge. Furthermore, they can enrich and innovate pedagogical practices through language that is easy to understand and assimilate.

Keywords: Botany; Education; Literary Genre; Pteridophytes; Science Teaching; Teaching Resource.

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências e Biologia passou ao longo dos anos por várias mudanças e reformulações, influenciadas por diversas tendências educacionais e pelo contexto social das diferentes décadas (Lopes; Platzer, 2013). Estes avanços resultaram na diversificação de ferramentas que auxiliam docentes e discentes no ensino; no entanto, muitas vezes são utilizados processos metodológicos tradicionais, com a detenção de conhecimentos por parte de docentes, enquanto que discentes são considerados como sujeitos passivos, tendo como único papel o de memorizar e reproduzir o que lhes foi exposto (Segura; Kalhil, 2015; Nicola; Paniz, 2016; Souza *et al*., 2021).

Com passar do tempo, este método faz com o que discentes percam o interesse pelas aulas de Ciências e Biologia, pois as realizações para torná-las mais dinâmicas e que motivem os mesmos a aprender e construir seu próprio conhecimento ainda são insuficientes (Nicola; Paniz, 2016). Os recursos frequentemente utilizados são quadro e giz, e muitas vezes a aula se torna rotina, não chamando atenção para os assuntos abordados (Moraes, 2016; Nicola; Paniz, 2016).

Dentre os diversos conteúdos apresentados no currículo de Ciências e Biologia, encontra-se o ensino de Botânica (Costa *et al*., 2019). Os assuntos referentes a essa disciplina são ministrados constantemente de forma monótona e cansativa, no qual o livro didático quase sempre é o único recurso utilizado (Vieira; Corrêa, 2020). Além disso, é notório o desinteresse de discentes em relação à Biologia Vegetal, sendo considerada maçante (Souza *et al*., 2021). A complexidade teórica de termos técnicos é colocada como barreira, dificultando assim sua compreensão (Silva *et al*., 2017).

Conteúdos de Biologia Vegetal são abordados nos livros didáticos da Educação básica em diferentes temas, e para pteridófitas (samambaias e licófitas) são contemplados de forma reduzida e modesta. São discutidos apenas: caracterização geral, estruturas (vasos condutores, lignina e cutícula) e reprodução (vide Amabis; Martho, 2024; Gewandsznajder; Pacca, 2024). Geralmente, estes assuntos proporcionam grande dificuldade durante o processo de ensino e aprendizagem de discentes, uma vez que geram pouco interesse, resultando em baixo rendimento escolar. Além disso, docentes ressaltam a falta de material para trabalhar no âmbito escolar (Melo *et al*., 2012; Amadeu; Maciel, 2014; Cavalcante *et al*., 2016).

Neste contexto, as diretrizes apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) orientam a seleção de estratégias que sejam capazes de proporcionar um aprendizado significativo (Brasil, 1998) e que docentes consigam diferenciar suas aulas de maneira que instiguem discentes a novas aprendizagens (Souza *et al*., 2021). Sendo assim, é de suma importância a utilização de recursos didáticos-pedagógicos que possibilitem a presença ativa de discentes na construção dos seus conhecimentos (Nascimento; Campos, 2018).

Os recursos didáticos são todos os instrumentos que contribuem nos processos de ensino e aprendizagem, tendo como principal função a de facilitar a compreensão em relação aos assuntos apresentados por docentes (Castoldi; Polinarski, 2009; Marasini, 2010; Nicola; Paniz, 2016). Com a utilização de diferentes recursos, é possível tornar as aulas mais dinâmicas, proporcionando a discentes um melhor entendimento dos conteúdos e que, de forma interativa e dialogada, sejam capazes, por exemplo, de desenvolver sua criatividade, coordenação, habilidades (Nicola; Paniz, 2016).

Existe uma ampla variedade de recursos didáticos que podem ser utilizados no ensino e que possibilitem a compreensão de discentes na construção de conhecimentos. Dentre eles, destacam-se: jogos didáticos, experimentos científicos, filmes, músicas, vídeos, cartazes, saídas de campos, modelos didáticos e outros (Nicola; Paniz, 2016; Nascimento; Campos, 2018). No momento em que estes recursos são

aplicados por docentes, discentes demonstram um maior interesse pelas aulas, pois são ferramentas diferenciadas das utilizadas no dia a dia (Souza, 2007; Nicola; Paniz, 2016).

Além dos recursos didáticos, a intersecção entre a arte e cultura vem ocasionando um enriquecimento no ensino de Ciências, visto que valorizar a cultura e utilizar elementos artísticos em sala de aula auxiliam na compreensão de conteúdos científicos, além de resgatar o próprio conhecimento (Ferreira, 2012; Silva; Yamazaki, 2018). Nesse sentido, a Literatura de Cordel apresenta-se como uma excelente ferramenta didática nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que trazem elementos artísticos, como a xilogravura e a valorização da cultura nordestina (Marques, 2021).

A Literatura de Cordel surgiu em Portugal no século XVI (Medeiros *et al*., 2016). No Brasil, a inserção desse gênero literário iniciou-se no século XVIII por meio dos colonizadores portugueses, que se instalaram em Salvador, Bahia, fato que contribuiu fortemente para a expansão deste gênero por toda região nordestina (Medeiros *et al*., 2016; Pinheiro *et al*., 2021). Além disso, o nome cordel é devido ao costume dos livretos serem organizados em fios de barbantes que são pendurados nos corpos dos vendedores ou expostos em feiras para exposição ao público (Lucena, 2011; Marques, 2021).

Este gênero literário é colocado em evidência por conta do seu potencial educativo, lúdico, criativo e dinâmico, além de apresentar uma linguagem de fácil compreensão para a abordagem de diferentes temáticas no âmbito da Educação (Marques, 2021; Pinheiro *et al*., 2021). Neste sentido, a utilização da Literatura de Cordel em sala de aula possibilita ao docente ampliar as formas de trabalhar os conteúdos obrigatórios de um determinado campo. Isto ocorre principalmente naqueles que são considerados difíceis, posto que as informações trazidas em seus versos são de fácil interpretação e assimilação, estimulando o aprendizado acerca dos assuntos conceituais (Brito, 2019; Pereira, 2018).

Assim, é possível identificar diferentes trabalhos que abordaram conteúdos do ensino de Ciências e Biologia na Literatura de Cordel, como: Oliveira e Cavalcante (2020) que trataram da Botânica, especificamente angiospermas; Silva *et al*., (2020), em relação as Infecções Sexualmente Transmissíveis (IST); Brito (2019), acerca dos fungos; e Barbosa (2018), sobre a Zoologia. Além disso, outros estudos evidenciaram este gênero literário no universo científico (vide Andrade *et al*., 2021; Santos-Eduardo; Santos, 2020; Pereira, 2018; Pereira *et al*., 2014). Percebe-se que associar a Literatura de Cordel como recurso didático promove um fácil entendimento dos conteúdos abordados em ambiente escolar (Brito, 2019). Neste sentido, este trabalho teve como objetivo relatar a elaboração de cordéis para o ensino das pteridófitas (samambaias e licófitas) na educação básica com base nos principais tópicos presentes em livros didáticos e bibliografias especializadas. Estes resultaram em um livro publicado pela Editora da Secretaria de Educação do Estado de Sergipe (SEDUC) (Andrade *et al*., 2025).

2 A ESTRUTURA DOS CORDÉIS E A SELEÇÃO DE TEMAS

Os cordéis apresentam uma estrutura com regras que precisam ser seguidas para sua confecção, como a métrica, estrofes e rimas, sendo as especificidades destacadas entre seus principais elementos: as quadras, as sextilhas, as septilhas, a décima, entre outras. As sextilhas referem-se a uma estrofe com seis versos de sete sílabas: as linhas pares devem rimar, enquanto os outros versos não precisam. Já as septilhas apresentam sete versos, sendo que o 1º e o 3º não rimam entre si ou com quaisquer outros versos; o 2º, o 4º e o 7º versos rimam entre si, restando os 5º e 6º versos que rimam entre si. A décima refere-se aos cordéis com dez versos de sete sílabas, no qual o 1º verso deve rimar com o 4º e 5º versos, assim como o 2° com o 3°, o 6° com o 7° e 10°; já o 8º deve rimar com o 9º (Oliveira, 2012; Pinheiro *et al*., 2021). Assim, para a construção dos cordéis considerou-se que o formato de sextilhas, com seis versos cada estrofe, seria o mais adequado.

Para a seleção dos conteúdos sobre a biologia das pteridófitas (samambaias e licófitas), foram utilizados como critério os principais tópicos presentes em livros didáticos (vide Amabis; Martho, 2024; Gewandsznajder; Pacca, 2024) e publicações especializadas no assunto (Pereira, 2003; Zuquim *et al*., 2008; Moran, 2012; Evert; Eichhorn, 2014). Os conteúdos selecionados para a realização dos cordéis foram: Caracterização geral; Anatomia; Morfologia; Ciclo de vida e reprodução; Ecologia e Etnobotânica: Conhecimentos populares das samambaias e licófitas.

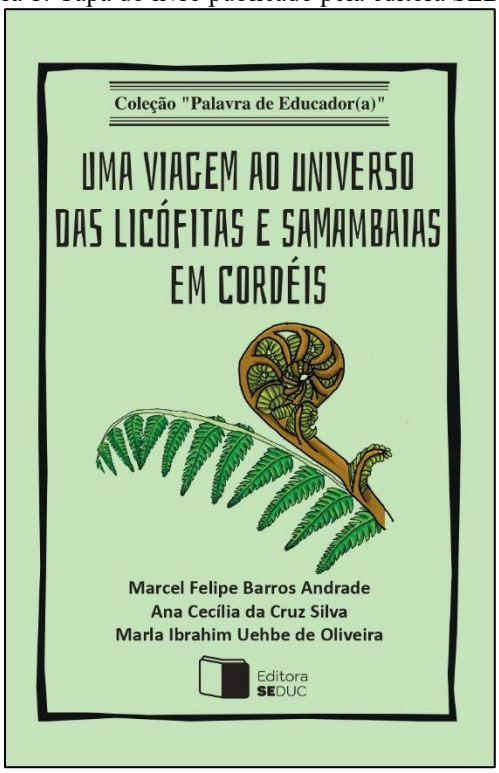
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os livros didáticos são os recursos pedagógicos mais utilizados e valorizados por docentes e discentes, sendo importantes as apresentações de tópicos e de ideias completas (França *et al*., 2011; Gouveia, 2020). Neste relato, observou-se que, assim como Barros *et al*., (2013), os livros didáticos utilizados na educação básica contemplam de forma superficial conteúdos relacionados às samambaias e licófitas, não há ou são escassas as informações sobre história evolutiva, biodiversidade no Brasil, ecologia e importância biocultural, além da apresentação de imagens não acuradas ou pouco esclarecedoras. Assim, os cordéis foram organizados e abordaram conteúdos que complementam os livros didáticos e têm como base referências especializadas.

Docentes do Ensino Fundamental II e/ou Ensino Médio foram considerados como público-alvo, uma vez que as informações sobre plantas são indicadas na Base Nacional Comum Curricular na Unidade temática: Vida e evolução (Brasil, 2018). A complementação visou cumprir os conteúdos especificados no Currículo de Sergipe da Unidade temática citada anteriormente (Sergipe, 2019). A forma de organização dos cordéis foi pensada em facilitar a comunicação entre docentes e discentes, como um reforço aos conteúdos a serem aprendidos.

Interessante citar que o livro resultante (Andrade *et al*., 2025; fig. 1) apresenta um guia-pedagógico com o intuito de auxiliar e facilitar a aplicação em sala de aula; este guia conta com duas metodologias ativas – *storytelling* e *sala de aula invertida*. A primeira metodologia consiste na contação de histórias com o objetivo de despertar e incentivar o interesse do discente acerca de um determinado conteúdo (Bentach, 2019). Já a segunda, tem como objetivo a inversão das ações que ocorrem em sala de aula considerando o protagonismo de discentes acerca das discussões dos conteúdos (Schneiders, 2018).

Figura 1: Capa do livro publicado pela editora SEDUC.



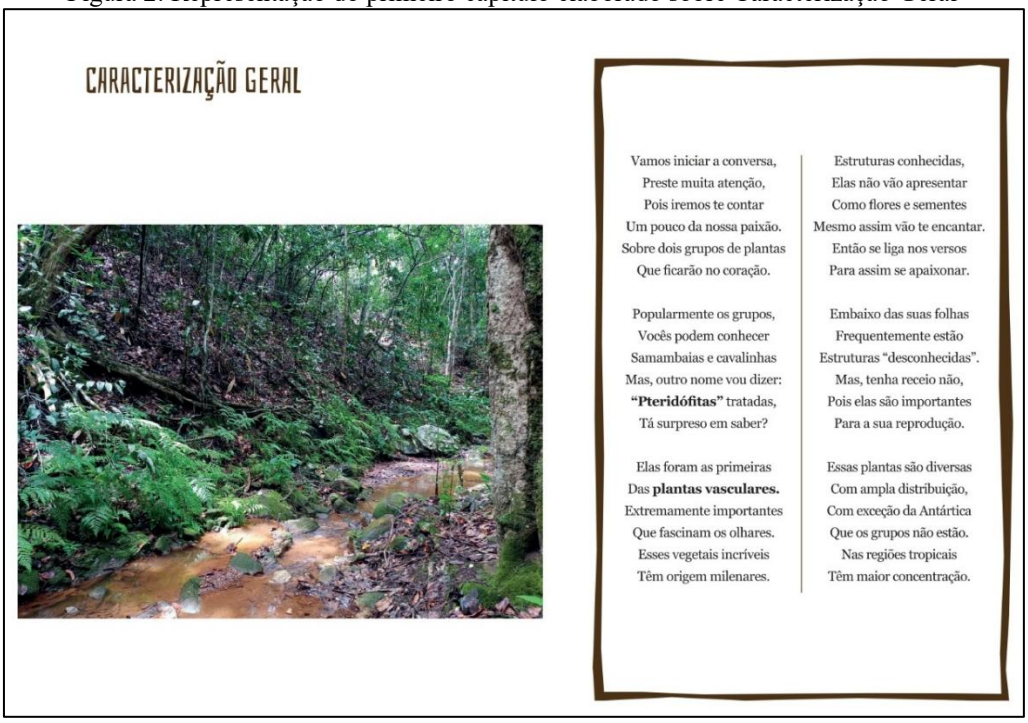
Fonte: Andrade *et al*., 2025.

São inúmeras as possibilidades que docentes trabalhem a Literatura de Cordel em sala de aula (Brito, 2019); entretanto, fica a critério a forma de utilização dos cordéis no âmbito escolar. O cordel, enquanto recurso didático, possibilita em discentes várias competências em sala de aula, como as práticas em grupo, que configuram como uma forma de fortalecer aproximação docentes-discentes e discentes-discentes. Ainda, é uma ferramenta que exerce uma melhoria no vocabulário (Barbosa, 2018; Brito, 2019), apresentando um elo que proporciona essas competências.

Os primeiros cordéis abordaram as características gerais das samambaias e licófitas (Fig. 2). Nos livros produzidos por Amabis e Martho (2024), Gewandsznajder e Pacca (2024), é realizada uma breve apresentação sobre este assunto. Estes materiais pedagógicos não citam que as samambaias e licófitas não produzem flores, frutos ou sementes. Estas informações são importantes, pois a partir delas é possível diferenciar estes grupos das angiospermas e gimnospermas (Barros *et al*., 2013). Neste mesmo cordel é

evidenciada a ampla distribuição dessas plantas pelo mundo, principalmente nas regiões tropicais, onde se encontra a maior riqueza de espécies (Tryon; Tryon, 1982); entretanto, Amabis e Martho (2024), Gewandsznajder e Pacca (2024) não citam a diversidade dos grupos nesses ambientes. Estas informações são importantes para os discentes conhecerem, pois o Brasil encontra-se localizado nessa área e apresenta um dos principais centros primários de diversidade e endemismo de samambaias e licófitas – região Sul e Sudeste da Floresta Atlântica (Tryon; Tryon, 1982; Suissa; Sundue, 2020).

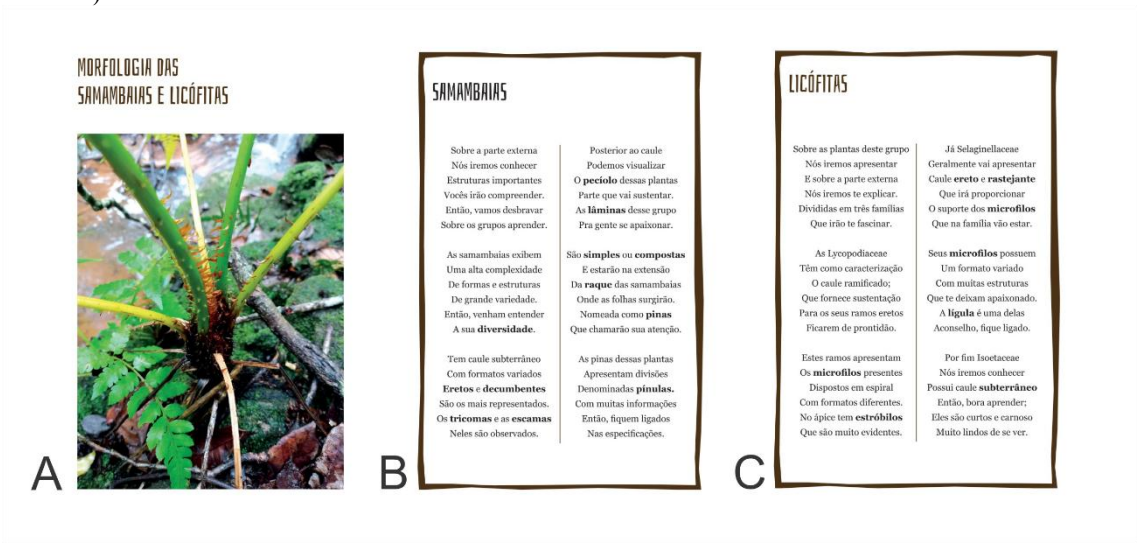
Figura 2: Representação do primeiro capítulo elaborado sobre Caracterização Geral



Fonte: Andrade *et al*., 2025.

Sobre morfologia e anatomia, Amabis e Martho (2024), Gewandsznajder e Pacca (2024) apresentam de forma superficial o rizoma (caule), folhas, soros, além de xilema, floema, lignina e cutícula, mas estes autores não citam exemplos de estruturas morfológicas das licófitas. Estes dois grupos de plantas possuem uma grande variação morfológica (Zuquim *et al*., 2008; Barros *et al*., 2013) e os livros analisados não apresentam esta variedade de estruturas. Neste sentido, os cordéis elaborados contêm informações completas sobre as principais estruturas internas e externas dessas plantas (Fig. 3), facilitando assim a utilização desse recurso pedagógico para o docente e, consequentemente, contribuindo no processo de ensino e aprendizagem dos discentes.

Figura 3: Represetação do capítulo relacionado a Morfologia. A) Capa. B) Cordéis das estruturas morfológicas das samambaias. C) Cordéis das licófitas.



Fonte: Andrade *et al*., 2025.

Os conteúdos relacionados à morfologia e anatomia são importantes tópicos a serem ministrados em sala de aula, pois a partir destas informações os discentes conseguem perceber e diferenciar os grupos de plantas (Barros *et al*., 2013; Santos, 2019). As samambaias e licófitas apresentam termos morfológicos distintos das demais plantas, como: báculo, pecíolo, raque, pinas, pínulas e microfilos (Lellinger, 2002; Zuquim *et al*., 2008), além de serem as primeiras plantas vasculares a apresentarem vasos condutores (xilema e floema) a conquistarem o ambiente terrestre (Barros *et al*., 2013; Evert; Eichhorn, 2014).

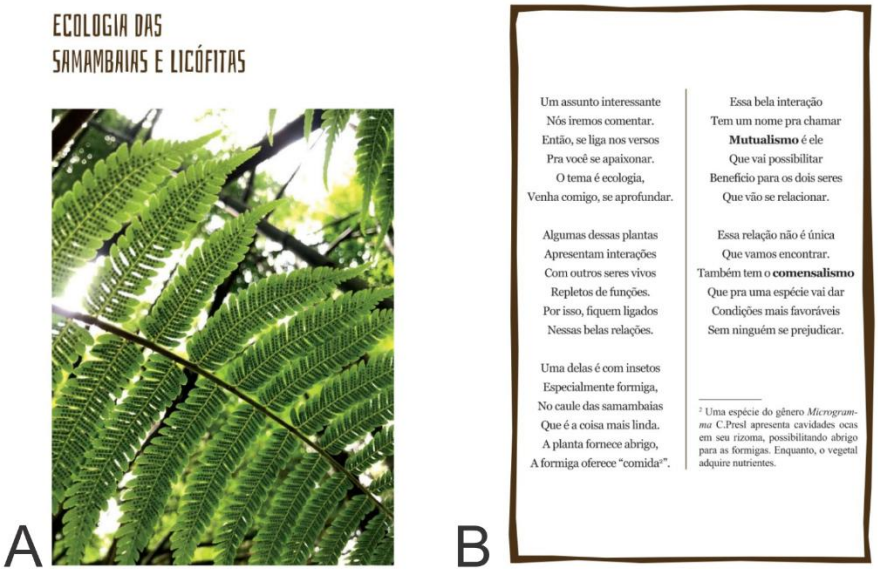
Já sobre o ciclo de vida, percebeu-se que Amabis e Martho (2024), Gewandsznajder e Pacca (2024) contemplam as samambaias leptoesporangiada em suas obras, não exemplificando nenhuma licófita. Isto pode estar relacionado à grande riqueza de espécies desse grupo na natureza, diferente dos representantes das licófitas (PPG I, 2016). Um erro comum observado nestas obras analisadas é a informação de que os esporos são produzidos no interior dos soros; porém, a unidade produtora dos esporos é o esporângio que, em muitas samambaias, estão organizadas em soros. Além disso, os esporângios destas plantas ocorrem nas margens ou na face abaxial das pinas/pínulas, ou em folhas modificadas, ou ainda, em pedicelos separados (Evert; Eichhorn, 2014). Na natureza, os esporângios comumente ocorrem em agrupamentos denominados de soros, que pode aparecer como linhas, pontos ou manchas amplas com coloração amarela, alaranjada, castanho ou preto sobre a face inferior da fronde (Evert; Eichhorn, 2014; Ruiz; Romero, 2014). É importante destacar que os esporângios apresentam outras organizações, que são através de esporocarpos, sinângios, espigas e estróbilos (Ruiz; Romero, 2014).

As samambaias e licófitas apresentam um ciclo de vida diplobionte heteromórfico, ou seja, com alternância de gerações, bem como as briófitas, gimnospermas e angiospermas (Evert; Eichhorn, 2014). Estas plantas foram as primeiras a apresentarem a fase esporofítica como a dominante e independente do

gametófito (Zuquim *et al*., 2008; Evert; Eichhorn, 2014). Informações como estas são necessárias para os discentes saberem, uma vez que assim é possível diferenciar estes dois grupos de plantas das briófitas (Barros *et al*., 2013), nas quais a fase duradoura e fotossintetizante é a gametofítica, enquanto a esporofítica é a fase curta e dependente nutricionalmente do gametófito (Barros *et al*., 2013; Evert; Eichhorn, 2014).

Sobre a ecologia destas plantas, nenhum dos livros didáticos (vide Amabis; Martho, 2024; Gewandsznajder; Pacca, 2024) mencionaram aspectos relacionados a interações ecológicas das licófitas e samambaias. No cordel, são apresentadas relações ecológicas, como mutualismo e predação, além do comensalismo e a utilização de estratégias para defesa dos herbívoros (Fig. 4). Destaca-se que estas relações ecológicas são bem comuns na natureza, e por isto, é importante que os discentes consigam compreender sobre cada uma delas (Sales, 2019).

Figura 4: Capítulo relacionado a Ecologia. A) Capa. B) Cordéis apresentando relações ecológicas.



Fonte: Andrade *et al*., 2025.

Por fim, os últimos cordéis exibem um pouco sobre os conhecimentos populares acerca destas Plantas; as duas obras analisadas não apresentam nenhuma informação sobre biocultura (vide Amabis; Martho, 2024; Gewandsznajder; Pacca, 2024). Estas plantas apresentam diversas utilizações, mas, sem dúvida, a mais comum é a ornamental (Windisch, 1992; Barros *et al*., 2013), na qual espécies pertencentes aos gêneros *Nephrolepis* Schott (Nephrolepidaceae) e *Pteris* L. (Pteridaceae) são comumente utilizadas nas regiões tropicais (Silva-Santos *et al*., 2020). Uma importante informação também sobre estas plantas negligenciadas em livros didáticos é a utilização na medicina popular; na região amazônica, elas são usadas para curar diarreia e dor no estômago, além de outras enfermidades (Zuquim *et al*., 2008).

Percebe-se que estes conteúdos são pouco contemplados nos livros didáticos, além de serem ministrados de forma monótona, superficial e por proporcionar grande dificuldade para os discentes (Barros

et al., 2013; Silva *et al*., 2017). Desta forma, presume-se que os cordéis contribuirão para o ensino e aprendizagem de discentes realizando um elo entre os conhecimentos científicos, populares e culturais.

As características presentes neste gênero literário podem ser utilizadas como recurso didático para a disseminação de conteúdos científicos, principalmente daqueles que apresentam conceitos complexos (Barbosa *et al*., 2011; Santos-Eduardo; Santos, 2020). Barbosa (2018) aplicou cordéis relacionados à Zoologia em sala de aula e obteve um excelente resultado, uma vez que discentes conseguiram absorver as características presentes nos filos contidas nas estrofes e participaram ativamente da aplicação desse recurso. Além disso, Pereira (2018) aplicou os folhetos de cordéis sobre Evolução em sala de aula e também conseguiu importantes resultados, já que os discentes consideraram a Literatura de Cordel um facilitador no processo de ensino e aprendizagem. Estes trabalhos demonstram a eficiência da aplicabilidade da Literatura de Cordel em sala de aula, apresentado como um recurso pedagógico, no qual a ciência é mais prazerosa, lúdica e de fácil compreensão para discentes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção dos cordéis como recurso didático visou fomentar práticas pedagógicas e inová-las, Além de ampliar os recursos pedagógicos voltados às samambaias e licófitas, uma vez que docentes ressaltam a falta de material didático para trabalhar no âmbito escolar. Este recurso pedagógico pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conteúdos relacionados a estas plantas, visto que apresenta uma linguagem de fácil compreensão e assimilação.

Esta ferramenta didática promove o resgate da cultura popular nordestina e traz uma abordagem divertida, desenvolvendo diversas competências dos discentes em sala de aula. Além disso, promove a interdisciplinaridade, visto que, este recurso didático está interligado a duas áreas do conhecimento, Língua Portuguesa e Ciências. Apesar da impercepção botânica (Marinho *et al*., 2026) estar presente em diversos âmbitos da educação, é importante tornar os conteúdos mais atrativos, lúdicos e que estimule o aprendizado dos discentes. Portanto, acredita-se que estes cordéis possam ser uma ferramenta muito eficaz no processo de ensino e aprendizagem para as samambaias e licófitas, uma vez que através deles docentes poderão conseguir trabalhar diferentes tópicos e aplicá-los de acordo com a sua realidade educacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Moderna plus biologia**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2024.

AMADEU, S.O. & MACIEL, M.D. A dificuldade dos professores de educação básica em implantar o ensino prático de botânica. **Revista de Produção Discente em Educação Matemática** 2: 225-235. 2014.

ANDRADE, C.B.; CASTRO, L.H.P.; CONDE, I.B.; PAIXÃO, G.C.; PANTOJA, L.D.M. Riquezas da Mata Atlântica Maranguapense através do cordel como instrumentação de Educação Ambiental. **Revista Geografia, Meio Ambiente e Ensino**. 2: 72-90. 2021.

ANDRADE, M. F. B.; SILVA, A. C. C.; OLIVEIRA, M. I. U. **Uma viagem ao universo das licófitas e samambaias em cordéis**. 1. ed. Aracaju: SEDUC, 2025. v. 1. 80 p.

BARBOSA, T.F. **Poema animal**: O uso do cordel como método avaliativo no ensino de Zoologia. Monografia, Universidade Federal do Ceará. 2018.

BARROS, M.F.; FARIAS, G.B.; SILVEIRA, E.S.M.; SANTIAGO, A.C.P. Análise da abordagem sobre pteridófitas em livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental. **Acta Scientiae**, 15: 321-337. 2013.

BENTACH, P.G. ***Digital storytelling*** **como mola propulsora na aprendizagem significativa de Literatura Brasileira**. Monografia – Especialização em Linguagens e Educação a Distância, 2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018.

BRASIL. **Currículo De Sergipe – Educação Básica e Ensino Fundamental**, 2019.

BRITO, G.F. **Elaboração de Literatura de Cordel para o ensino de Fungos no Ensino Fundamental**. Monografia, Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória. 2019.

CASTOLDI, R. & POLINARSKI, C.A. A utilização de Recursos didáticos-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: **II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, PR, 2009.

CAVALCANTE, F.S.A.; SILVA, D.A.; FREITAS, J.F. & LIMA, R.A. O ensino-aprendizagem de pteridófitas por meio de aula em uma escola pública no município de Porto Velho-RO. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological** 2: 10-15. 2016.

COSTA, E.A.; DUARTE, R.A.F.; GAMA, J.A.S. A gamificação da Botânica: Uma estratégia para a cura da "cegueira botânica". **Revista Insignare Scientia** 2: 79-99. 2019.

EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Raven – Biologia Vegetal**. 8 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2014.

FERREIRA, F.C. Arte: Aliada ou instrumento no ensino de Ciências?. **Revista da Faculdade de Comunicação, Artes e Letras/UFGD**. 2012.

GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Identidade Saraiva**: biologia: área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: volume único: ensino médio. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2024.

GOUVEIA, L.S. **Avaliação dos conteúdos de Biologia de Livros do segundo ano do Ensino Médio**. Monografia – Universidade Federal da Paraíba, 2020.

LELLINGER, D.B. **A Modern Multilingual Glossary for Taxonomic Pteridology**. 2002.

LOPES, M.M. & PLATZER, M.B. O uso de recursos didáticos como estratégia no ensino de Ciências e Biologia. **Revista UNIARA** 7: 173-182. 2013.

LUCENA, K.G.M. A importância cognitiva da linguagem dos folhetos de cordel no universo escolar. **Revista Encontros de Vista** 7: 74-85. 2011.

MARASI, A.B. **A utilização de recursos didáticos-pedagógicos no ensino de Biologia**. Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porte Alegre. 2010.

MARINHO, A. C. T. A.; SILVA, L. R. B.; FIREMAN, E. C. A impercepção botânica e seu aprendizado nos anos iniciais do ensino fundamental. **Quaestio - Revista de Estudos em Educação**, v. 28, e026018, 2026.

MARQUES, D.R.S. **A utilização do cordel como estratégia metodológica para o ensino e aprendizagem de Ciências**. Dissertação. 72p. 2021.

MEDEIROS, J.M.A.; SILVA, R.C.A.; LEMOS, D.T. Literatura de Cordel na prática educativa do PIBID. **Revista Cultural e Científica do UNIFACEX** 14: 43-53. 2016.

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** 10: 1-8. 2012.

MORAN, R.C. **História Natural das Samambaias**. TECC Editora, Florianópolis, 264 p. 2012.

MORAES, T.S. **Estratégias inovadoras no uso de recursos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia**. Dissertação. 144p. 2016.

NASCIMENTO, J.M.T.S. & CAMPOS, F.L. A importância da utilização de recursos didáticos-pedagógicos no ensino de genética em escolas púbicas no Município de Parnaíba – PI (Brasil). **Revista Espacios** 25: 18-30. 2018.

NICOLA, J.A. & PANIZ, C.M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **Infor. Inov. Form** 2: 355-381. 2016.

OLIVEIRA, C.J.D. **A formação da Literatura de Cordel Brasileira**. Tese de Doutorado, Universidade de Santiago de Compostela. 2012.

OLIVEIRA, R.L.C. & CAVALCANTE, W.A. **Cordel para o ensino de Botânica**: Morfologia. 2° Edição – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista. 2020.

PEREIRA, A.B. **Introdução ao estudo das pteridófitas**. 2° edição, editora UFPE, 192p. 2003.

PEREIRA, L.M.G.; ROMÃO, E.P.; PANTOJA, L.D.M.; PAIXÃO, G.C. O Cordel no ensino de microbiologia: a cultura popular como ferramenta pedagógica no ensino superior. **RECIIS – Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação a Saúde** 4: 512-524. 2014.

PEREIRA, M.G. **Ciência em cordel**: Uma perspectiva literária para o ensino de Evolução. Monografia, Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória. 2018.

PINHEIRO, A.L.; MELO, D.A.; RAMOS, E.S.M.; NUNES, S.D.; RIZZATTI, I.M.; OLIVEIRA, R.L.C. Transposição didática de artigos científicos em cordéis: uma proposta para a divulgação cientifica. **Revista de Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática** 9: 1-26. 2021.

PPG I - The Pteridophyte Phylogeny Group. A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. **Journal of Systematics and Evolution** 54 (6): 563–603, 2016**.**

RUIZ, A. M.; ROMERO, J. C. **Atlas de Briofitas y Pteridofitas**. Universidad Autónoma Metropolitana, 128p. 2014.

SALES, A. K. D. **Análise do conteúdo de Botânica nos Livros Didáticos do Ensino Médio**. Monografia – Especialização em Ensino em Biociências e Saúde, 2019.

SANTOS, E. S. **Percepção de alunos do Ensino Fundamental com relação ao conhecimento e conservação de plantas**. Monografia **–** Unidade Acadêmica de Biologia e Química, 2019.

SANTOS-EDUARDO, A. & SANTOS, J.C. Concepções sobre insetos na literatura de cordel: estreitando os laços entre cultural e o científico. **Ethnoscientia** 1: 1-6. 2020.

SCHNEIDERS, L.A. **O método da sala de aula invertida (*flipped classroom*)**. Editora UNIVATES, Lajeado, 2018.

SEGURA, E. & KALHIL, J.B. A metodologia ativa como proposta para o ensino de Ciências. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática** 3: 87-98. 2015.

SILVA, V.M.S. SILVA, I.G.L.; BARROS, E.E.S.; SILVA, L.S. et al. **Cordel das Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTS)**: da prevenção ao tratamento. Editora UFPE, Recife. 2020.

SILVA, F.A. & YAMAZAKI, S.C. A importância da cultura no ensino de Ciências. **Revista Latino-Americano de Estudos em Cultura e Sociedade** 4: 1-10. 2018.

SOUZA, S.E. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. In: Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XII Semana de Pedagogia da UEM, Maringá. **Arquivos do Mudi**. 2007.

SOUZA, I.R.; GONÇALVES, N.M.N.; PACHECO, N.C.L.; ABREU, M.C. Modelos didáticos no ensino de Botânica. **Reserch, Society and Development** 10: 1-13. 2021.

SUISSA, J.S.; SUNDUE, M.A. Diversity Patterns of Neotropical Ferns: Revisiting Tryon's Centers of Richness and Endemism. **American Fern Journal** 110(4): 211-232. 2020.

CAPÍTULO 6

DA SEMENTE À CONSCIÊNCIA AMBIENTAL: POTENCIAL DE UMA DIASPOROTECA DA CAATINGA COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

FROM SEED TO ENVIRONMENTAL AWARENESS: THE POTENTIAL OF A CAATINGA DIASPOROTHECA AS AN ACTIVE METHODOLOGY IN SCIENCE AND BIOLOGY TEACHING

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-006

Filipe Andrade dos Santos
Doutorando em Agricultura e Biodiversidade (PPGAGRI-UFS)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: filipeandradest@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7406187835152810
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-4292-6170

Anna Shania Reis Santos
Mestranda em Ciências Naturais (PPGCN - UFS)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: shaniareis@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8862352930274012
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-8579-3625

Vanessa Reis Costa
Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: vanessareisbiolog@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/6045222458525293
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8762-8295

Lucielle Barros Soares
Mestranda em Educação (PPGED-UFS)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: luciellebarros26@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4968238635269087
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-3124-2786

Elizamar Ciríaco da Silva
Doutorado em Botânica (PPGBOT/UFRPE)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: elizamar@academico.ufs.br
Lattes: http://lattes.cnpq.br/8647408093958870
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5858-6716

RESUMO

Este capítulo apresenta a experiência de constituição e utilização de uma diasporoteca da Caatinga desenvolvida no Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal da Universidade Federal de Sergipe (LFEV/UFS) como recurso para o ensino de Ciências e Biologia. Organizada desde 2022, a coleção reúne aproximadamente 40 espécies e é utilizada em aulas de graduação, visitas escolares, minicursos, exposições e ações extensionistas. A prática pedagógica baseia-se na contextualização da Caatinga, na observação e manipulação de frutos, sementes e outros diásporos, no levantamento de conhecimentos prévios, na formulação de perguntas orientadoras e na construção de relações entre características morfológicas, estratégias de dispersão, germinação, estabelecimento e condições ambientais. As observações realizadas ao longo das atividades indicam manifestações de curiosidade diante de estruturas pouco familiares, reconhecimento de espécies presentes no cotidiano e compartilhamento de saberes relacionados à flora regional. A experiência evidencia que o potencial educativo da diasporoteca não reside apenas no contato com os materiais, mas na mediação que transforma a observação em problematização, comparação e construção de explicações. Nesse processo, a coleção também favorece a valorização da diversidade vegetal da Caatinga e pode contribuir para o enfrentamento da impercepção botânica e para a educação ambiental contextualizada. Apesar da ausência de instrumentos sistemáticos de avaliação, a experiência demonstra potencial de adaptação e replicação em diferentes espaços educativos a partir da biodiversidade local.

Palavras-chave: Aprendizagem Ativa; Caatinga; Coleção Didática; Educação Ambiental; Ensino de Botânica; Diásporos.

ABSTRACT

This chapter presents the experience of establishing and using a Caatinga diaspore collection developed at the Plant Physiology and Ecophysiology Laboratory of the Federal University of Sergipe (LFEV/UFS) as a resource for Science and Biology education. Established in 2022, the collection currently comprises approximately 40 species and has been used in undergraduate classes, school visits, short courses, exhibitions, and university extension activities. The pedagogical practice is based on contextualizing the Caatinga, observing and handling fruits, seeds, and other diaspores, eliciting students' prior knowledge, formulating guiding questions, and establishing relationships among morphological characteristics, dispersal strategies, germination, seedling establishment, and environmental conditions. Observations made throughout these activities indicate curiosity toward unfamiliar structures, recognition of species present in students' everyday lives, and the sharing of knowledge related to regional flora. The experience demonstrates that the educational potential of the diaspore collection lies not merely in direct contact with the specimens, but in the pedagogical mediation that transforms observation into problematization,

comparison, and the construction of explanations. In this process, the collection also contributes to valuing the plant diversity of the Caatinga and may help address plant awareness disparity while promoting context-based Environmental Education. Despite the absence of systematic assessment instruments, the experience demonstrates the potential for adaptation and replication in different educational settings using local biodiversity.

Keywords: Active Learning; Botany Education; Caatinga; Didactic Collection; Diaspores; Environmental Education.

1 INTRODUÇÃO

As plantas participam de processos fundamentais para a manutenção dos ecossistemas e das sociedades humanas, mas sua presença e importância nem sempre recebem a mesma atenção dedicada a outros organismos (Salatino & Buckeridge, 2016; Ursi et al., 2018). No ensino de Ciências e Biologia, esse distanciamento pode ser acentuado quando os conteúdos botânicos são abordados de forma predominantemente teórica, descritiva e pouco relacionada às plantas presentes no cotidiano dos estudantes (Ursi et al., 2018; Neves et al., 2019). Nesse contexto, práticas que favoreçam o contato com materiais vegetais e aproximem os conteúdos científicos da realidade dos participantes podem ampliar as possibilidades de interação com a biodiversidade e tornar o ensino de Botânica mais contextualizado (Ursi et al., 2018; Brandão et al., 2024).

Essa aproximação adquire especial relevância quando o ensino é contextualizado a partir da flora regional, permitindo estabelecer relações entre os conteúdos científicos e o ambiente vivenciado pelos estudantes (Vasconcelos et al., 2019; Rodrigues et al., 2024). Na Caatinga, frutos, sementes e outros diásporos apresentam ampla diversidade morfológica e estão relacionados a processos fundamentais para a reprodução e a continuidade das populações vegetais, como dispersão, germinação e estabelecimento. A exploração dessas estruturas em atividades educativas possibilita relacionar características morfológicas e funcionais a processos fisiológicos e ecológicos, aproximando conteúdos de Botânica, Fisiologia e Ecologia da compreensão da biodiversidade regional (Saatkamp et al., 2019).

Entre os recursos que podem favorecer essa abordagem estão as coleções biológicas de finalidade didática, que disponibilizam materiais para observação, comparação e exploração em diferentes contextos educativos (Santos, 2013; Brandão et al., 2024). Quando inseridas em práticas mediadas, essas coleções podem ultrapassar uma função exclusivamente demonstrativa e constituir recursos para estimular perguntas, mobilizar conhecimentos prévios e favorecer a construção de explicações sobre os organismos e suas relações com o ambiente (Sasseron, 2015; Ferraz & Sasseron, 2017).

Foi nesse contexto que, em 2022, começou a ser organizada uma diasporoteca no Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal da Universidade Federal de Sergipe, composta por frutos, sementes e outros diásporos de espécies da Caatinga. Inicialmente constituída a partir de materiais remanescentes de pesquisas e coletas, a coleção passou a ser utilizada em aulas de graduação, visitas de estudantes da Educação Básica, minicursos, exposições e ações extensionistas.

Assim, este capítulo tem como objetivo apresentar a experiência de constituição e utilização dessa diasporoteca, discutindo seu potencial como recurso de aprendizagem ativa, divulgação científica e educação ambiental. Para isso, inicialmente são discutidos os fundamentos relacionados às coleções didáticas, ao ensino de Botânica, à aprendizagem ativa e à educação ambiental contextualizada pela Caatinga. Em seguida, são descritas a constituição da diasporoteca e a prática pedagógica desenvolvida com diferentes públicos, para posteriormente analisar as formas de participação observadas, suas potencialidades educativas e ambientais, bem como as limitações e possibilidades de aprimoramento da experiência.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 COLEÇÕES DIDÁTICAS E ENSINO DE BOTÂNICA

O ensino de Botânica ainda enfrenta desafios relacionados à abordagem excessivamente descritiva e fragmentada dos conteúdos, ao uso intensivo de terminologias e à pouca associação entre os conceitos trabalhados e as plantas presentes no cotidiano dos estudantes (Salatino & Buckeridge, 2016; Ursi et al., 2018). Soma-se a essas dificuldades a impercepção botânica, compreendida como a dificuldade de perceber e reconhecer as plantas no ambiente e de atribuir-lhes a devida importância, fenômeno que pode contribuir para sua desvalorização e para o menor interesse por conteúdos botânicos (Ursi & Salatino, 2022).

Além disso, quando os conteúdos são apresentados predominantemente por meio de definições, imagens e classificações, as plantas podem permanecer como elementos abstratos, apesar de sua presença constante no ambiente. Dessa forma, estratégias contextualizadas e que possibilitem contato com organismos e estruturas vegetais podem contribuir para ampliar o interesse e a participação dos estudantes (Ursi et al., 2018; Neves et al., 2019).

Nesse contexto, as coleções didáticas representam uma possibilidade de aproximação com a biodiversidade vegetal (Santos, 2013; Brandão et al., 2024). Diferentemente das coleções científicas voltadas prioritariamente à documentação, pesquisa e conservação de testemunhos biológicos, coleções de finalidade didática podem ser organizadas para favorecer observação, comparação e exploração de características dos organismos. Herbários, jardins, lâminas histológicas, modelos e coleções de frutos e sementes constituem exemplos de recursos empregados no ensino de Botânica (Brandão et al., 2024).

Além de reunir materiais coletados em diferentes períodos e locais, as coleções didáticas permitem disponibilizar estruturas vegetais para estudo independentemente de sua ocorrência sazonal no ambiente, favorecendo a observação e a comparação entre diferentes exemplares (Santos, 2013; Brandão et al., 2024). No caso de frutos, sementes e outros diásporos, diferenças de forma, tamanho, coloração, textura e estruturas externas podem ser exploradas para abordar processos relacionados à reprodução, dispersão, dormência, germinação e estabelecimento das plantas. Essas características apresentam relações com diferentes funções ecológicas das sementes, incluindo dispersão, germinação e estabelecimento de plântulas, possibilitando articular aspectos morfológicos, fisiológicos e ecológicos (Saatkamp et al., 2019). Coleções compostas por frutos e sementes também têm sido empregadas como recursos didáticos para aproximar estudantes da diversidade biológica e favorecer sua exploração no ensino de Ciências e Biologia (Noal et al., 2020).

O contato com materiais vegetais concretos pode também contribuir para ampliar a percepção das plantas e de sua diversidade, constituindo uma possibilidade educativa para enfrentar a impercepção botânica. Neves e colaboradores (2019) destacam a importância de reconhecer os espaços vivenciados como ambientes vivos e de relacionar seus componentes aos conteúdos desenvolvidos durante o processo educativo. Assim, conhecer as plantas ultrapassa a memorização de nomes e estruturas e envolve compreender sua presença e participação nas relações ecológicas e sociais.

Essas possibilidades não se restringem à sala de aula. Museus, laboratórios, jardins botânicos, herbários e outros espaços educativos podem complementar o ensino escolar e proporcionar formas distintas de contato com os objetos de conhecimento (Faria et al., 2011). Entretanto, a presença de uma coleção ou de materiais concretos não garante, por si só, uma aprendizagem ativa. É a maneira como esses recursos são incorporados à prática e mediados pedagogicamente que define suas possibilidades educativas.

2.2 APRENDIZAGEM ATIVA E MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA

A utilização de materiais concretos apresenta maior potencial quando associada a práticas que reconheçam o estudante como participante do processo de construção do conhecimento. Aprender Ciências, nessa perspectiva, não significa apenas receber conceitos previamente organizados, mas observar fenômenos, formular perguntas, analisar informações, elaborar explicações e comunicar ideias. O ensino por investigação aproxima-se dessa concepção ao criar situações em que os estudantes trabalham com conhecimentos científicos e com formas de analisar e discutir evidências (Sasseron, 2015). A investigação não precisa estar restrita à realização de experimentos complexos. Diferentes materiais podem assumir caráter investigativo quando utilizados para desencadear perguntas, elaboração de hipóteses e discussão de interpretações.

Nesse processo, a observação deixa de ter função meramente descritiva. Características como tamanho, forma ou presença de estruturas especializadas podem constituir evidências a partir das quais os estudantes elaboram explicações e justificam suas interpretações, favorecendo também a argumentação científica (Motokane, 2015). Por essa razão, o caráter ativo da atividade não está no recurso em si, mas nas interações construídas em torno dele. Ferraz e Sasseron (2017) ressaltam que cabe ao mediador criar condições para que os estudantes questionem, manipulem informações, formulem hipóteses e discutam suas ideias.

As coleções biológicas são particularmente adequadas a esse tipo de abordagem porque os próprios exemplares oferecem elementos para comparação, identificação de padrões e estabelecimento de relações entre características e funções. A mediação pode ainda mobilizar conhecimentos prévios, nomes populares, experiências familiares e interpretações construídas fora da escola. Em espaços não formais, essa dimensão dialógica é especialmente importante para articular educação científica, participação e reflexão ambiental (Guimarães & Vasconcellos, 2006).

2.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL E VALORIZAÇÃO DA CAATINGA

A articulação entre ensino de Botânica e educação ambiental torna-se especialmente significativa quando os conteúdos são contextualizados a partir da biodiversidade regional. A Política Nacional de Educação Ambiental define a educação ambiental como um processo relacionado à construção de conhecimentos, valores, habilidades, atitudes e competências voltados à conservação do meio ambiente, estabelecendo sua presença de forma articulada nos espaços formais e não formais de educação (Brasil, 1999).

Nessa perspectiva, a educação ambiental ultrapassa a simples transmissão de informações sobre degradação ambiental ou a recomendação de comportamentos considerados sustentáveis. Reconhecer a biodiversidade, compreender as relações ecológicas e identificar os vínculos sociais e culturais estabelecidos com o território são elementos importantes para uma compreensão mais ampla das questões ambientais (Guimarães & Vasconcellos, 2006).

A Caatinga constitui um contexto particularmente relevante para essa abordagem, por ser exclusivamente brasileira e apresentar elevada diversidade biológica, com uma flora associada a diferentes estratégias de sobrevivência diante das condições ambientais do semiárido. Suas espécies também possuem importância ecológica, econômica e cultural para as populações que vivem nesse território. Abordar a Caatinga a partir de sua biodiversidade pode, portanto, contribuir para superar representações que a associam exclusivamente à seca ou a uma vegetação homogênea e pouco diversa (Santos et al., 2024).

A contextualização do ensino por meio da flora regional pode ainda aproximar os conteúdos científicos da realidade dos estudantes. Atividades teóricas e práticas envolvendo espécies da Caatinga têm

demonstrado potencial para favorecer o reconhecimento e a valorização da vegetação regional e estimular a sensibilização socioambiental (Vasconcelos et al., 2019; Rodrigues et al., 2024). Essa valorização também pode incorporar conhecimentos construídos pelas comunidades sobre as plantas, incluindo seus usos, denominações e significados culturais (Ribeiro & Moraes, 2022). Nesse sentido, a educação ambiental pode contribuir para a conservação da Caatinga ao favorecer uma compreensão crítica das relações entre biodiversidade, utilização dos recursos naturais e transformações socioambientais, ampliando o reconhecimento da importância desse patrimônio vegetal (Santos et al., 2024).

Frutos, sementes e outros diásporos apresentam especial potencial para essa aproximação por estarem relacionados a processos fundamentais para a continuidade das populações vegetais, como dispersão, dormência, germinação e estabelecimento de plântulas. Coleções constituídas por esses materiais podem, assim, aproximar o ensino de Botânica da educação ambiental, partindo da observação de estruturas concretas para discutir a diversidade, o funcionamento e a conservação da Caatinga. Nessa perspectiva, abordar o bioma em contextos educativos ultrapassa a transmissão de recomendações sobre sua preservação e envolve compreender as relações entre biodiversidade, ambiente e sociedade.

3 MÉTODOS E DESCRIÇÃO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Este capítulo caracteriza-se como um relato de experiência sobre a constituição e a utilização de uma diasporoteca da Caatinga em atividades de ensino, extensão e divulgação científica desenvolvidas pelo Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal da Universidade Federal de Sergipe. A experiência vem sendo desenvolvida desde 2022, envolvendo diferentes públicos e contextos educativos. A descrição apresentada a seguir contempla a constituição e organização da coleção, os públicos atendidos, as estratégias de mediação e o percurso adotado durante as atividades.

3.1 CONTEXTO DE CRIAÇÃO E CONSTITUIÇÃO DA DIASPOROTECA

A diasporoteca pertence ao Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal (LFEV), localizado no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Sergipe, campus de São Cristóvão. Sua organização teve início em 2022, no contexto de ações extensionistas promovidas pelo departamento com o objetivo de aproximar estudantes da Educação Básica e a comunidade externa dos conhecimentos produzidos na universidade.

Durante o planejamento dessas ações, foram identificadas limitações para a demonstração de alguns dos processos estudados na Fisiologia Vegetal, uma vez que muitas das atividades desenvolvidas no laboratório dependem de equipamentos, reagentes e estruturas específicas, dificultando sua reprodução em visitas escolares, exposições e eventos realizados fora do ambiente universitário. Diante desse cenário, os então estudantes de iniciação científica Filipe Andrade dos Santos, Vanessa Reis Costa e Anna Shania Reis

Santos , sob orientação da professora Elizamar Ciríaco da Silva, iniciaram a organização de uma coleção que possibilitasse abordar conteúdos relacionados às plantas de maneira concreta, acessível e facilmente transportável.

A coleção foi constituída inicialmente por sementes de espécies da Caatinga provenientes de coletas anteriores e de materiais remanescentes de experimentos realizados no laboratório. Posteriormente, foram incorporados frutos e outros tipos de diásporos, ampliando a diversidade de estruturas disponíveis para atividades educativas e de divulgação científica. Atualmente, a coleção continua sendo ampliada por meio de novas coletas e da incorporação de materiais provenientes de lotes de sementes doados pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF) para pesquisas desenvolvidas no LFEV.

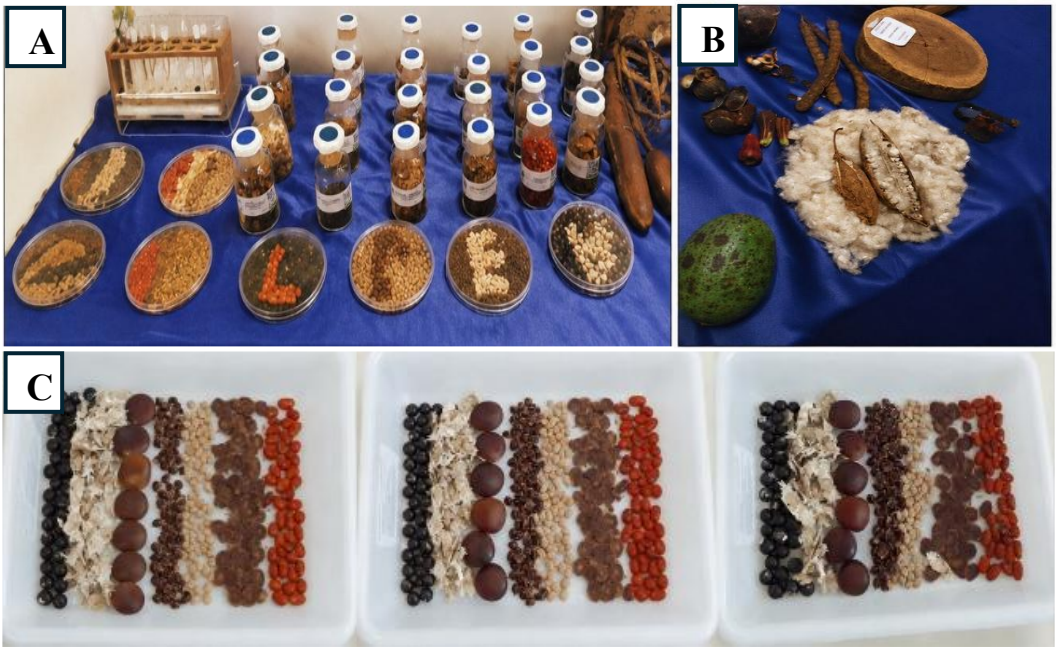
3.2 COMPOSIÇÃO, IDENTIFICAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DA COLEÇÃO

Atualmente, a diasporoteca reúne amostras de aproximadamente 40 espécies da Caatinga, incluindo sementes isoladas, frutos inteiros, vagens, cápsulas, diásporos alados e outras estruturas relacionadas à proteção e à dispersão das sementes, como demonstrado na figura 1. Entre as espécies representadas encontram-se a saboneteira (*Sapindus saponaria*), o mulungu (*Erythrina velutina*), o olho-de-boi (*Mucuna* sp.), a craibeira (*Tabebuia aurea*), o juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), a catingueira (*Cenostigma pyramidale*) e o pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*).

A coleção apresenta materiais com ampla diversidade de formas, dimensões, colorações e estruturas externas. Algumas amostras se destacam pela coloração, como as sementes de mulungu, enquanto outras apresentam estruturas menos familiares ao público, como os diásporos alados do pereiro. Essa diversidade permite selecionar diferentes conjuntos de materiais de acordo com os objetivos de cada atividade (Figura 1C).

As amostras são acondicionadas em potes de vidro hermeticamente fechados ou em placas de Petri e permanecem expostas no laboratório. Os recipientes apresentam etiquetas contendo os nomes científico e popular das espécies e QR codes que direcionam para a página correspondente na plataforma Flora e Funga do Brasil. Como parte dos materiais foi recebida por meio de doações, nem todas as amostras apresentam informações padronizadas referentes ao local e à data de coleta.

Figura 1. Diasporoteca da Caatinga do Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal da Universidade Federal de Sergipe. (A) Visão geral de parte da coleção, (B) frutos e outras estruturas presentes no acervo e (C) sementes da coleção organizadas para exposição.



Fonte: Acervo do LFEV/UFS.

3.3 PÚBLICO-ALVO E CONTEXTOS DE UTILIZAÇÃO

Desde sua constituição, em 2022, a diasporoteca vem sendo utilizada continuamente em atividades de ensino, extensão e divulgação científica desenvolvidas pelo Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal e pelo Departamento de Biologia da Universidade Federal de Sergipe. Embora a coleção possa ser utilizada com diferentes públicos, as ações envolvem principalmente estudantes dos ensinos Fundamental e Médio que participam de visitas à universidade. Também são contemplados estudantes de graduação, participantes de minicursos, professores e membros da comunidade externa durante exposições e eventos de divulgação científica.

Nas visitas escolares, a utilização da diasporoteca integra uma experiência mais ampla de aproximação dos estudantes com o ambiente universitário. Além do contato com a coleção, os participantes conhecem o laboratório e podem ser apresentados a materiais, estruturas e algumas das linhas de pesquisa desenvolvidas na área de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal. Nesse contexto, a diasporoteca funciona como um recurso de fácil acesso para iniciar discussões sobre a diversidade das plantas e estabelecer relações entre as estruturas observadas, a biologia das espécies e as condições ambientais da Caatinga.

No ensino de graduação, a coleção é utilizada principalmente em atividades vinculadas às disciplinas de Fisiologia Vegetal e Fisiologia de Plantas sob Estresse. Os materiais permitem relacionar características dos frutos e sementes a conteúdos como germinação, dormência, absorção de água, reservas das sementes, dispersão e respostas das plantas às condições ambientais, com nível de aprofundamento compatível com a formação dos estudantes.

A diasporoteca também é empregada em minicursos, exposições e eventos realizados dentro e fora da universidade. Nessas situações, sua organização em recipientes individualizados favorece o transporte e a montagem da coleção em diferentes espaços, possibilitando sua utilização mesmo quando não há acesso à estrutura física do laboratório. Em eventos com circulação livre de visitantes, a interação tende a ser mais breve e dinâmica, enquanto visitas programadas e minicursos permitem maior tempo de observação, comparação e discussão dos materiais.

A mediação das atividades é realizada por estudantes vinculados ao LFEV ou por alunos do Departamento de Biologia que atuam como monitores, sob orientação da equipe responsável pelas ações. Os mediadores são orientados quanto às características dos materiais apresentados, aos conteúdos que podem ser explorados e às estratégias de interação com o público, de modo que a apresentação da coleção não se restrinja à identificação dos exemplares, mas favoreça a observação, o diálogo e o levantamento de conhecimentos prévios.

As características da atividade, incluindo a seleção dos diásporos, a linguagem empregada, o nível de aprofundamento dos conceitos e o tempo destinado à interação, são definidas de acordo com o público e o contexto em que a diasporoteca é utilizada. Essas adequações são detalhadas na seção 3.5.

3.4 DESENVOLVIMENTO DA PRÁTICA PEDAGÓGICA

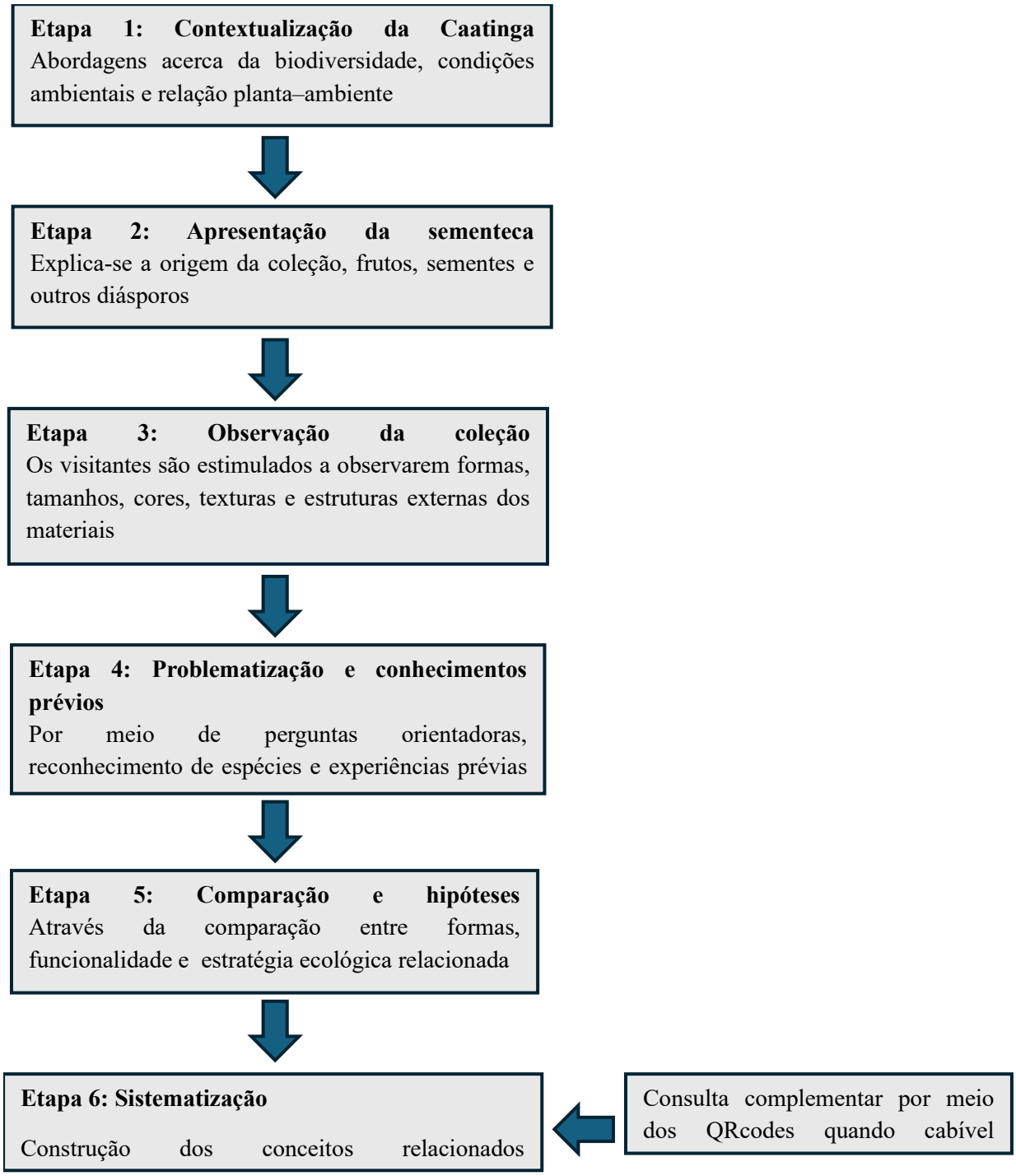
Apesar das adequações realizadas conforme o público e o contexto, as atividades desenvolvidas com a diasporoteca compartilham um percurso metodológico geral, organizado a partir da contextualização da Caatinga, da exploração direta dos diásporos e da construção progressiva de relações entre as características observadas, suas possíveis funções e a biologia das espécies. Esse percurso é apresentado na Figura 2.

O percurso inicia-se com uma breve contextualização da Caatinga e de sua biodiversidade vegetal, buscando situar os frutos, sementes e demais diásporos como estruturas pertencentes a espécies submetidas a diferentes condições ambientais e estratégias ecológicas. Em seguida, a diasporoteca é apresentada e os recipientes são abertos pelos monitores, permitindo que os participantes observem e, sob supervisão, manipulem as amostras. Nesse momento, são exploradas inicialmente características diretamente perceptíveis, como formato, tamanho, coloração, textura, dureza e presença de alas ou outras estruturas externas.

A observação é acompanhada por perguntas orientadoras utilizadas para recuperar conhecimentos prévios, estimular a curiosidade e favorecer a formulação de interpretações. Entre as questões utilizadas estão: “Você já viu esta semente ou este fruto?”, “O que chama sua atenção nessa estrutura?”, “Que parte da planta você acredita que seja?”, “Como essa estrutura poderia ser transportada pelo ambiente?” e “De que maneira essa característica poderia favorecer a sobrevivência da espécie?”. Essas perguntas não

constituem um roteiro rígido, sendo selecionadas e adaptadas de acordo com as características dos materiais apresentados, as respostas dos participantes e o nível de escolaridade do público.

Figura 2. Fluxograma do percurso metodológico das atividades educativas realizadas com a diasporoteca da Caatinga do LFEV/UFS



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

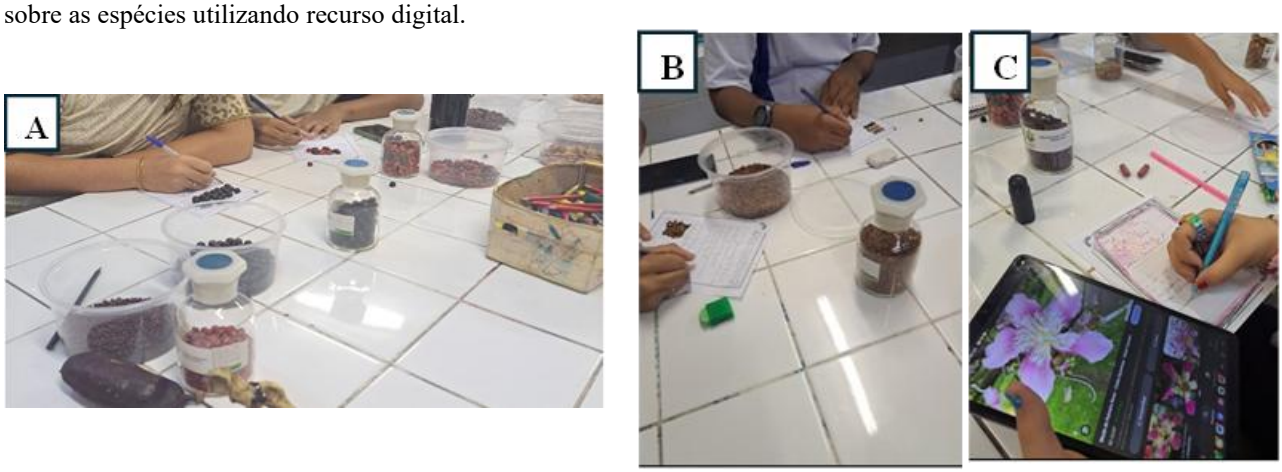
A partir das respostas, diferentes amostras podem ser comparadas, incentivando os participantes a identificar semelhanças e diferenças e a formular hipóteses sobre as possíveis funções das características

observadas. Interpretações iniciais, mesmo quando não correspondem à explicação científica, são utilizadas como oportunidades para aprofundar a observação e promover novas questões. Um exemplo recorrente ocorre com alguns diásporos alados, inicialmente identificados por participantes como folhas, situação que possibilita discutir diferenças entre estruturas vegetativas e reprodutivas e relacionar a presença de alas à dispersão pelo vento.

Durante a interação, os participantes também são incentivados a compartilhar conhecimentos relacionados às espécies apresentadas, incluindo nomes populares, usos e experiências provenientes de suas comunidades. Esses conhecimentos são incorporados ao diálogo e articulados às informações científicas apresentadas pelos monitores, permitindo que a atividade estabeleça relações entre a diversidade representada na coleção e a realidade vivenciada pelo público.

Ao final da exploração, os monitores retomam as observações e hipóteses levantadas e realizam a sistematização dos conteúdos, estabelecendo relações entre as características dos diásporos e processos como dispersão, dormência, germinação e estabelecimento das plantas. Quando pertinente, os participantes também podem utilizar os QR codes presentes nas etiquetas para acessar informações complementares sobre as espécies na plataforma Flora e Funga do Brasil, recurso empregado principalmente em exposições e eventos externos. Alguns registros dessas etapas podem ser visualizados na figura 3, realizados durante a ministração de um minicurso sobre diásporos da Caatinga para estudantes do Ensino Fundamental e Médio.

Figura 3 – Etapas da prática pedagógica desenvolvida com a diasporoteca da Caatinga. (A) observação e manipulação das amostras, (B) dinâmica de registro das informações pelos participantes e (C) consulta a informações complementares sobre as espécies utilizando recurso digital.



Fonte: Acervo do LFEV/UFS.

Embora representado no fluxograma de maneira sequencial para facilitar sua compreensão, esse percurso apresenta caráter flexível. Algumas etapas podem ocorrer de forma simultânea ou ser retomadas durante a interação, especialmente a observação, a problematização e o compartilhamento de

conhecimentos. A duração, o aprofundamento conceitual e os materiais selecionados também variam de acordo com o público e com o contexto da atividade, conforme descrito na seção seguinte.

3.5 ADEQUAÇÕES CONFORME O PÚBLICO E O CONTEXTO

Embora o percurso geral seja mantido, a linguagem, os materiais selecionados e o nível de aprofundamento são adaptados conforme a faixa etária, a escolaridade e o tempo disponível. Com estudantes do Ensino Fundamental, priorizam-se características diretamente perceptíveis, como cor, tamanho, formato e estruturas externas, relacionando-as principalmente à diversidade vegetal e às formas de dispersão. Nos anos finais, também podem ser introduzidas relações entre reprodução, ambiente e sobrevivência das plantas.

No Ensino Médio, a mediação permite aprofundar relações entre estrutura e função e abordar processos como dormência, germinação, disponibilidade hídrica, dispersão e estabelecimento de plântulas. Com estudantes de graduação, os mesmos materiais são explorados a partir de conceitos específicos de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal, como permeabilidade do tegumento, absorção de água, mobilização de reservas, dormência e respostas às condições ambientais.

O formato também é adaptado ao contexto da atividade. Minicursos e visitas com maior duração permitem comparações mais detalhadas e discussões em pequenos grupos, enquanto exposições e eventos de circulação livre priorizam diásporos visualmente marcantes e interações mais breves. Apesar dessas adaptações, permanecem como elementos comuns a contextualização da Caatinga, a observação dos materiais, o levantamento de conhecimentos prévios, a problematização e a sistematização dos conteúdos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ENGAJAMENTO, CURIOSIDADE E PARTICIPAÇÃO DOS PÚBLICOS

As observações acumuladas durante a utilização da diasporoteca em atividades de ensino, extensão e divulgação científica indicam diferentes formas de interação e participação entre os públicos atendidos. Entretanto, como não foram empregados instrumentos sistemáticos de avaliação, os resultados apresentados possuem caráter qualitativo e descritivo, baseando-se nas percepções dos integrantes e monitores envolvidos nas ações. Dessa forma, não se pretende mensurar o impacto da prática sobre a aprendizagem, mas discutir comportamentos e interações observados ao longo de sua utilização.

Entre os pontos de destaque percebidos destacam-se a curiosidade diante de frutos, sementes e outros diásporos pouco familiares, o reconhecimento de espécies presentes no cotidiano dos participantes e o compartilhamento espontâneo de conhecimentos relacionados à flora. Características como forma, tamanho, coloração e presença de estruturas especializadas frequentemente funcionam como elementos

iniciais de aproximação com a coleção, direcionando a atenção para os materiais e favorecendo o início do diálogo com os mediadores.

Alguns exemplares despertam interesse principalmente por apresentarem características distintas daquelas normalmente associadas a frutos e sementes. As sementes de mulungu (*Erythrina velutina*), por exemplo, chamam atenção pela coloração vermelho intenso, enquanto diásporos alados, como as sementes do pereiro (*Aspindosperma pyrifolium)*, provocam dúvidas quanto à sua identificação, sendo, em algumas ocasiões, inicialmente interpretadas como folhas. Situações como essas são utilizadas pelos monitores como oportunidades para estimular a observação, a comparação entre exemplares e a formulação de novas perguntas.

Por outro lado, a apresentação de espécies mais familiares, como juazeiro, craibeira e saboneteira, tende a mobilizar conhecimentos e experiências previamente construídos pelo público. Nesses momentos, os participantes dizem nomes populares, relatos sobre a ocorrência das plantas nas comunidades e informações sobre seus usos. Dessa maneira, espécies conhecidas favorecem a mobilização de conhecimentos prévios, enquanto estruturas menos familiares estimulam a curiosidade e a descoberta, constituindo diferentes formas de aproximação com a atividade.

A possibilidade de observar e manipular materiais vegetais reais também amplia as formas de participação. Em vez de permanecerem apenas como ouvintes de uma exposição sobre as espécies, os participantes são convidados a observar diferenças, comparar exemplares e responder às questões propostas pelos mediadores. Estratégias como essas são comumente indicadas, pois proporcionam uma maior aproximação dos estudantes com os organismos vegetais e promovem experiências contextualizadas, se tornando fundamentais para ampliar o interesse e reduzir o distanciamento em relação às plantas (Ursi et al., 2018; Neves et al., 2019).

Em uma das atividades desenvolvidas em formato de minicurso, a interação com a diasporoteca também envolveu a elaboração de cards sobre as espécies observadas. Os participantes selecionaram amostras, registraram informações sobre as plantas e incorporaram exemplares de sementes às produções, articulando a observação direta dos materiais à organização das informações discutidas durante a atividade (Figura 4). Esses cards constituem registros concretos da participação dos estudantes e das diferentes formas de interação possibilitadas pela coleção.

Figura 4 – Cards elaborados por participantes durante minicurso realizado com a diasporoteca da Caatinga do LFEV/UFS. (A) Conjunto de produções desenvolvidas pelos participantes a partir das espécies trabalhadas durante a atividade e (B) detalhe de card elaborado para a saboneteira (*Sapindus saponaria*), contendo sementes e informações registradas pelo participante.



Fonte: Acervo do LFEV/UFS (2026).

Em exposições e eventos externos, nos quais o tempo de interação costuma ser menor, exemplares visualmente marcantes assumem papel importante na aproximação inicial com os visitantes. Nesses contextos, uma semente colorida, um fruto de maior dimensão ou um diásporo alado pode despertar curiosidade e iniciar uma interação breve sobre a espécie, suas características ou sua ocorrência na Caatinga.

Embora essas manifestações não permitam afirmar mudanças na aprendizagem ou na percepção ambiental dos participantes, constituem indícios de que a diversidade representada na diasporoteca favorece situações de curiosidade, reconhecimento, diálogo e participação. Essas observações fornecem elementos para compreender como o contato com os diásporos pode ser mobilizado pedagogicamente, aspecto discutido na seção seguinte.

4.2 DA OBSERVAÇÃO À CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

O potencial educativo da diasporoteca está relacionado à possibilidade de utilizar materiais vegetais reais como objetos de observação, comparação e investigação. Ao analisar frutos, sementes e outros diásporos, os participantes podem identificar diferenças de forma, tamanho, coloração, textura e presença de estruturas especializadas e relacioná-las a possíveis funções e estratégias ecológicas. Essa aproximação com materiais concretos favorece a articulação entre conteúdos de morfologia, fisiologia e ecologia e pode contribuir para reduzir a abstração frequentemente associada ao ensino de Botânica (Ursi et al., 2018; Neves et al., 2019).

Entretanto, o contato direto com os materiais não garante, por si só, a construção do conhecimento. O valor pedagógico da coleção depende da forma como a observação é conduzida e das questões mobilizadas durante a interação. Nesse processo, a mediação permite que características inicialmente percebidas apenas como curiosidades sejam utilizadas como evidências para formular hipóteses e construir explicações sobre as estruturas observadas.

A utilização de perguntas orientadoras contribui para esse percurso ao estimular os participantes a observar com maior atenção, mobilizar conhecimentos prévios e justificar suas interpretações. Questões relacionadas à identificação das estruturas, às formas de dispersão ou às possíveis funções de determinadas características deslocam a atividade de uma simples apresentação dos exemplares para uma situação em que o participante precisa estabelecer relações entre aquilo que observa e as explicações que constrói.

Essa dinâmica apresenta aproximações com o ensino por investigação. Sasseron (2015) destaca que práticas investigativas envolvem situações nas quais os estudantes analisam evidências, elaboram explicações e discutem suas ideias, não estando necessariamente restritas à realização de experimentos. No contexto da diasporoteca, os próprios diásporos fornecem elementos que podem ser comparados e interpretados, possibilitando que as características observadas sejam utilizadas como base para a formulação e revisão de hipóteses.

Interpretações iniciais que diferem das explicações científicas também podem ser aproveitadas como pontos de partida para novas observações e comparações. Em vez de serem imediatamente corrigidas, essas interpretações podem orientar outras perguntas e levar os participantes a reconsiderar as evidências disponíveis. Dessa maneira, dúvidas e respostas inicialmente incompletas passam a integrar o processo de construção das explicações.

A comparação entre diferentes exemplares amplia essas possibilidades. Características contrastantes permitem identificar padrões e estabelecer relações entre estrutura e função, enquanto a necessidade de justificar as interpretações com base no que foi observado cria oportunidades para o uso de evidências na elaboração das respostas. Essa relação entre dados observáveis e explicações constitui um elemento importante da argumentação no Ensino de Ciências (Motokane, 2015).

Ao final da exploração, a sistematização realizada pelos monitores permite retomar as observações e hipóteses formuladas e relacioná-las a conceitos científicos sobre frutos, sementes, diásporos, dispersão, dormência, germinação e estabelecimento. Esse momento conecta a experiência concreta aos conhecimentos científicos e evita que a atividade permaneça restrita à contemplação ou à curiosidade despertada pelos materiais.

Dessa forma, o percurso estabelecido durante a mediação permite avançar da observação das características morfológicas para a construção de relações com processos biológicos mais amplos. A diasporoteca passa, assim, a funcionar como um recurso por meio do qual o contato com estruturas concretas pode favorecer questionamentos, interpretação de evidências e construção de explicações sobre as plantas e suas relações com o ambiente.

4.3 ENTRE CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS E SABERES SOBRE A FLORA

As interações observadas durante as atividades mostram que os conhecimentos previamente construídos pelos participantes sobre a flora podem assumir papel importante na mediação. Quando nomes populares, usos, locais de ocorrência ou experiências relacionadas às plantas são compartilhados, essas informações passam a integrar a atividade e podem ser articuladas aos conhecimentos científicos apresentados pelos monitores. Dessa forma, o conhecimento prévio dos participantes deixa de constituir apenas uma resposta espontânea e passa a funcionar como ponto de partida para estabelecer novas relações com os conceitos abordados.

Essa dinâmica reforça a importância da contextualização no ensino de Botânica. Quando elementos da flora regional são incorporados às práticas educativas, os conteúdos podem adquirir maior significado ao serem relacionados ao ambiente e às experiências dos estudantes. Trabalhos desenvolvidos com espécies da Caatinga indicam que atividades teóricas e práticas contextualizadas podem contribuir para ampliar o reconhecimento da vegetação regional e favorecer sua valorização (Vasconcelos et al., 2019).

Nesse processo, o papel do mediador consiste em estabelecer relações entre os conhecimentos apresentados pelos participantes e as explicações científicas associadas às espécies. Informações sobre nomenclatura, morfologia, distribuição e processos ecológicos podem ser articuladas aos relatos compartilhados pelo público, ampliando a compreensão sobre as plantas sem desconsiderar os vínculos previamente estabelecidos com elas.

A circulação desses conhecimentos também evidencia a dimensão extensionista da prática. Nas atividades realizadas com a comunidade, a comunicação não ocorre apenas no sentido universidade–público, uma vez que os participantes também introduzem informações, experiências e formas próprias de reconhecer e nomear as plantas. Essa interação favorece um diálogo entre o conhecimento científico e saberes construídos em diferentes contextos sociais.

Dessa forma, a diasporoteca atua não apenas como suporte para a apresentação de conteúdos botânicos, mas também como recurso capaz de favorecer o encontro entre diferentes formas de perceber e interpretar a flora. Ao articular conhecimento científico e experiências dos participantes, a prática amplia as possibilidades de contextualização do ensino e reforça o caráter dialógico das ações extensionistas.

4.4 DA DIVERSIDADE DOS DIÁSPOROS À VALORIZAÇÃO DA CAATINGA

Um dos aspectos mais relevantes da utilização da diasporoteca está na possibilidade de representar, em uma coleção de pequenas dimensões, parte da diversidade de estratégias encontradas na flora da Caatinga. A presença de frutos, sementes e outros diásporos com formas, tamanhos, cores e estruturas distintas permite evidenciar que a vegetação desse domínio não é homogênea e que suas espécies apresentam diferentes características relacionadas à reprodução, à dispersão e ao estabelecimento.

Essa diversidade possibilita apresentar a Caatinga a partir das próprias plantas e de suas estratégias biológicas, contribuindo para superar representações centradas exclusivamente na seca e nas condições ambientais adversas. A contextualização do ensino de Botânica pela flora regional é particularmente relevante porque aproxima os conteúdos científicos do ambiente vivido pelos participantes. Estudos desenvolvidos com espécies nativas da Caatinga indicam que práticas educativas contextualizadas podem favorecer o reconhecimento da flora local e estimular reflexões relacionadas à sua importância e conservação (Vasconcelos et al., 2019; Rodrigues et al., 2024).

Nesse processo, diferenças morfológicas inicialmente observadas nos diásporos podem adquirir significado ecológico quando relacionadas aos processos dos quais essas estruturas participam. Características associadas à dispersão, à proteção das sementes, à germinação e ao estabelecimento permitem discutir como diferentes estratégias contribuem para a reprodução e a continuidade das populações vegetais. Dessa maneira, estruturas de pequenas dimensões podem servir como ponto de partida para compreender processos mais amplos relacionados à dinâmica e à regeneração da vegetação.

Essa relação entre estrutura, função e continuidade das populações também amplia as possibilidades de abordagem da conservação. Em vez de apresentar a necessidade de conservar a Caatinga apenas como uma recomendação abstrata, a prática permite discutir como a permanência das espécies depende de processos como produção e dispersão de sementes, germinação e estabelecimento de novos indivíduos. A educação ambiental passa, assim, a ser construída a partir da compreensão do funcionamento da própria vegetação.

A aproximação com a diversidade vegetal pode ainda contribuir para o enfrentamento da impercepção botânica, ao direcionar a atenção dos participantes para espécies e estruturas vegetais que muitas vezes passam despercebidas no cotidiano. Dessa forma, abordagens contextualizadas e que valorizem a flora regional são apontadas como possibilidades para favorecer o reconhecimento da biodiversidade vegetal e reduzir o distanciamento dos estudantes em relação às plantas (Neves et al., 2019). No caso da diasporoteca, esse processo direciona a atenção especificamente para espécies e estratégias presentes na Caatinga, favorecendo uma percepção desse domínio como biologicamente diverso e dinâmico.

Dessa maneira, o percurso iniciado pela observação de um fruto ou de uma semente pode ser progressivamente ampliado: da identificação de uma característica para a compreensão de sua possível função; da função para a estratégia ecológica da espécie; e desta para a compreensão da diversidade e da conservação da vegetação. É nesse encadeamento que se estabelece a relação proposta no título deste capítulo, **da semente à consciência ambiental**. A educação ambiental, portanto, não aparece apenas como uma mensagem acrescentada ao final da atividade, mas como uma dimensão construída ao longo da compreensão das relações entre os diásporos, as espécies e o ambiente.

4.5 A DIASPOROTECA COMO RECURSO DE APRENDIZAGEM ATIVA

A experiência desenvolvida no LFEV evidencia que o potencial da diasporoteca como recurso de aprendizagem ativa não está na coleção em si, mas na forma como os materiais são incorporados à prática pedagógica. Frutos, sementes e outros diásporos poderiam ser utilizados apenas de maneira expositiva; entretanto, quando os participantes são convidados a observar, comparar, questionar, formular hipóteses e construir explicações, esses materiais passam a integrar uma dinâmica de participação intelectual.

Essa compreensão é coerente com abordagens investigativas do ensino de Ciências, nas quais o envolvimento do estudante depende das oportunidades criadas para analisar informações, mobilizar conhecimentos e elaborar interpretações (Sasseron, 2015; Motokane, 2015). Ferraz e Sasseron (2017) ressaltam que o caráter investigativo de uma atividade está relacionado às condições estabelecidas pelo mediador para favorecer a participação e a construção de explicações, e não simplesmente ao recurso didático utilizado.

No caso da diasporoteca, esse potencial resulta da articulação entre três componentes:

1) O material biológico, que oferece elementos concretos para observação e comparação;
2) A mediação, que transforma essas características em questões e situações de problematização;
3) E a participação do público, que mobiliza conhecimentos, interpreta evidências e contribui para a construção das explicações.

É a interação entre esses componentes que permite compreender a diasporoteca não apenas como uma coleção didática, mas como suporte para uma prática de aprendizagem ativa.

4.6 LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES DE APRIMORAMENTO

A principal limitação da experiência está na ausência de instrumentos sistemáticos de acompanhamento e avaliação das atividades realizadas. Embora manifestações de curiosidade, reconhecimento de espécies, compartilhamento de conhecimentos e participação nas discussões sejam observadas pelos integrantes e monitores, essas respostas ainda não são registradas por meio de protocolos padronizados. Dessa forma, os resultados apresentados neste capítulo devem ser compreendidos como evidências qualitativas da experiência, não permitindo estabelecer conclusões sobre mudanças efetivas na aprendizagem ou na percepção ambiental dos participantes.

A adoção de instrumentos simples de acompanhamento pode contribuir para superar essa limitação. Registros das atividades, fichas de observação, perguntas diagnósticas e avaliações breves antes e após as ações poderiam fornecer informações mais sistemáticas sobre os conhecimentos mobilizados e sobre a participação dos diferentes públicos. Estratégias dessa natureza podem auxiliar tanto na avaliação das práticas educativas quanto no planejamento de ações futuras (Nunes et al., 2017).

Outro aspecto passível de aprimoramento diz respeito à organização e à conservação da coleção. Embora todas as amostras estejam identificadas, parte dos materiais não apresenta informações detalhadas de procedência, principalmente em razão de sua origem em lotes doados para pesquisas. A ampliação contínua da diasporoteca também exige acompanhamento das novas incorporações e do estado de conservação dos exemplares, uma vez que a documentação constitui componente importante da gestão de coleções biológicas de finalidade didática (IBAMA, 2007).

Nesse sentido, a elaboração de um catálogo digital poderia reunir informações como nomes científico e popular, fotografias dos diásporos, procedência quando disponível, características morfológicas, estratégias de dispersão e links para fontes botânicas confiáveis. Esse recurso contribuiria para acompanhar o crescimento da coleção e facilitar a seleção dos exemplares de acordo com os objetivos das atividades. A catalogação, a atualização dos registros e a manutenção periódica são aspectos relevantes para a organização e a continuidade de coleções didáticas (Guimarães & Duarte, 2025).

A utilização recorrente dos materiais em aulas, visitas e exposições também torna necessária sua inspeção periódica e a substituição de amostras deterioradas. Paralelamente, a dimensão pedagógica pode ser aprimorada pela elaboração de roteiros flexíveis de mediação, fichas informativas, jogos de associação, desafios de identificação e outras atividades investigativas adaptadas aos diferentes níveis de escolaridade. Coleções botânicas didáticas podem contribuir para diversificar as estratégias de ensino e ampliar o contato dos estudantes com estruturas vegetais reais (Brandão et al., 2024).

Esses aprimoramentos não precisam transformar uma prática marcada pela flexibilidade e pelo diálogo em uma atividade rígida ou excessivamente padronizada. A sistematização dos registros, a organização do acervo e a elaboração de materiais de apoio podem contribuir para a continuidade da diasporoteca e para o aperfeiçoamento de sua utilização como recurso de ensino, extensão, divulgação científica e educação ambiental.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência desenvolvida através da diasporoteca da Caatinga do Laboratório de Fisiologia e Ecofisiologia Vegetal demonstra como materiais inicialmente provenientes de pesquisas podem adquirir novas funções quando incorporados às práticas educativas. A reunião de frutos, sementes e outros diásporos da Caatinga possibilitou constituir uma coleção que aproxima diferentes públicos da diversidade vegetal regional e articula atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Seu potencial educativo, entretanto, não está somente na diversidade dos exemplares, mas na mediação construída em torno deles. A observação e a comparação de estruturas reais podem desencadear perguntas sobre dispersão, germinação, sobrevivência e estabelecimento das espécies, ao mesmo tempo em que abrem espaço para conhecimentos populares e experiências relacionadas à flora. Dessa forma, a

diasporoteca contribui para relacionar conteúdos de Botânica, Fisiologia e Ecologia à realidade ambiental e cultural dos participantes.

A passagem da semente à consciência ambiental é construída quando o contato com esses elementos amplia a compreensão sobre os processos que permitem a permanência das plantas no ambiente e favorece a valorização da biodiversidade regional. Nesse sentido, recursos relativamente simples, quando associados à participação, à contextualização e à mediação pedagógica, podem ampliar as possibilidades de ensinar Ciências e Biologia e contribuir para que a Caatinga seja reconhecida não apenas como conteúdo científico, mas como parte de um território diverso cuja conservação depende também de sua compreensão e valorização.

Além de sua utilização no LFEV/UFS, a prática apresenta potencial de adaptação a escolas, universidades e outros espaços educativos. Sua replicação não exige a reprodução da mesma coleção, mas pode ocorrer a partir de frutos, sementes e outros diásporos da flora de cada região, mantendo como princípios a observação, a problematização, o diálogo e a contextualização da biodiversidade local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, É. C. T. A.; DANTAS, C. S. A.; OLIVEIRA, M. I. U.; SILVA, I. G. Coleções didáticas para o ensino de botânica no Instituto Federal de Sergipe – campus Aracaju. **Paubrasilia**, [s. l.], v. 7, e0142, 2024. DOI: 10.33447/paubrasilia.2024.e0142.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 11 ago. 2026.

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

FARIA, R. L.; JACOBUCCI, D. F. C.; OLIVEIRA, R. C. Possibilidades de ensino de Botânica em um espaço não-formal de educação na percepção de professoras de Ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 87–104, 2011. DOI: 10.1590/1983-21172013130107.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover argumentação em aulas investigativas. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, e2658, 2017. DOI: 10.1590/1983-21172017190117.

GUIMARÃES, J. P. S.; DUARTE, A. C. O. Revitalização da coleção didática de espermatófitas da UEMG-Divinópolis. **Paubrasilia**, [s. l.], v. 8, e0177, 2025. DOI: 10.33447/paubrasilia.2025.e0177.

GUIMARÃES, M.; VASCONCELLOS, M. M. N. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 22, n. 27, p. 147–162, 2006. DOI: 10.1590/S0104-40602006000100010.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Instrução Normativa nº 160, de 27 de abril de 2007**. Institui o Cadastro Nacional de Coleções Biológicas (CCBIO) e disciplina o transporte e o intercâmbio de material biológico consignado às coleções. Brasília, DF: IBAMA, 2007. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?legislacao=113232&view=legislacao. Acesso em: 11 ago. 2026.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora e Funga do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, [s. d.]. Disponível em: https://floradobrasil.jbrj.gov.br/. Acesso em: 11 ago. 2026.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de Ecologia. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 115–137, 2015. DOI: 10.1590/1983-2117201517s07.

NEVES, A.; BÜNDCHEN, M.; LISBOA, C. P. Cegueira botânica: é possível superá-la a partir da Educação? **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 3, p. 745–762, 2019. DOI: 10.1590/1516-731320190030009.

NOAL, G. R.; PIRES, F. R.; SPIES, M. R.; MARINHO, J. C. B. Estratégias para o ensino de Ciências: coleções didáticas de frutos, sementes e insetos. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, Santo Ângelo, v. 10, n. 3, p. 183–189, 2020. DOI: 10.31512/encitec.v10i3.3614.

NUNES, M. E. R.; FRANÇA, L. F.; PAIVA, L. V. Eficácia de diferentes estratégias no ensino de educação ambiental: associação entre pesquisa e extensão universitária. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 61–78, abr./jun. 2017. DOI: 10.1590/1809-4422ASOC228R1V2022017.

RIBEIRO, E. M. S.; MORAES, F. N. Importância e valores atribuídos a plantas nativas da Caatinga em um bairro da zona urbana de Petrolina – Pernambuco. **Ciência & Trópico**, Recife, v. 46, n. 1, p. 149–162, 2022. DOI: 10.33148/cetropicov46n1(2022)art8.

RODRIGUES, F. F.; SANTANA, I. C. H.; SILVEIRA, A. P. Educação ambiental contextualizada: aulas de campo e viveiro educador como estratégias para o (re)conhecimento da flora da Caatinga. **Divers@!**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 388–408, 2024. DOI: 10.5380/diver.v17i2.96939.

SAATKAMP, A. et al. A research agenda for seed-trait functional ecology. **New Phytologist**, [s. l.], v. 221, n. 4, p. 1764–1775, 2019. DOI: 10.1111/nph.15502.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. “Mas de que te serve saber botânica?”. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177–196, 2016. DOI: 10.1590/S0103-40142016.30870011.

SANTOS, Juraleson Leite; RAMOS, Paulo Roberto; REIS , Wilson Oliveira Carneiro. EDUCAÇÃO AMBIENTAL: FERRAMENTA IMPORTANTE PARA A PRESERVAÇÃO DO BIOMA CAATINGA. **Revista brasileira de educação ambiental**, [*s. l.*], v. 19, p. 190-204, 2024.

SANTOS, M. C. F. Coleções biológicas para o ensino de Ciências: o herbário didático do Instituto de Aplicação da UERJ. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v. 26, n. 1, p. 11–18, 2013. DOI: 10.22456/2595-4377.41179.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49–67, 2015. DOI: 10.1590/1983-2117201517s04.

URSI, S.; BARBOSA, P. P.; SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. S. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 32, n. 94, p. 7–24, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0002.

URSI, S; SALATINO, A. É tempo de superar termos capacitistas no ensino de Biologia: "impercepção botânica" como alternativa para "cegueira botânica". **Boletim de Botânica**, São Paulo, v. 39, p. 1–4, 2022. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.2316-9052.v39p1-4

VASCONCELOS, M. G. S.; ALVES, M. J. V.; BRAGA, F. A. A.; RODRIGUES, M. A. F.; PINTO, M. R. F.; SILVEIRA, A. P. Flora da Caatinga: construindo saberes teóricos e práticos no Ensino Médio e na formação de professores. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v. 11, n. 22, p. 23–30, 2019. DOI: 10.47385/praxis.v11.n22.1506.

CAPÍTULO 7

RAÍZES DO CONHECIMENTO: CONSTRUÇÃO E PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ANATOMIA DA RAIZ

ROOTS OF KNOWLEDGE: CONSTRUCTION AND PROPOSAL FOR THE APPLICATION OF A DIDACTIC MODEL FOR TEACHING ROOT ANATOMY

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-007

Gesilene dos Santos Correia
Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: gessilenesantos68@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8110397089365574
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2783-9711

Leonardo Silva-Santos
Doutor em Botânica
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: leosilva.biologia@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4856406620287194
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0065-0487

Claudio Sergio Lisi
Doutor em Ciências
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: clcslisi@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0227076193059793
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2837-2784

RESUMO

O ensino da Anatomia Vegetal frequentemente apresenta desafios relacionados à abstração dos conceitos, à dificuldade de visualização das estruturas internas das plantas e à predominância de abordagens centradas na memorização de nomenclaturas. Entre os órgãos vegetativos, a raiz constitui um conteúdo particularmente relevante, pois atua na fixação da planta ao substrato, na absorção de água e nutrientes minerais, no armazenamento de substâncias, na interação com microrganismos do solo e na adaptação das plantas a diferentes condições ambientais. Entretanto, por permanecer geralmente oculta no solo e apresentar tecidos internos de organização microscópica, sua anatomia pode ser de difícil compreensão quando trabalhada apenas por meio de esquemas bidimensionais ou descrições teóricas. Este capítulo apresenta a construção e uma proposta de aplicação de um modelo didático tridimensional para o ensino da anatomia da raiz, fundamentada em princípios do ensino por investigação, da aprendizagem baseada em modelos e da alfabetização científica. O recurso foi desenvolvido com materiais de baixo custo e representa, em escala ampliada, estruturas como rizoderme, pelos radiculares, córtex, endoderme, periciclo, xilema e

floema. Além da descrição do processo de construção, são apresentadas possibilidades de aplicação em sala de aula, perguntas investigativas, estratégias de mediação docente, sugestões de avaliação e adaptações para diferentes contextos educativos. Conclui-se que o modelo tridimensional contribui para compreender a raiz como estrutura integrada ao ambiente subterrâneo, relacionando anatomia, funções de absorção, condução e interação com solo.

Palavras-chave: Alfabetização científica; Anatomia da raiz; Anatomia Vegetal; Ensino de Botânica; Ensino por investigação; Modelo didático.

ABSTRACT

Teaching Plant Anatomy often involves challenges related to the abstract nature of concepts, the difficulty of visualizing internal plant structures, and the predominance of approaches centered on the memorization of terminology. Among vegetative organs, the root is a particularly relevant topic, as it is involved in anchoring the plant to the substrate, absorbing water and mineral nutrients, storing substances, interacting with soil microorganisms, and adapting plants to different environmental conditions. However, because roots usually remain hidden in the soil and present microscopic internal tissues, their anatomy can be difficult to understand when taught only through two-dimensional diagrams or theoretical descriptions. This chapter presents the construction and proposal for the application of a three-dimensional didactic model for teaching root anatomy, grounded in principles of inquiry-based science education, model-based learning, and scientific literacy. The model was developed using low-cost materials and provides an enlarged representation of structures such as the rhizodermis, root hairs, cortex, endodermis, pericycle, xylem, and phloem. In addition to describing the construction process, the chapter presents possibilities for classroom application, inquiry questions, teaching mediation strategies, assessment suggestions, and adaptations for different educational contexts. It is concluded that the three-dimensional model contributes to understanding the root as a structure integrated with the underground environment, relating anatomy, absorption, conduction, and interaction with soil.

Keywords: Botany Teaching; Didactic Model; Inquiry-Based Science Education; Plant Anatomy; Root Anatomy; Scientific Literacy.

1 INTRODUÇÃO

As raízes constituem órgãos fundamentais das plantas vasculares, pois participam da fixação da planta ao substrato e da aquisição de água e nutrientes minerais, processos diretamente relacionados à sobrevivência e ao crescimento vegetal (Hodge et al., 2009; Lynch et al., 2021). Além dessas funções, as

raízes podem atuar no armazenamento de substâncias de reserva e na interação com organismos do solo, incluindo fungos micorrízicos e bactérias associadas à rizosfera, os quais influenciam a nutrição e o desempenho das plantas em diferentes ambientes (Hodge et al., 2009; Diagne et al., 2020; Galindo-Castañeda et al., 2022).

A raiz, portanto, não deve ser compreendida apenas como um órgão de sustentação. Ela constitui uma interface dinâmica entre a planta e o ambiente subterrâneo, mediando relações com a água, os minerais, os organismos do solo e as condições físicas do substrato. (Li, 2026; Wu *et al.*, 2011). Estudos recentes sobre anatomia, arquitetura e ecologia de raízes demonstram que as características radiculares influenciam diretamente a captura de recursos, a tolerância a estresses ambientais, o crescimento vegetal e a estabilidade dos ecossistemas (Erktan; Mccormack; Roumet, 2018; Lynch et al., 2021; Galindo-Castañeda et al., 2022).

Apesar de sua relevância biológica, o ensino da anatomia da raiz ainda enfrenta desafios importantes. Diferentemente de folhas, flores e frutos, as raízes permanecem geralmente ocultas no solo durante grande parte do ciclo de vida das plantas, o que reduz as oportunidades de observação direta por parte dos estudantes (Pec; Ljubotina; Cahill JR., 2019; Mehra et al., 2025; Vydra; Kováčik, 2024). Além disso, muitos de seus processos mais importantes ocorrem em escala microscópica, exigindo a compreensão de tecidos, barreiras celulares, sistemas vasculares e relações entre estrutura e função (Pec; Ljubotina; Cahill JR., 2019; Mehra et al., 2025; Vydra; Kováčik, 2024).

No ensino de Botânica, a anatomia radicular costuma ser apresentada por meio de ilustrações, cortes histológicos, fotomicrografias e esquemas bidimensionais. Esses recursos são fundamentais para o estudo da estrutura vegetal, mas podem ser insuficientes quando utilizados de forma isolada, especialmente porque muitos estudantes apresentam dificuldades para transformar representações planas em modelos mentais tridimensionais da organização dos tecidos (Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024).

Essa dificuldade não se limita à identificação dos tecidos. Frequentemente, os estudantes conseguem nomear estruturas como rizoderme, córtex, endoderme, periciclo, xilema e floema, mas encontram dificuldades para explicar como essas estruturas atuam de modo integrado na absorção de água, no transporte de solutos, na proteção do cilindro vascular e na adaptação das plantas a diferentes condições ambientais. Nessa perspectiva, o ensino da anatomia da raiz precisa ultrapassar a memorização terminológica e favorecer a construção de relações entre forma, posição, função e ambiente (Lynch et al., 2021; Geldner, 2013; Reyt et al., 2021).

Nesse contexto, os modelos didáticos tridimensionais podem contribuir para enfrentar parte dessa dificuldade ao representar, em escala ampliada, estruturas microscópicas que normalmente permanecem invisíveis aos estudantes (Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024). Quando planejados de forma adequada, esses recursos permitem observar a disposição espacial dos tecidos, manipular partes do modelo,

comparar estruturas e elaborar explicações sobre o funcionamento do órgão vegetal (Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024).

Entretanto, o potencial educativo de um modelo didático não reside apenas em sua materialidade. Uma maquete pode ser utilizada de maneira meramente demonstrativa, como substituta de uma imagem, ou pode ser incorporada a uma atividade investigativa na qual os estudantes observam, formulam hipóteses, discutem evidências, constroem explicações e comunicam suas conclusões (Pettersson *et al.*, 2023; Suprapto *et al.*, 2024; Vydra; Kováčik, 2024). Assim, o valor pedagógico do recurso depende da mediação docente e da forma como a atividade é organizada (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015; Sasseron, 2015).

Diante desse cenário, este capítulo apresenta a construção e uma proposta de aplicação de um modelo didático tridimensional para o ensino da anatomia da raiz. A proposta fundamenta-se em princípios do ensino por investigação, da aprendizagem baseada em modelos e da alfabetização científica, buscando oferecer aos professores de Ciências e Biologia uma alternativa de baixo custo para tornar o ensino da Botânica mais visual, manipulável, contextualizado e conceitualmente articulado (Furtak et al., 2012; Pedaste et al., 2015; Sasseron, 2015).

Ao longo do texto, serão discutidos os fundamentos biológicos relacionados à anatomia da raiz, os desafios pedagógicos associados ao seu ensino, os pressupostos do uso de modelos didáticos, o processo de construção do recurso, as possibilidades de aplicação em sala de aula, as estratégias de avaliação e as adaptações para diferentes contextos educativos. A intenção é contribuir para que o ensino da anatomia vegetal seja desenvolvido de modo mais investigativo, inclusivo e conectado às relações entre plantas, ambiente e sociedade.

2 A RAIZ COMO INTERFACE ENTRE A PLANTA E O AMBIENTE

A raiz é um órgão vegetativo especializado na interação entre a planta e o ambiente subterrâneo. Sua estrutura primária envolve tecidos responsáveis por proteção, absorção, armazenamento, controle da passagem de substâncias e condução de água e solutos (Lynch et al., 2021). Por isso, a anatomia radicular não deve ser ensinada apenas como uma sequência de camadas celulares, mas como uma organização funcional associada às necessidades fisiológicas da planta (Hodge et al., 2009; Freschet et al., 2021). Essa compreensão permite relacionar o estudo da raiz a temas como disponibilidade hídrica, nutrição mineral, adaptação ambiental e conservação dos solos (Galindo-Castañeda et al., 2022; Mehra et al., 2025).

Na estrutura primária de uma raiz jovem de eudicotiledônea, a região mais externa corresponde à rizoderme, frequentemente chamada de epiderme da raiz (Lynch et al., 2021). Essa camada pode originar pelos radiculares, estruturas que ampliam a superfície de contato com o solo e favorecem a absorção de água e solutos (Duddek et al., 2023). A função dos pelos radiculares não deve ser explicada apenas pela

ideia de aumento de superfície, pois sua contribuição também depende do contato físico entre raiz e solo, da disponibilidade hídrica e das condições do substrato (Duddek et al., 2023; Mehra et al., 2025).

Internamente à rizoderme, encontra-se o córtex, formado predominantemente por células parenquimáticas e relacionado ao transporte radial de água e solutos em direção ao cilindro vascular (Lynch et al., 2021). O córtex também pode estar associado ao armazenamento de substâncias e às interações com microrganismos do solo, como fungos micorrízicos arbusculares, que podem influenciar a nutrição mineral e a tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos (Diagne et al., 2020). Essa relação entre anatomia radicular e microbiota do solo evidencia que a raiz deve ser compreendida como sistema integrado ao ambiente, e não como estrutura isolada (Galindo-Castañeda et al., 2022).

A endoderme delimita internamente o córtex e desempenha papel decisivo no controle da passagem de água e solutos para o cilindro vascular (Geldner, 2013). As estrias de Caspary e outras modificações químicas das paredes celulares da endoderme restringem o fluxo apoplástico, obrigando a passagem seletiva por membranas celulares e contribuindo para o controle do balanço hídrico e mineral da planta (Geldner, 2013; Reyt et al., 2021). Assim, quando o professor trabalha a endoderme no modelo didático, é importante relacionar sua posição anatômica à sua função fisiológica, evitando que ela seja memorizada apenas como mais uma camada da raiz (Reyt et al., 2021; En; Yamaji; Ma, 2023).

Logo internamente à endoderme localiza-se o periciclo, tecido associado à formação de raízes laterais e à organização do cilindro vascular na estrutura primária da raiz (Lynch et al., 2021). Em raízes de plantas que apresentam crescimento secundário, o periciclo também participa de processos relacionados à formação de tecidos secundários, mas isso não autoriza representar o câmbio vascular como uma camada típica da raiz primária em atividades didáticas introdutórias (Geldner, 2013). Por essa razão, no modelo apresentado neste capítulo, a estrutura anteriormente identificada como “câmbio” deve ser corrigida para “periciclo”, mantendo a coerência com a anatomia primária da raiz (Lynch et al., 2021).

No cilindro vascular, o xilema participa da condução de água e nutrientes minerais absorvidos pela raiz, enquanto o floema transporta compostos orgânicos produzidos principalmente nas folhas para outras regiões da planta (Lynch et al., 2021). A organização do xilema e do floema varia conforme o grupo vegetal e o estágio de desenvolvimento, mas, em raízes primárias de eudicotiledôneas, o xilema frequentemente pode ser representado em posição central, com o floema disposto entre seus polos (Lynch et al., 2021). Essa representação precisa ser apresentada como modelo simplificado, pois a diversidade anatômica vegetal exige cuidado para evitar generalizações excessivas (Vydra; Kováčik, 2024).

A anatomia da raiz relaciona-se diretamente com a arquitetura do sistema radicular. Profundidade, ramificação, diâmetro e plasticidade das raízes influenciam a exploração do solo e a aquisição de água e nutrientes (Rogers; Benfey, 2015). A tolerância à seca, por exemplo, não depende apenas da existência de raízes profundas, mas de um conjunto de características anatômicas, hidráulicas, fisiológicas e ambientais

que regulam o acesso e o transporte de água (Barry et al., 2025; Mehra et al., 2025). Assim, atividades didáticas devem evitar simplificações como “raízes profundas sempre resistem melhor à seca”, preferindo discutir em que condições determinadas sistemas radiculares favorecem a sobrevivência das plantas (Lynch et al., 2021; Barry et al., 2025).

Essas relações permitem integrar Anatomia Vegetal, Fisiologia Vegetal, Ecologia, Microbiologia, Ciências do Solo e Educação Ambiental. Ao discutir pelos radiculares, o professor pode abordar absorção de água e contato raiz-solo (Duddek et al., 2023); ao discutir córtex e micorrizas, pode abordar interações ecológicas e nutrição vegetal (Diagne et al., 2020; Galindo-Castañeda et al., 2022); ao discutir endoderme, pode abordar seletividade e regulação do transporte (Geldner, 2013; Reyt et al., 2021). Desse modo, a raiz deixa de ser apresentada como um conjunto de nomes anatômicos e passa a ser compreendida como órgão integrado ao funcionamento da planta e aos processos ambientais (Freschet et al., 2021).

No contexto escolar, essa integração favorece a alfabetização científica porque permite relacionar conceitos biológicos a problemas concretos, como conservação do solo, disponibilidade hídrica, agricultura sustentável, recuperação de áreas degradadas e mudanças ambientais (Sasseron, 2015). A alfabetização científica envolve compreender conceitos, analisar evidências, argumentar e tomar decisões fundamentadas em conhecimentos científicos (Sasseron, 2015). Portanto, o ensino da anatomia radicular pode contribuir para que os estudantes interpretem fenômenos ambientais a partir de relações entre estrutura, função e contexto ecológico (Krasilchik; Marandino, 2007; Freschet et al., 2021).

3 MODELOS DIDÁTICOS COMO MEDIADORES DA APRENDIZAGEM NA ANATOMIA DA RAIZ

Modelos científicos e didáticos são representações construídas para destacar aspectos relevantes de objetos, processos ou sistemas, sem reproduzi-los integralmente (Gilbert, 2005). No ensino de Ciências, os modelos são importantes porque permitem trabalhar fenômenos que não podem ser observados diretamente, como estruturas microscópicas, processos celulares ou relações entre escalas de organização (Ainsworth, 2006). No caso da anatomia da raiz, o modelo tridimensional pode tornar mais visível a organização interna dos tecidos e favorecer a compreensão da relação entre estrutura e função (Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024).

O estudo da Anatomia Vegetal envolve desafios visuoespaciais porque os estudantes precisam compreender como cortes bidimensionais correspondem a estruturas tridimensionais da planta (Suprapto et al., 2024). Vydra; Kováčik, 2024) também chamam atenção para a importância da visualização no ensino da anatomia de raiz, caule e folha, destacando que a interpretação adequada das estruturas vegetais exige mediações entre ciência e educação. Nesse sentido, modelos tridimensionais podem atuar como ponte entre imagens microscópicas e compreensão espacial dos tecidos (Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024).

A utilização do modelo didático pode favorecer a aprendizagem quando o estudante é convidado a manipular, comparar, explicar e questionar o recurso, pois essas ações estimulam a interpretação ativa da representação (Ainsworth, 2006). Ao observar a posição da endoderme, por exemplo, o estudante pode discutir sua função no controle da passagem de água e solutos para o cilindro vascular (Geldner, 2013; Reyt et al., 2021). Ao identificar o periciclo, pode compreender sua localização em relação à endoderme e ao cilindro vascular, além de relacioná-lo à formação de raízes laterais (Lynch et al., 2021). Dessa forma, a representação anatômica passa a sustentar explicações funcionais.

Furtak et al. (2012), em meta-análise sobre ensino de Ciências por investigação, mostram que abordagens investigativas tendem a produzir melhores resultados quando combinam participação ativa dos estudantes e orientação docente consistente. Isso significa que o professor não deve abandonar os estudantes diante do modelo, mas organizar situações em que eles observem, levantem hipóteses, testem explicações e revisem suas ideias (Furtak et al., 2012; Carvalho et al., 2013). Assim, o modelo atua como recurso mediador de uma atividade investigativa, e não como fim em si mesmo.

O ensino por investigação oferece uma base adequada para organizar o uso do modelo. Pedaste et al. (2015) descrevem o ciclo investigativo a partir de fases como orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão. Em uma sequência sobre anatomia da raiz, a orientação pode ocorrer por meio de perguntas sobre absorção de água; a conceitualização pode envolver hipóteses sobre a função dos tecidos; a investigação pode incluir exploração do modelo; e a discussão pode sistematizar as relações entre anatomia, fisiologia e ambiente (Pedaste et al., 2015).

É necessário, contudo, explicitar que todo modelo didático apresenta limites. As cores utilizadas no modelo não correspondem necessariamente à coloração natural dos tecidos vegetais; as proporções são ampliadas; e a organização representada simplifica a diversidade anatômica encontrada nas plantas (Gilbert, 2005; Vydra; Kováčik, 2024). Discutir essas limitações com os estudantes contribui para a compreensão da natureza dos modelos científicos, evitando que a representação seja confundida com o próprio objeto biológico (Ainsworth, 2006).

Dessa forma, o modelo tridimensional da anatomia da raiz deve ser compreendido como recurso para integrar visualização, manipulação e explicação. Sua contribuição pedagógica depende de perguntas investigativas, comparação entre representações, situações-problema e momentos de sistematização conceitual conduzidos pelo professor (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015). Quando usado dessa maneira, o modelo pode contribuir para superar abordagens centradas apenas na memorização de tecidos e favorecer uma compreensão mais integrada da Botânica (Sasseron, 2015; Suprapto et al., 2024).

4 DA TEORIA À PRÁTICA: CONSTRUINDO UM MODELO DIDÁTICO DA ANATOMIA DA RAIZ

O modelo apresentado neste capítulo foi desenvolvido para representar, em escala ampliada, um corte transversal de uma raiz primária de eudicotiledônea., destacando os principais tecidos envolvidos na absorção, condução e proteção da planta. Sua organização busca preservar a fidelidade anatômica sem comprometer a simplicidade necessária para utilização em ambientes escolares, permitindo que professores de diferentes níveis de ensino reproduzam o recurso utilizando materiais de baixo custo e de fácil obtenção. Outro aspecto importante refere-se à flexibilidade da proposta, o modelo pode ser confeccionado previamente pelo professor para utilização em aulas expositivas e investigativas ou construído pelos próprios estudantes durante atividades práticas. Nesta segunda possibilidade, a aprendizagem ocorre de forma ainda mais significativa, pois os participantes deixam de ser apenas observadores e passam a atuar como protagonistas na elaboração do recurso didático.

É importante destacar que o objetivo do modelo não é reproduzir todos os detalhes microscópicos presentes em uma raiz real, mas selecionar elementos essenciais para favorecer a compreensão inicial da organização anatômica. A simplificação é característica própria dos modelos didáticos, pois eles destacam determinados aspectos do fenômeno para torná-lo compreensível em determinado contexto de ensino (Gilbert, 2005). Contudo, essa simplificação precisa ser explicitada aos estudantes, para que compreendam que o modelo é uma representação didática e deve ser comparado a fotomicrografias, cortes anatômicos e materiais reais sempre que possível (Ainsworth, 2006; Vydra; Kováčik, 2024).

4.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS

A escolha dos materiais deve priorizar três aspectos fundamentais: baixo custo, durabilidade e facilidade de reprodução. Essa preocupação permite que o modelo seja confeccionado em diferentes contextos educacionais, independentemente da infraestrutura disponível. Para a construção do modelo são necessários: uma caixa de papelão grande, seis folhas de EVA (marrom, bege, azul, vermelho, cinza e preto), palitos de churrasco, 0,5 kg de biscuit, tinta para tecido marrom, caneta piloto bico fino, tesoura, estilete, régua, arame fino, cola instantânea, cola quente, cola branca, pincéis, verniz, etiquetas ou legendas identificando cada estrutura e, opcionalmente, velcro ou ímãs para tornar algumas partes removíveis.

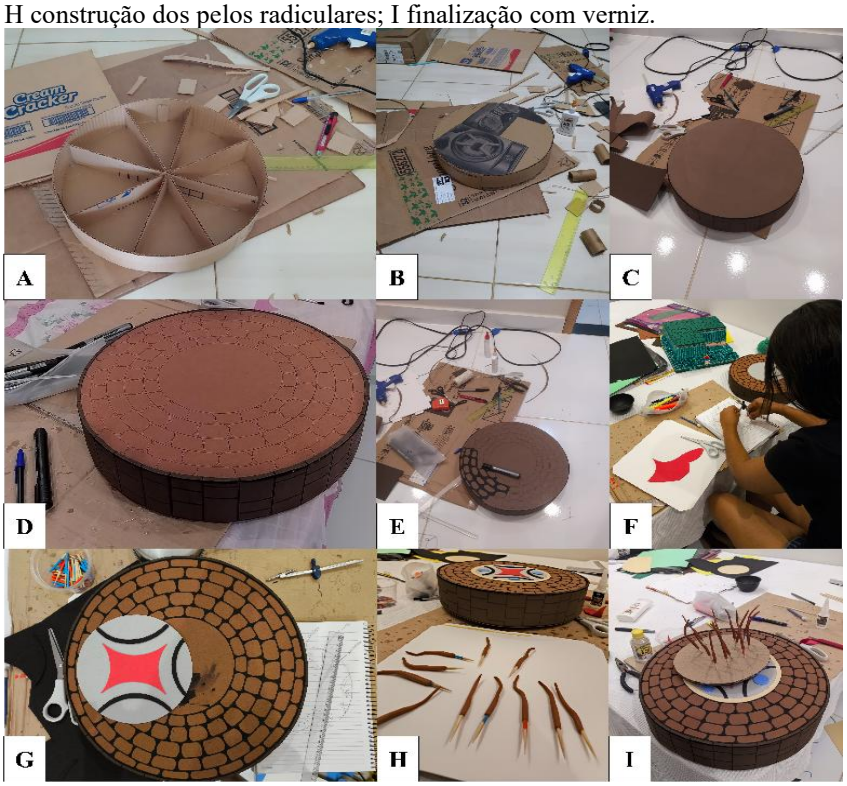
As cores distintas podem facilitar a diferenciação dos tecidos durante a exploração do modelo, pois recursos visuais auxiliam a organização de informações quando usados com finalidade pedagógica clara (Ainsworth, 2006). Entretanto, é necessário explicar que as cores possuem função didática e não correspondem obrigatoriamente à coloração real das estruturas observadas em microscopia (Gilbert, 2005). Essa explicação evita interpretações equivocadas e reforça a compreensão de que modelos científicos selecionam e simplificam aspectos do objeto estudado (Vydra; Kováčik, 2024).

4.2 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

A maquete de raiz foi montada utilizando as imagens encontradas em sites, artigos e laboratório científico, buscando maior semelhança com a realidade possível. Antes da confecção do modelo, recomenda-se analisar cortes anatômicos, fotomicrografias ou ilustrações de referência para compreender a organização dos tecidos da raiz. Elabora-se um desenho esquemático definindo a posição relativa de cada tecido e a escala do modelo. Esse planejamento facilita a montagem e garante maior fidelidade anatômica. As etapas consistiram em:

- Para iniciar, foi recortada a caixa e colada moldando o formando do modelo desejado (figuras 1 A e B).
- Todo o modelo foi forrado com EVA marrom (figura 1 C).
- Para fazer as células foi utilizado caneta piloto fina para desenhar (figuras 1 D e E).
- As estruturas centrais da raiz foram feitas com EVA de várias cores (figura 1 F e G).
- Para os pelos radiculares: foi colado um arame em um palito para que haja uma resistência na estrutura e o arame para moldar o formato. Em seguida foi modelado o biscuit tingido de marrom para formar os pelos radiculares (figura 1 H).
- Em seguida foi passado verniz e esperado secar (figura 1 I).
- Cada pelo radicular foi colado ao redor do modelo.

Figura 1: Etapas para construção do modelo didático da Anatomia da raiz: A e B, estrutura geral do modelo; C revestimento de todo modelo com EVA; D e E desenho das células com caneta e marcador piloto; F e G estruturas centrais com EVA; H construção dos pelos radiculares; I finalização com verniz.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

4.3 ASPECTOS PEDAGÓGICOS DA CONSTRUÇÃO

Quando realizada pelos alunos, a confecção do modelo não deve ser entendida apenas como uma atividade manual, a construção do recurso exige interpretar imagens anatômicas, selecionar materiais, discutir proporções, organizar estruturas e justificar decisões de representação (Gilbert, 2005; Ainsworth, 2006). Essas ações podem favorecer a aprendizagem quando articuladas a perguntas investigativas e a momentos de explicação coletiva, pois os estudantes deixam de apenas observar uma representação pronta e passam a participar de sua elaboração (Carvalho et al., 2013; Sasseron, 2015).

A construção coletiva também favorece a argumentação científica, pois estudantes precisam negociar interpretações, justificar escolhas e revisar explicações durante o processo (Sasseron, 2015). Quando essa atividade é conduzida por meio de problemas e hipóteses, aproxima-se dos princípios do ensino por investigação, nos quais a aprendizagem se desenvolve a partir da relação entre perguntas, evidências, explicações e discussão (Pedaste et al., 2015). Desse modo, o modelo deixa de ser apenas um produto e passa a constituir parte do próprio processo de aprendizagem (Furtak et al., 2012; Carvalho et al., 2013).

5 O MODELO EM AÇÃO: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

A utilização do modelo torna-se mais significativa quando incorporada a uma sequência didática que estimule a participação ativa dos estudantes. O ensino por investigação propõe que os estudantes sejam envolvidos em situações nas quais formulem hipóteses, interpretem evidências e construam explicações, sob mediação do professor (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015). Assim, o modelo da anatomia da raiz deve ser utilizado não apenas para demonstrar tecidos, mas para orientar observações, sustentar perguntas e promover relações entre anatomia, fisiologia e ambiente (Sasseron, 2015; Lynch et al., 2021).

A sequência proposta pode ser organizada em duas aulas de aproximadamente 45 a 50 minutos, com adaptações conforme o nível de ensino, o tempo disponível e os objetivos do professor. No Ensino Fundamental, recomenda-se priorizar funções gerais da raiz e relações com o solo (Krasilchik; Marandino, 2007); no Ensino Médio, pode-se aprofundar a organização dos tecidos e sua relação com absorção, condução e adaptação ambiental (Lynch et al., 2021); na formação de professores, a proposta pode ser analisada também quanto à mediação, avaliação e acessibilidade (Carvalho et al., 2013; CAST, 2018).

PLANO DE AULA – Educação Básica

UNIDADE TEMÁTICA: Vida e Evolução.

TEMA: Anatomia Vegetal.

CONTEÚDO: Anatomia da raiz.

PÚBLICO SUGERIDO: Ensino Médio ou anos finais do Ensino Fundamental, com adaptações.

COMPETÊNCIA GERAL DA BNCC: 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 com base nos conhecimentos das diferentes áreas (BRASIL, 2018).

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS: Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, vida e evolução, Terra e Universo, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (BRASIL, 2018).

HABILIDADES SUGERIDAS:

EM13CNT202: Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus 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 (BRASIL, 2018).

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (BRASIL, 2018).

OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM

Objetivos conceituais: conhecer e identificar cada estrutura anatômica de uma raiz de eudicotiledônea, assim como suas respectivas funções.

Objetivos procedimentais: desenvolver habilidade de identificação anatômica através do preenchimento da carta disponibilizada com as estruturas estudadas sobre folha, com o intuito de possibilitar a confirmação do conteúdo abordado.

Objetivos atitudinais: Adotar uma percepção botânica, com o intuito de reconhecer a importância dos vegetais e romper dificuldades no aprendizado da botânica.

PRIMEIRA AULA: OBSERVAÇÃO, PROBLEMATIZAÇÃO E EXPLORAÇÃO INICIAL

DURAÇÃO: 45 min

A aula será iniciada apresentando os diferentes tipos de raiz, serão utilizados alguns exemplos de plantas presentes na escola ou próximo.

Serão apresentadas imagens de vegetais que estão presentes na região, ou até mesmo na escola. Será iniciado um debate com perguntas como:

Todas as plantas possuem raízes iguais?

Como a água presente no solo chega até as folhas?

Por que algumas espécies resistem melhor aos períodos de seca?

O que aconteceria se as raízes deixassem de absorver água por alguns dias?

(15 min)

Após o diálogo que desperte a curiosidade dos discentes, será iniciada a apresentação do conteúdo utilizando o modelo didático de raiz (figura 2). Será explicado o processo de corte histológico para chegar à observação das estruturas utilizando um microscópio.

Os estudantes observam atentamente sua organização e discutem perguntas como:

Qual tecido parece proteger a raiz?

Onde a água provavelmente percorre seu caminho até o caule?

Existe alguma estrutura que controle essa passagem?

Nesse momento, não há respostas prontas. A intenção é incentivar a formulação de hipóteses.

Após a discussão inicial, inicia-se a identificação dos principais tecidos com auxílio da legenda (figura 3).

Os estudantes localizam: epiderme, córtex, xilema, floema, endoderme, pelos radiculares e câmbio.

(30 min)

SEGUNDA AULA: IDENTIFICAÇÃO, SITUAÇÕES-PROBLEMA E ARGUMENTAÇÃO

DURAÇÃO: 45 min

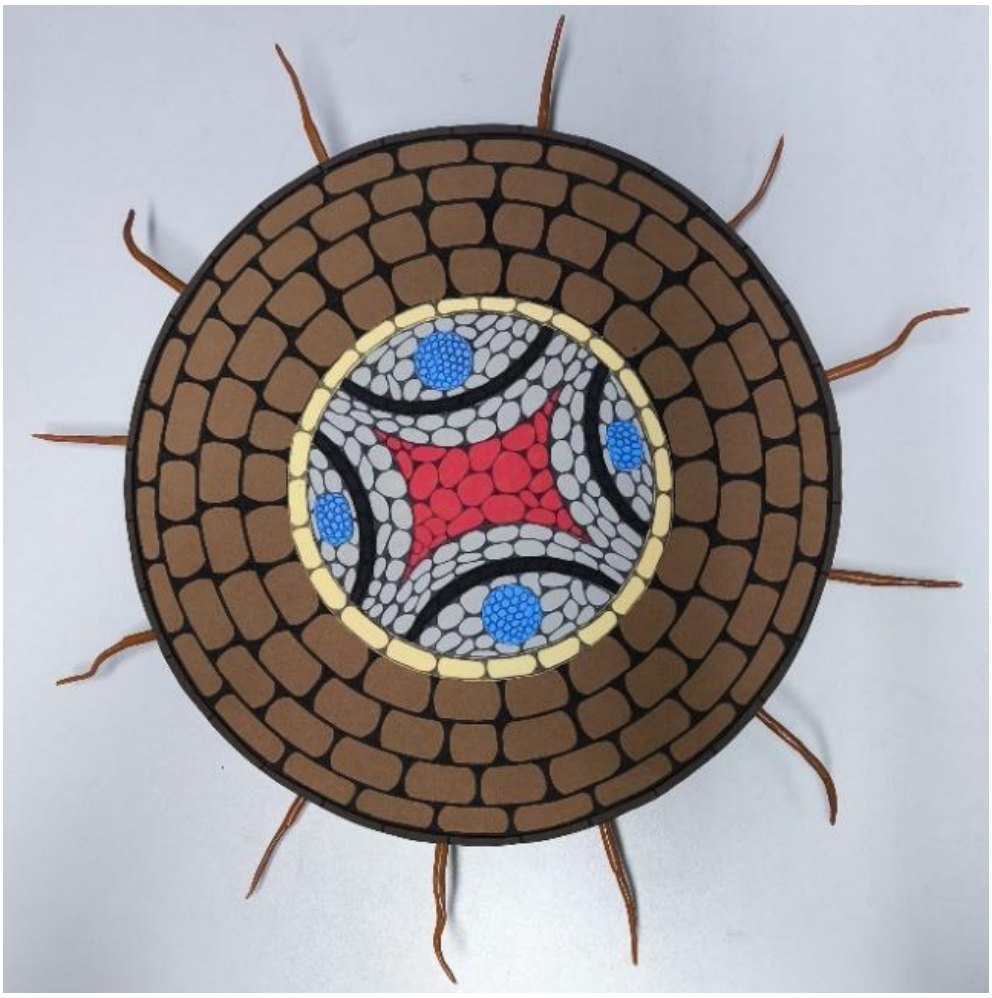
Na segunda aula sobre o órgão vegetativo raiz, será mostrada a maquete novamente aos alunos, mas não mais com a legenda. (10 min)

Serão levadas cópias da carta (figura 4) elaborada como atividade para intensificar a aprendizagem. Os alunos irão observar cada estrutura e identificar o nome de cada uma em suas respectivas posições.

Os alunos recebem pequenos desafios para discussão.

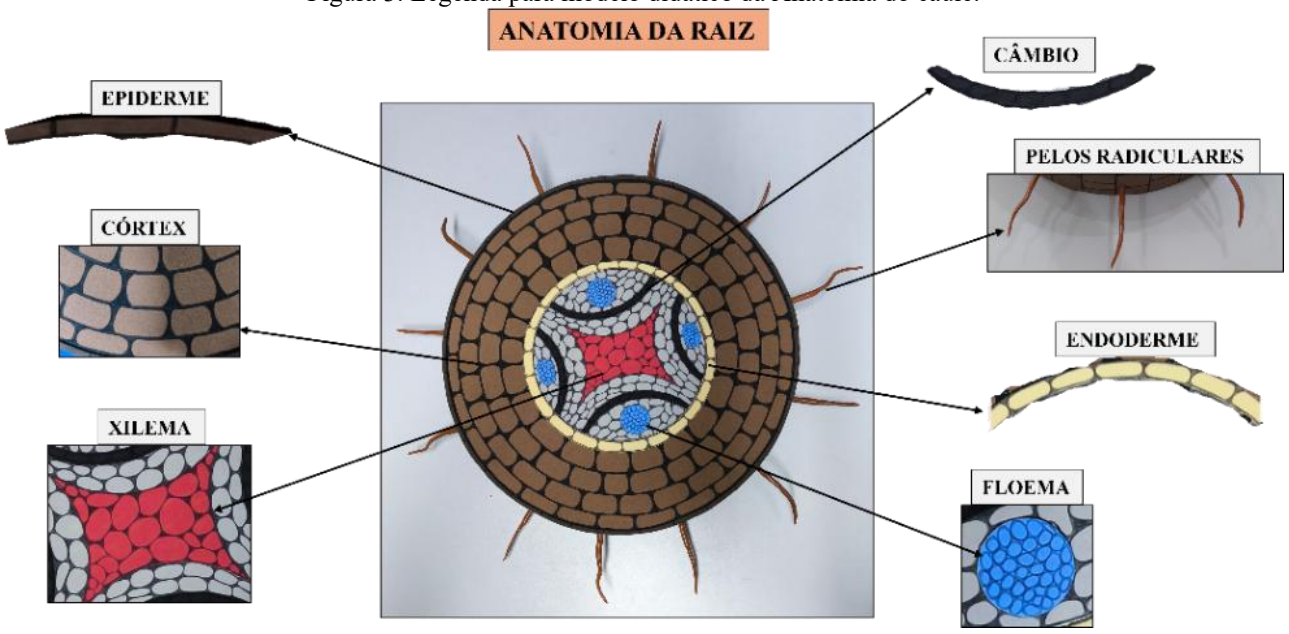
Exemplos:
O que aconteceria se a endoderme deixasse de controlar a entrada de substâncias?
Como uma raiz consegue absorver água em um solo muito seco?
Por que plantas com raízes profundas costumam resistir melhor aos períodos de estiagem?
Como as raízes participam da recuperação de áreas degradadas?
As respostas devem ser construídas utilizando o modelo como suporte para argumentação. (25 min)
Ao final da atividade, cada grupo apresenta suas conclusões.
O professor organiza uma síntese coletiva destacando:
a organização dos tecidos; suas funções; a relação entre anatomia e absorção de água; a importância das raízes para a sobrevivência das plantas.
Por fim, retoma as perguntas apresentadas no início da aula, permitindo que os estudantes comparem suas respostas iniciais com os conhecimentos construídos durante a sequência didática. (10 min)

Figura 2: Modelo didático da Anatomia da raiz.



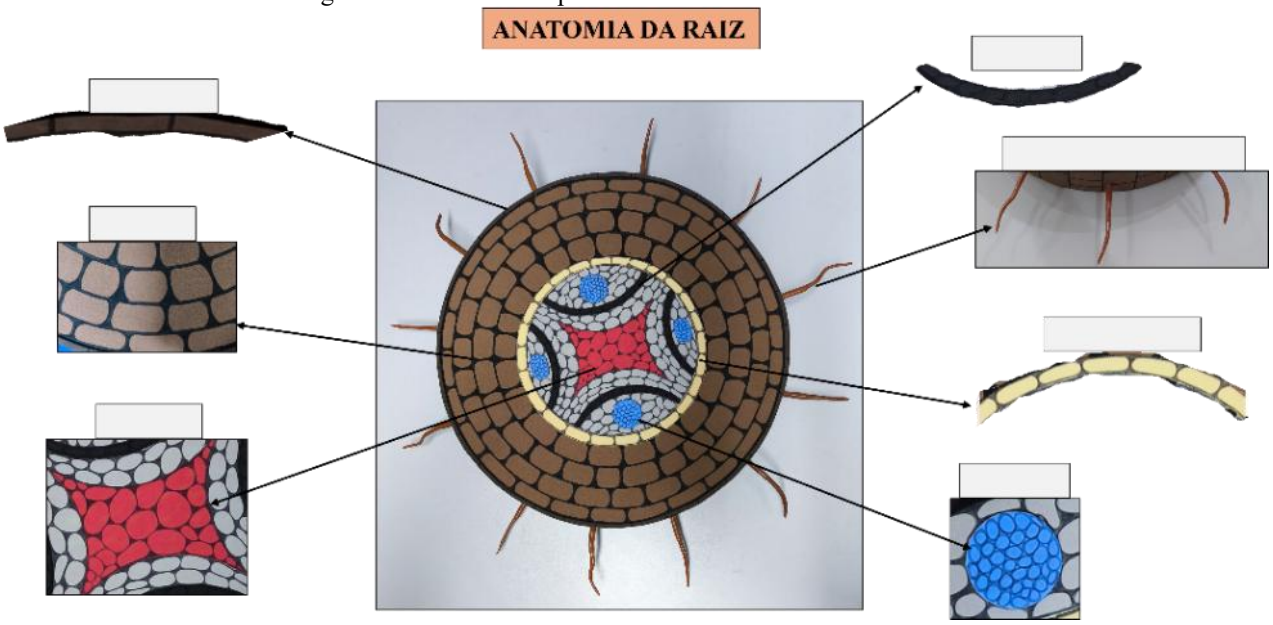
Fonte: Acervo dos autores (2026).

Figura 3. Legenda para modelo didático da Anatomia do caule.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 4: Carta didática para exercício sobre a anatomia da raiz



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

6 AVALIANDO A APRENDIZAGEM: ESTRATÉGIAS PARA ACOMPANHAR A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

A avaliação da aprendizagem no ensino de Ciências deve ser compreendida como processo contínuo, capaz de acompanhar o desenvolvimento conceitual dos estudantes e orientar as intervenções docentes (Carvalho et al., 2013). No ensino da anatomia da raiz, avaliar apenas a identificação de tecidos pode ser insuficiente, pois o estudante pode memorizar nomes sem compreender a função das estruturas ou suas relações com o ambiente (Vydra; Kováčik, 2024). Por isso, a avaliação deve contemplar a capacidade

de relacionar rizoderme e absorção (Duddek et al., 2023), endoderme e seletividade (Geldner, 2013), periciclo e organização interna da raiz (Lynch et al., 2021), além da relação entre sistema radicular e ambiente (Freschet et al., 2021).

O modelo didático amplia possibilidades de avaliação formativa porque permite observar como os estudantes explicam, manipulam, questionam e relacionam as estruturas representadas (Ainsworth, 2006; Suprapto et al., 2024). Durante a atividade, o professor pode identificar dificuldades conceituais, como confundir periciclo com câmbio, interpretar a endoderme apenas como camada de separação ou associar pelos radiculares somente a "pelos" sem discutir sua função na absorção (Geldner, 2013; Duddek et al., 2023). Essas evidências permitem intervenções imediatas, coerentes com uma avaliação integrada ao processo de ensino (Carvalho et al., 2013; Sasseron, 2015).

6.1 UTILIZANDO AS CARTAS DIDÁTICAS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

As cartas didáticas produzidas para acompanhar o modelo da anatomia da raiz constituem um recurso versátil para avaliar a aprendizagem de maneira dinâmica e participativa. Elas possibilitam que os estudantes mobilizem conhecimentos anatômicos e fisiológicos ao identificar estruturas, explicar funções e resolver pequenas situações-problema relacionadas ao funcionamento da raiz.

As cartas podem ser utilizadas em diferentes momentos da sequência didática.

- Antes da atividade: como instrumento diagnóstico, permitem identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os tecidos radiculares e suas funções, orientando o planejamento das intervenções do professor.
- Durante a exploração do modelo: as cartas favorecem discussões entre os grupos, estimulando a identificação dos tecidos, a interpretação de suas funções e a construção de explicações fundamentadas na organização anatômica observada no modelo.
- Após a sequência didática: ao final das atividades, as cartas podem ser reaplicadas para verificar avanços na aprendizagem, permitindo comparar as respostas iniciais e finais dos estudantes e identificar mudanças na compreensão dos conceitos.

6.2 OUTRAS POSSIBILIDADES DE AVALIAÇÃO

Além das cartas didáticas, diferentes estratégias podem ser incorporadas ao processo avaliativo.

- Explicação oral: solicitar que os estudantes utilizem o modelo para explicar como ocorre a absorção de água desde o solo até a chegada ao xilema.
- Construção de esquemas: propor a elaboração de desenhos esquemáticos identificando os principais tecidos e descrevendo suas funções.

- Mapa conceitual: construir mapas relacionando anatomia, absorção de água, condução, crescimento e adaptação das plantas ao ambiente.
- Situações-problema: apresentar questões que exijam interpretação científica, como: *O que aconteceria se a endoderme deixasse de controlar a passagem da água para o cilindro vascular? Por que espécies adaptadas a ambientes secos costumam apresentar sistemas radiculares mais desenvolvidos? Como as associações entre raízes e fungos podem beneficiar o crescimento das plantas?*

Essas atividades favorecem a aplicação dos conceitos em novos contextos e estimulam o desenvolvimento do pensamento científico. Durante a sequência didática, recomenda-se considerar aspectos como: identificação correta dos principais tecidos da raiz; compreensão da organização espacial dos tecidos radiculares; capacidade de relacionar estrutura e função; entendimento do papel da endoderme no controle da absorção; compreensão do percurso da água até o xilema; utilização adequada da linguagem científica; qualidade da argumentação durante as discussões; participação nas atividades investigativas; colaboração nas atividades caso sejam realizadas em grupo. Esses critérios permitem avaliar não apenas a aprendizagem conceitual, mas também competências relacionadas à investigação científica e à construção coletiva do conhecimento.

7 AMPLIANDO POSSIBILIDADES: ADAPTAÇÕES DA PROPOSTA PARA DIFERENTES CONTEXTOS DE ENSINO

A versatilidade dos modelos didáticos permite que um mesmo recurso seja utilizado em diferentes contextos educacionais, desde os anos finais do Ensino Fundamental até a formação de professores e cursos superiores. No caso da anatomia da raiz, essa flexibilidade torna-se ainda mais relevante, pois o modelo favorece a compreensão de processos que normalmente permanecem ocultos aos estudantes, como a absorção de água e nutrientes, o transporte de substâncias e as interações entre as plantas e o solo. Ao adaptar a proposta para diferentes públicos, o professor pode selecionar conteúdos, aprofundar discussões e reorganizar estratégias metodológicas de acordo com os objetivos de aprendizagem e as características da turma. Dessa forma, o modelo deixa de ser um recurso destinado exclusivamente ao ensino de Anatomia Vegetal e passa a contribuir para abordagens interdisciplinares envolvendo Fisiologia Vegetal, Ecologia, Ciências do Solo, Conservação da Biodiversidade e Educação Ambiental. Além disso, por ser confeccionado com materiais de baixo custo e fácil obtenção, o modelo pode ser reproduzido em escolas com diferentes condições de infraestrutura, ampliando o acesso às atividades práticas e favorecendo experiências de aprendizagem mais inclusivas e participativas.

7.1 ENSINO FUNDAMENTAL

Nos anos finais do Ensino Fundamental, recomenda-se utilizar o modelo para explorar funções básicas da raiz, como fixação, absorção de água e nutrientes e relação com o solo (Krasilchik; Marandino, 2007). Nessa etapa, a terminologia anatômica deve ser introduzida de forma gradual, evitando excesso de nomes técnicos sem relação funcional (Sasseron, 2015). O professor pode priorizar perguntas próximas ao cotidiano, como por que uma planta murcha quando falta água, por que algumas raízes são mais longas e como o solo influencia o crescimento vegetal (Freschet et al., 2021; Mehra et al., 2025).

A atividade pode ser articulada à observação de plantas no pátio da escola, ao cultivo de sementes em recipientes transparentes ou à comparação de raízes de diferentes espécies. Essas estratégias aproximam o conteúdo da experiência dos estudantes e permitem relacionar observação direta e representação didática (Carvalho et al., 2013). O modelo tridimensional, nesse caso, funciona como ponte entre a raiz visível externamente e os tecidos internos que não podem ser observados a olho nu (Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024).

7.2 ENSINO MÉDIO

No Ensino Médio, o modelo permite aprofundar a organização dos tecidos radiculares e sua relação com processos fisiológicos. A rizoderme e os pelos radiculares podem ser relacionados à absorção de água (Duddek et al., 2023); o córtex, ao transporte radial e à interação com microrganismos (Diagne et al., 2020); a endoderme, ao controle seletivo de água e solutos (Geldner, 2013; Reyt et al., 2021); e o xilema e o floema, à condução de substâncias no corpo vegetal (Lynch et al., 2021). Essa abordagem amplia a compreensão da raiz como órgão integrado ao funcionamento da planta.

O conteúdo também pode ser relacionado a temas contemporâneos, como disponibilidade hídrica, agricultura sustentável, desertificação, restauração ecológica e mudanças climáticas. A arquitetura radicular influencia a exploração do solo e a captura de recursos (Rogers; Benfey, 2015), enquanto as interações entre raízes, microrganismos e propriedades do solo podem afetar a nutrição e a adaptação vegetal (Galindo-Castañeda et al., 2022). Ao estabelecer essas relações, o ensino da anatomia da raiz contribui para a alfabetização científica e para a compreensão de problemas socioambientais (Sasseron, 2015; Freschet et al., 2021).

7.3 ENSINO SUPERIOR

Na graduação, especialmente em cursos de Ciências Biológicas, Agronomia, Engenharia Florestal e áreas afins, o modelo pode complementar aulas práticas de Anatomia Vegetal, Fisiologia Vegetal, Ecologia e Ciências do Solo. Nesse nível, podem ser discutidas diferenças entre raiz primária e crescimento secundário, função do periciclo, formação de raízes laterais, barreiras endodérmicas, plasticidade radicular

e relação entre anatomia e arquitetura da raiz (Geldner, 2013; Lynch et al., 2021; Mehra et al., 2025). O modelo também pode ser comparado a cortes histológicos reais, permitindo discutir limites e simplificações da representação (Ainsworth, 2006; Vydra; Kováčik, 2024).

Nos cursos de licenciatura, a construção do modelo pode integrar disciplinas de Ensino de Ciências e Biologia. Futuros professores podem ser convidados a construir recursos didáticos, elaborar perguntas investigativas, planejar sequências didáticas, produzir rubricas avaliativas e discutir acessibilidade (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015). Essa formação é importante porque o uso de modelos didáticos exige não apenas habilidade manual, mas também domínio conceitual, planejamento pedagógico e capacidade de mediação (Sasseron, 2015; Gilbert, 2005).

7.4 EDUCAÇÃO INCLUSIVA

A natureza tridimensional do modelo pode ampliar possibilidades de exploração tátil e espacial, especialmente quando o recurso é planejado com texturas, relevos, contrastes, legendas ampliadas e descrições orais (CAST, 2018). A Lei Brasileira de Inclusão estabelece princípios de acessibilidade e participação das pessoas com deficiência, o que reforça a necessidade de planejar recursos didáticos que reduzam barreiras e ampliem formas de acesso ao conhecimento (Brasil, 2015). Assim, o modelo pode favorecer a participação de estudantes com baixa visão ou dificuldades de abstração espacial, desde que adaptado às necessidades reais da turma (CAST, 2018).

É importante evitar afirmar que o modelo, por si só, garante inclusão. A acessibilidade depende do desenho da atividade, da mediação docente, dos materiais utilizados e das características dos estudantes (Brasil, 2015). Quando necessário, podem ser incorporadas etiquetas em braille, audiodescrição, peças removíveis, contrastes acentuados, diferentes texturas e momentos de exploração em pequenos grupos (CAST, 2018). Essas adaptações devem ser pensadas desde o planejamento, e não acrescentadas apenas ao final da proposta.

7.5 FEIRAS DE CIÊNCIAS, EXTENSÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

O modelo da anatomia da raiz também apresenta potencial para feiras de Ciências, exposições, visitas escolares e ações de extensão universitária. Nesses espaços, o recurso pode ajudar a explicar como as raízes participam da absorção de água, da conservação do solo, da adaptação à seca e da manutenção dos ecossistemas (Lynch et al., 2021; Freschet et al., 2021). A divulgação científica deve aproximar os conceitos da experiência do público, sem reduzir o rigor das explicações (Krasilchik; Marandino, 2007).

Em atividades de extensão, perguntas como “como a água entra na planta?”, “por que as raízes ajudam a proteger o solo?” e “o que acontece com uma planta quando o solo perde água?” podem funcionar como ponto de partida para o diálogo com diferentes públicos. Essas questões permitem relacionar

conhecimento botânico, problemas ambientais e tomada de decisão, aspectos centrais para a alfabetização científica (Sasseron, 2015). O modelo, portanto, pode favorecer não apenas a aprendizagem escolar, mas também a comunicação pública da Botânica (Vydra; Kováčik, 2024).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo tridimensional proposto para o estudo da raiz contribui para tornar visível uma estrutura que, por se desenvolver predominantemente no solo, apresenta particular dificuldade de observação e compreensão. A representação de seus tecidos possibilita relacionar a organização interna da raiz às funções de absorção, condução, fixação e armazenamento. Sua utilização também favorece a articulação entre anatomia radicular e condições ambientais, permitindo abordar questões relacionadas à disponibilidade de água e nutrientes, às características do solo, às interações na rizosfera e à conservação ambiental. Dessa maneira, o conteúdo anatômico pode ser relacionado a situações concretas envolvendo a sobrevivência e o desenvolvimento das plantas. Portanto, a proposta amplia as possibilidades de ensino da anatomia da raiz ao aproximar estrutura, função e ambiente, sem substituir a observação de raízes reais e materiais microscópicos.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, Shaaron. DeFT: a conceptual framework for considering learning with multiple representations. **Learning and Instruction**, v. 16, n. 3, p. 183-198, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001.

BARRY, L.; BACA CABRERA, Juan Carlos; LUCAS, M.; LOBET, G.; BOURSIAC, Y.; GRONDIN, A. Role of xylem in root hydraulics: functionality and implications for drought adaptation. **Quantitative Plant Biology**, v. 6, e42, 2025. DOI: https://doi.org/10.1017/qpb.2025.10026.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

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

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CAST. **Universal Design for Learning Guidelines version 2.2**. Wakefield: CAST, 2018. Disponível em: https://udlguidelines.cast.org. Acesso em: 10 set. 2026.

DIAGNE, N.; NGOM, M.; DJIGHALY, P. I.; FALL, D.; HOCHER, V.; SVISTOONOFF, S. Roles of arbuscular mycorrhizal fungi on plant growth and performance: importance in biotic and abiotic stressed regulation. **Diversity**, v. 12, n. 10, p. 370, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/d12100370.

DUDDEK, P.; AHMED, M. A.; JAVAUX, M.; VANDERBORGHT, J.; LOVRIC, G.; KING, A.; CARMINATI, A. The effect of root hairs on root water uptake is determined by root–soil contact and root hair shrinkage. **New Phytologist**, v. 240, n. 6, p. 2484-2497, 2023. DOI: https://doi.org/10.1111/nph.19144.

EN, Y.; YAMAJI, N.; MA, J. F. Linking root morphology and anatomy with transporters for mineral element uptake in plants. **Plant and Soil**, v. 484, n. 1, p. 1-12, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s11104-022-05692-y.

ERKTAN, A.; MCCORMACK, M. L.; ROUMET, C. Frontiers in root ecology: recent advances and future challenges. **Plant and Soil**, v. 424, n. 1, p. 1-9, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s11104-018-3618-5.

FRESCHET, Grégoire T. et al. A starting guide to root ecology: strengthening ecological concepts and standardising root classification, sampling, processing and trait measurements. **New Phytologist**, v. 232, n. 3, p. 973-1122, 2021. DOI: https://doi.org/10.1111/nph.17572.

FURTAK, Erin Marie; SEIDEL, Tina; IVERSON, Heidi; BRIGGS, Derek C. Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. **Review of Educational Research**, v. 82, n. 3, p. 300-329, 2012. DOI: https://doi.org/10.3102/0034654312457206.

GALINDO-CASTAÑEDA, T.; LYNCH, J. P.; SIX, J.; HARTMANN, M. Improving soil resource uptake by plants through capitalizing on synergies between root architecture and anatomy and root-associated microorganisms. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 827369, 2022. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2022.827369.

GELDNER, Niko. The endodermis. **Annual Review of Plant Biology**, v. 64, p. 531-558, 2013. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120050.

GILBERT, John K. (ed.). **Visualization in science education**. Dordrecht: Springer, 2005. DOI: https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2.

HODGE, A.; BERTA, G.; DOUSSAN, C.; MERCHAN, F.; CRESPI, M. Plant root growth, architecture and function. **Plant and Soil**, v. 321, n. 1, p. 153-187, 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/s11104-009-9929-9.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

LYNCH, Jonathan P. et al. Root anatomy and soil resource capture. **Plant and Soil**, v. 466, n. 1, p. 21-63, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s11104-021-05010-y.

MEHRA, P. et al. Root growth and development in “real life”: advances and challenges in studying root–environment interactions. **Annual Review of Plant Biology**, v. 76, p. 467-492, 2025. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-083123-074506.

PEC, G. J.; LJUBOTINA, M. K.; CAHILL JR., J. F. Methods in belowground botany. **Applications in Plant Sciences**, v. 7, n. 4, e01239, 2019. DOI: https://doi.org/10.1002/aps3.1239.

PEDASTE, Margus et al. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003.

REYT, Guillaume et al. Two chemically distinct root lignin barriers control solute and water balance. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, 2320, 2021. DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-021-22550-0.

ROGERS, Eric D.; BENFEY, Philip N. Regulation of plant root system architecture: implications for crop advancement. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 32, p. 93-98, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.copbio.2014.11.015.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49-67, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04.

SUPRAPTO, P. K. et al. Plant anatomy: definition, classification of plant organs and tissue, and design of a visuospatial transformation learning model for teaching biology. **Indonesian Journal of Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 557-584, 2024. DOI: https://doi.org/10.17509/ijost.v9i2.72105.

VYDRA, M.; KOVÁČIK, J. Visual plant anatomy: from science to education and vice versa. **Journal of Biosciences**, v. 49, n. 2, 48, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s12038-024-00436-9.

CAPÍTULO 8

ENTRE SUSTENTAÇÃO E CONDUÇÃO: CONSTRUÇÃO E PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ANATOMIA DO CAULE

BETWEEN SUPPORT AND TRANSPORT: CONSTRUCTION AND PROPOSAL FOR THE APPLICATION OF A DIDACTIC MODEL FOR TEACHING STEM ANATOMY

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-008

Gesilene dos Santos Correia
Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: gessilenesantos68@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8110397089365574
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2783-9711

Leonardo Silva-Santos
Doutor em Botânica
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: leosilva.biologia@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4856406620287194
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0065-0487

Claudio Sergio Lisi
Doutor em Ciências
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: clcslisi@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0227076193059793
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2837-2784

RESUMO

O ensino da Anatomia Vegetal frequentemente apresenta desafios relacionados à visualização de estruturas microscópicas, à interpretação de cortes anatômicos e à compreensão das relações entre estrutura e função nos órgãos vegetativos. No caso do caule, essas dificuldades tornam-se evidentes quando os estudantes precisam compreender a organização espacial de tecidos como epiderme ou periderme, córtex, floema, câmbio vascular, xilema e medula, bem como sua participação na sustentação, na condução de substâncias e no crescimento vegetal. Este capítulo apresenta a construção e uma proposta de aplicação de um modelo didático tridimensional para o ensino da anatomia do caule, com ênfase em um caule de eudicotiledônea com feixes vasculares colaterais abertos organizados em anel. A proposta fundamenta-se em referenciais da Anatomia Vegetal, da aprendizagem com representações, do ensino por investigação, da modelagem científica e da alfabetização científica. O modelo foi elaborado com materiais de baixo custo e pode ser utilizado em aulas da Educação Básica, formação inicial de professores, atividades de extensão, feiras de Ciências e divulgação científica. Além do processo de construção, são apresentadas possibilidades de

mediação docente, questões investigativas, estratégias de avaliação e adaptações para diferentes contextos educativos. A proposta não pretende substituir a observação microscópica ou o estudo de materiais vegetais reais, mas oferecer uma mediação visual, tátil e conceitual que favoreça a compreensão integrada da anatomia caulinar, relacionando tecidos, funções, crescimento secundário, formação da madeira, adaptações vegetais e problemas ambientais contemporâneos.

Palavras-chave: Alfabetização científica; Anatomia do caule; Anatomia Vegetal; Ensino de Botânica; Ensino por investigação; Modelo didático.

ABSTRACT

Teaching Plant Anatomy often involves challenges related to the visualization of microscopic structures, the interpretation of anatomical sections, and the understanding of relationships between structure and function in vegetative organs. In the case of the stem, these difficulties become evident when students need to understand the spatial organization of tissues such as the epidermis or periderm, cortex, phloem, vascular cambium, xylem, and pith, as well as their roles in support, transport, and plant growth. This chapter presents the construction and a proposal for the application of a three-dimensional didactic model for teaching stem anatomy, with emphasis on a eudicot stem with open collateral vascular bundles arranged in a ring. The proposal is grounded in references from Plant Anatomy, learning with representations, inquiry-based science education, scientific modeling, and scientific literacy. The model was developed using low-cost materials and can be applied in Basic Education classes, initial teacher education, university extension activities, Science fairs, and science communication contexts. In addition to the construction process, the chapter presents possibilities for teaching mediation, inquiry questions, assessment strategies, and adaptations for different educational settings. The proposal does not aim to replace microscopic observation or the study of real plant materials, but rather to provide visual, tactile, and conceptual mediation that supports an integrated understanding of stem anatomy by relating tissues, functions, secondary growth, wood formation, plant adaptations, and contemporary environmental issues.

Keywords: Botany Teaching; Didactic Model; Inquiry-Based Science Education; Plant Anatomy; Scientific Literacy; Stem Anatomy.

1 INTRODUÇÃO

O caule é um órgão vegetativo fundamental das plantas vasculares, pois participa da sustentação de folhas, flores e frutos, da condução de água, nutrientes minerais e fotoassimilados, do armazenamento de substâncias e, em algumas espécies, da fotossíntese e da propagação vegetativa (Raven; Evert; Eichhorn,

2014; Appezzato-Da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2012). Sua organização anatômica expressa a integração entre tecidos de revestimento, tecidos fundamentais e tecidos vasculares, permitindo compreender como estrutura e função se articulam no corpo vegetal (Evert, 2006; Raven; Evert; Eichhorn, 2014). Por isso, o estudo do caule é essencial para relacionar Anatomia Vegetal, Fisiologia Vegetal, Ecologia, evolução das formas vegetais e usos sociais das plantas (Pratt; Jacobsen, 2017; Isnard et al., 2012).

Apesar dessa importância, a anatomia do caule ainda constitui um conteúdo de difícil apropriação para muitos estudantes, sobretudo quando é apresentada apenas por meio de esquemas bidimensionais e listas de nomenclaturas (Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024). A dificuldade aumenta quando o estudante precisa compreender a disposição espacial dos tecidos vasculares, a posição do câmbio vascular entre xilema e floema e a relação entre organização anatômica, transporte e sustentação (Evert, 2006; Koddenberg, 2025). Assim, o problema pedagógico não se limita a identificar tecidos, mas envolve compreender como eles atuam de modo integrado no funcionamento do órgão (Vydra; Kováčik, 2024).

Em caules jovens de eudicotiledôneas, é comum que os feixes vasculares colaterais abertos estejam organizados em anel, com floema em posição mais externa, xilema em posição mais interna e câmbio vascular entre esses tecidos (Appezzato-Da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2012; Evert, 2006). Em espécies com crescimento secundário, a atividade do câmbio vascular origina xilema secundário para o interior e floema secundário para o exterior, contribuindo para o aumento em espessura e para a formação da madeira (Evert, 2006; Włoch; Iqbal; Jura-Morawiec, 2023). Essa dinâmica, embora fundamental para compreender caules lenhosos, anéis de crescimento e recursos florestais, costuma exigir alto grau de abstração quando trabalhada apenas de forma verbal ou por imagens estáticas (Rathgeber; Cuny; Fonti, 2016; Koddenberg, 2025).

Os modelos didáticos tridimensionais podem contribuir para reduzir parte dessa abstração ao ampliar estruturas microscópicas e permitir que os estudantes observem e manipulem relações espaciais entre tecidos (Ainsworth, 2006; Gilbert, 2005). No ensino de Anatomia Vegetal, propostas baseadas em transformação visuoespacial entre representações bidimensionais e tridimensionais podem favorecer a compreensão da organização de órgãos e tecidos vegetais (Suprapto et al., 2024). No caso da anatomia do caule, recursos tridimensionais também dialogam com abordagens recentes de ensino de anatomia da madeira, que exploram dados e modelos 3D para tornar mais visível a complexidade dos tecidos lenhosos (Koddenberg, 2025).

Entretanto, um modelo didático não possui valor pedagógico apenas por ser tridimensional ou visualmente atraente. A aprendizagem com representações depende das tarefas propostas, das interpretações construídas pelos estudantes e das mediações realizadas pelo professor (Ainsworth, 2006; Gilbert, 2005). Quando articulado ao ensino por investigação, o modelo pode apoiar a formulação de hipóteses, a análise

de evidências, a argumentação e a construção coletiva de explicações científicas (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015; Sasseron, 2015).

Este capítulo apresenta a construção e uma proposta de aplicação de um modelo didático tridimensional para o ensino da anatomia do caule. A escolha do título com a expressão "proposta de aplicação" decorre do fato de o texto organizar uma sequência didática e possibilidades de uso, sem apresentar dados sistemáticos de aplicação empírica com turma, instrumentos de coleta e análise de resultados (Carvalho et al., 2013; Sasseron, 2015). Dessa forma, o capítulo busca oferecer aos professores um recurso de baixo custo, cientificamente revisado e pedagogicamente orientado para relacionar sustentação, condução, crescimento e adaptação das plantas (Evert, 2006; Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024).

2 O CAULE COMO EIXO DE INTEGRAÇÃO DA PLANTA

O caule atua como eixo de integração do corpo vegetal porque conecta raízes, folhas, flores e frutos, possibilitando a continuidade estrutural e fisiológica da planta (Raven; Evert; Eichhorn, 2014). Essa integração depende da organização dos tecidos vasculares: o xilema participa do transporte de água e nutrientes minerais, enquanto o floema transporta fotoassimilados e outros compostos orgânicos (Evert, 2006). Ao mesmo tempo, tecidos fundamentais e de revestimento contribuem para sustentação, armazenamento, proteção e, em alguns casos, fotossíntese caulinar (Appezzato-Da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2012; Pratt; Jacobsen, 2017).

A estrutura do caule varia conforme o grupo vegetal, o estágio de desenvolvimento e as adaptações da espécie ao ambiente (Raven; Evert; Eichhorn, 2014). Em caules jovens de eudicotiledôneas, a disposição dos feixes vasculares em anel favorece a identificação didática de epiderme, córtex, floema, câmbio vascular, xilema e medula (Appezzato-Da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2012). Essa organização, contudo, não deve ser apresentada como modelo universal para todos os caules, pois monocotiledôneas, eudicotiledôneas herbáceas, eudicotiledôneas lenhosas e formas modificadas apresentam variações anatômicas importantes (Evert, 2006; Vydra; Kováčik, 2024).

A presença do câmbio vascular em feixes colaterais abertos permite discutir a passagem entre a estrutura primária e o crescimento secundário do caule (Evert, 2006). O câmbio vascular constitui um meristema lateral que produz tecidos vasculares secundários, formando xilema secundário em direção ao interior e floema secundário em direção ao exterior (Włoch; Iqbal; Jura-Morawiec, 2023). Em caules lenhosos, esse processo está diretamente relacionado à formação da madeira, ao aumento do diâmetro do tronco e à produção de anéis de crescimento em diversas espécies (Rathgeber; Cuny; Fonti, 2016; De Micco et al., 2019).

O xilema desempenha papel central na condução de água, mas também participa da sustentação mecânica e do armazenamento em plantas lenhosas (Pratt; Jacobsen, 2017). O floema, por sua vez, distribui fotoassimilados produzidos principalmente nas folhas, conectando regiões fonte e dreno do corpo vegetal (Evert, 2006). Essa interação entre tecidos permite discutir o caule não como suporte estático, mas como sistema funcional no qual condução, crescimento, armazenamento e sustentação ocorrem de maneira integrada (Raven; Evert; Eichhorn, 2014; Pratt; Jacobsen, 2017).

As modificações caulinares ampliam ainda mais o potencial didático desse conteúdo. Rizomas, tubérculos, colmos, cladódios, estolões e caules suculentos mostram que o caule pode atuar no armazenamento, na propagação vegetativa, na fotossíntese e na sobrevivência em ambientes com diferentes pressões ecológicas (Raven; Evert; Eichhorn, 2014; Herben; Klimešová, 2020). Estudos sobre evolução de formas de crescimento também evidenciam que arquitetura, anatomia e biomecânica vegetal estão associadas à diversificação das plantas (Isnard et al., 2012).

Essas relações tornam a anatomia caulinar um conteúdo fértil para integrar Botânica, Ecologia, Agricultura, conservação, manejo florestal e educação ambiental (De Micco et al., 2019; Rathgeber; Cuny; Fonti, 2016). Ao discutir a origem da madeira como xilema secundário, o professor pode relacionar câmbio vascular, crescimento das árvores e uso sustentável dos recursos florestais (Evert, 2006; Koddenberg, 2025). Ao abordar caules modificados presentes na alimentação, como batata-inglesa, gengibre e cana-de-açúcar, pode aproximar a anatomia vegetal do cotidiano dos estudantes (Raven; Evert; Eichhorn, 2014; Herben; Klimešová, 2020).

3 MODELOS DIDÁTICOS E ENSINO INVESTIGATIVO NA ANATOMIA DO CAULE

Modelos científicos e didáticos são representações construídas para destacar aspectos relevantes de um fenômeno, sem reproduzi-lo integralmente (Gilbert, 2005). No ensino de Ciências, esse tipo de representação é importante porque permite trabalhar estruturas microscópicas, processos dinâmicos e relações espaciais difíceis de observar diretamente (Ainsworth, 2006). No caso do caule, o modelo tridimensional pode evidenciar a posição relativa dos tecidos e favorecer a compreensão das relações entre sustentação, condução e crescimento (Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024).

A Anatomia Vegetal envolve desafios visuoespaciais porque os estudantes precisam relacionar cortes bidimensionais a estruturas tridimensionais do órgão (Suprapto et al., 2024). Vydra e Kováčik (2024) destacam que a visualização da anatomia de raiz, caule e folha exige mediações capazes de aproximar a produção científica do ensino. Assim, modelos ampliados podem funcionar como ponte entre imagens microscópicas e a compreensão espacial dos tecidos, desde que acompanhados de discussão conceitual (Koddenberg, 2025; Vydra; Kováčik, 2024).

A construção do modelo também pode ser compreendida como atividade de aprendizagem. Ao elaborar uma representação, os estudantes precisam interpretar referências anatômicas, selecionar elementos essenciais, organizar proporções e justificar decisões de representação (Quillin; Thomas, 2015; Bierema et al., 2017). Esse processo aproxima o estudante de práticas próprias da modelagem científica, nas quais representar não significa copiar a realidade, mas construir um recurso explicativo para discutir fenômenos (Gilbert, 2005; Bolger et al., 2021).

O ensino por investigação oferece uma base pedagógica adequada para a utilização desse modelo. Pedaste et al. (2015) descrevem fases como orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão, as quais podem ser adaptadas ao estudo da anatomia caulinar. Em uma sequência sobre caule, a orientação pode partir de perguntas sobre transporte e sustentação, a conceitualização pode envolver hipóteses sobre a função dos tecidos, a investigação pode ocorrer pela exploração do modelo e a discussão pode sistematizar as relações entre anatomia e fisiologia (Pedaste et al., 2015; Carvalho et al., 2013).

A literatura sobre ensino investigativo também mostra que a participação ativa precisa estar acompanhada de orientação docente consistente. Furtak et al. (2012), em meta-análise sobre ensino de Ciências por investigação, evidenciam a importância de combinar envolvimento dos estudantes com mediação adequada. Portanto, o professor não deve apenas disponibilizar o modelo, mas conduzir perguntas, solicitar justificativas, comparar hipóteses e organizar a sistematização dos conceitos (Carvalho et al., 2013; Sasseron, 2015).

Também é necessário discutir os limites do modelo. As cores utilizadas possuem finalidade didática, as proporções são ampliadas e a organização representada corresponde a uma simplificação de um caule de eudicotiledônea, não a todos os caules existentes (Gilbert, 2005; Appezzato-Da-Glória; Carmello-Guerreiro, 2012). Ao explicitar essas escolhas, o professor contribui para que o estudante compreenda a natureza dos modelos científicos e evite interpretar a representação como cópia exata do objeto biológico (Ainsworth, 2006; Quillin; Thomas, 2015).

4 DA TEORIA À PRÁTICA: CONSTRUINDO UM MODELO DIDÁTICO DA ANATOMIA DO CAULE

O ensino da anatomia do caule enfrenta desafios expressivos devido à limitação dos esquemas bidimensionais presentes em livros didáticos, que não conseguem retratar satisfatoriamente a organização tridimensional e a dinâmica dos tecidos vegetais. Para aproximar essa realidade microscópica da sala de aula, a construção de modelos didáticos tridimensionais surge como uma estratégia eficiente. O recurso foca na representação de um corte transversal de caule em crescimento secundário, evidenciando a atividade cambial e as estruturas responsáveis pela proteção, sustentação e condução da planta.

O modelo apresentado neste capítulo foi elaborado para representar um corte transversal de um caule em crescimento secundário, destacando os principais tecidos responsáveis pela proteção, sustentação, condução e crescimento da planta. A escolha dessa representação deve-se à sua relevância para a compreensão de processos fundamentais da Biologia Vegetal, como a atividade cambial (formação do xilema e do floema secundários e a organização estrutural dos caules lenhosos.

Assim, a proposta prioriza a utilização de materiais de baixo custo e de fácil obtenção, permitindo que professores de diferentes realidades educacionais possam reproduzir o recurso sem depender de equipamentos especializados. Essa característica amplia o potencial de aplicação do modelo em escolas públicas e privadas, cursos de formação de professores e atividades de extensão universitária. Vale ressaltar que, mais importante do que o material utilizado é a forma como o modelo é incorporado ao processo de ensino. Sua construção pode ser realizada previamente pelo professor ou desenvolvida em conjunto com os estudantes. Nesta segunda possibilidade, a própria elaboração do recurso transforma-se em uma atividade investigativa, na qual os participantes analisam referências anatômicas, discutem a posição dos tecidos e refletem sobre a função desempenhada por cada estrutura, fazendo com que aprender e construir tornem-se processos indissociáveis.

A proposta adota uma simplificação didática criteriosa que prioriza os elementos essenciais da anatomia caulinar sem comprometer o rigor científico. Ao permitir que os estudantes manipulem o modelo e observem a sequência das estruturas, estimula-se a compreensão das relações espaciais e funcionais do vegetal, superando a memorização passiva de termos isolados. O trabalho oferece, assim, um roteiro flexível para apoiar atividades práticas adaptáveis a diferentes realidades de ensino.

4.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS

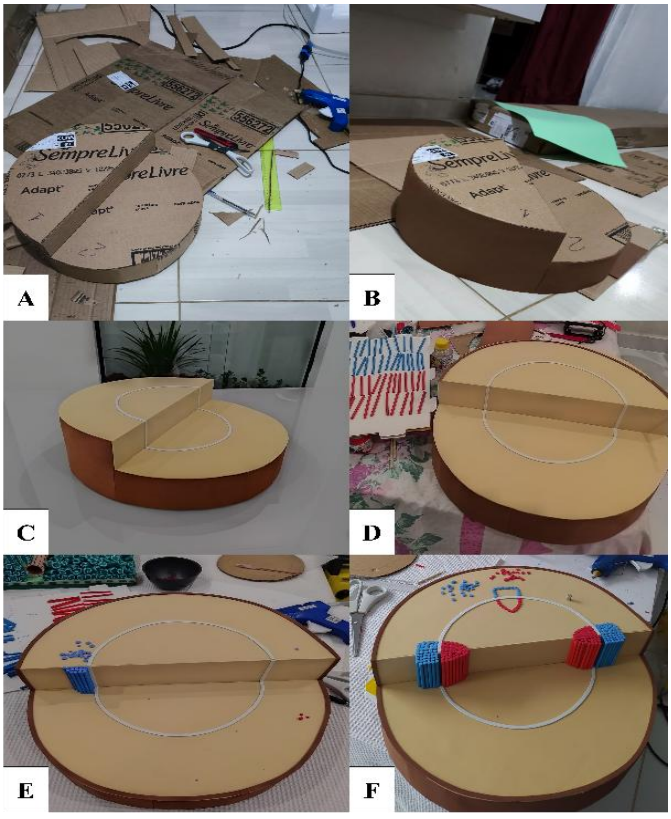
A escolha dos materiais deve priorizar três princípios fundamentais: acessibilidade, durabilidade e fidelidade anatômica. O uso de materiais simples não compromete a qualidade pedagógica do recurso, ao contrário, amplia as possibilidades de reprodução do modelo em diferentes contextos educacionais. Assim, para construção do modelo serão necessários: uma caixa de papelão grande, um pacote de palitos de churrasco (ou palitos usados, se possuir), cinco folhas de emborrachado EVA (marrom, bege, vermelho, azul e branco), tintas para tecido (vermelha e azul), pincéis, cola quente, cola instantânea, cola branca, tesoura, estilete, régua, lápis, canetas permanentes, etiquetas ou legendas identificando cada tecido; velcro ou ímãs (opcional), caso se deseje construir um modelo desmontável e interativo. As cores contrastantes podem facilitar a distinção entre tecidos, mas devem ser apresentadas como convenções didáticas e não como características naturais das estruturas vegetais

4.2 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

Antes da confecção, recomenda-se analisar cortes anatômicos, fotomicrografias ou ilustrações de referência, identificando cuidadosamente a posição relativa dos tecidos que compõem o caule. Defina a escala de ampliação e elabore um desenho esquemático indicando a disposição da epiderme (ou periderme), córtex, floema, câmbio vascular, xilema e medula. Esse planejamento servirá como guia para a montagem do modelo. Diante disso, a elaboração do modelo ocorreu da seguinte forma:

- Inicialmente, foi recortada a caixa e colada moldando o formando do modelo desejado (figura 1 A).
- Todo o em torno foi forrado com emborrachado EVA marrom, assim como a borda (epiderme) (figura 1 B).
- A superfície (córtex) foi forrada com EVA bege (figura 1 C).
- O câmbio foi formado com EVA branco (figura 1 C).
- Para formar os feixes vasculares foi cortado EVA azul e vermelho em pequenos círculos para representar o xilema e floema (figura 1 D e E).
- Com o intuito de mostrar os feixes de forma tridimensional, foram utilizados os palitos de churrasco, sendo pintados de vermelho e azul e colados na posição vertical (figura 1 F).

Figura 1: Etapas para construção do modelo didático da Anatomia do caule: A molde do modelo; B forro e primeiras estruturas; C córtex e câmbio vascular; D início do feixe vascular, palitos; E floema em azul; F finalização dos feixes com o xilema em vermelho.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

4.3 ASPECTOS PEDAGÓGICOS DA CONSTRUÇÃO

Quando realizada pelos estudantes, a construção do modelo não deve ser entendida apenas como atividade manual. O processo exige interpretar imagens, selecionar tecidos, organizar relações espaciais e justificar escolhas de representação, ações diretamente relacionadas à aprendizagem com modelos (Quillin; Thomas, 2015; Bierema et al., 2017). Ao discutir por que o câmbio se localiza entre xilema e floema, por exemplo, os estudantes podem relacionar posição anatômica e crescimento secundário (Evert, 2006; Włoch; Iqbal; Jura-Morawiec, 2023).

A construção coletiva também favorece argumentação e colaboração. Quando os estudantes precisam defender a posição de um tecido, comparar o modelo com uma fotomicrografia ou explicar uma simplificação adotada, mobilizam práticas discursivas próximas da alfabetização científica (Sasseron, 2015). Essa dinâmica aproxima a atividade de propostas de modelagem e investigação, nas quais aprender Ciências envolve construir, revisar e comunicar explicações (Bolger et al., 2021; Pedaste et al., 2015).

5 O MODELO EM AÇÃO: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

A utilização do modelo torna-se mais consistente quando articulada a uma sequência didática que estimule observação, formulação de hipóteses, interpretação de evidências e construção de explicações (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015). No caso da anatomia do caule, o recurso deve ser usado para relacionar a posição dos tecidos aos processos de sustentação, condução, crescimento e adaptação, e não apenas para nomear estruturas (Evert, 2006; Sasseron, 2015).

A proposta a seguir pode ser desenvolvida em duas aulas de aproximadamente 45 a 50 minutos. No Ensino Fundamental, recomenda-se priorizar as funções gerais do caule e a comparação entre diferentes tipos de caules (Krasilchik; Marandino, 2007; Raven; Evert; Eichhorn, 2014). No Ensino Médio, é possível aprofundar a organização dos tecidos vasculares, o papel do câmbio vascular e a formação de madeira (Evert, 2006; Włoch; Iqbal; Jura-Morawiec, 2023). Na formação de professores, a proposta pode ser analisada também quanto à mediação, avaliação e acessibilidade (Carvalho et al., 2013; CAST, 2018).

PLANO DE AULA – Educação Básica

UNIDADE DIDÁTICA (BNCC): Vida e Evolução.

TEMA: Anatomia Vegetal

CONTEÚDOS: Anatomia do órgão vegetativo caule.

PÚBLICO SUGERIDO: Ensino Médio ou anos finais do Ensino Fundamental, com adaptações de linguagem, profundidade conceitual e tempo de atividade

COMPETÊNCIA GERAL (BNCC): 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.

HABILIDADE (BNCC): EM13CNT202, por permitir analisar formas de manifestação da vida em diferentes níveis de organização e suas condições ambientais; e EM13CNT301, por envolver construção de questões, elaboração de hipóteses, interpretação de modelos e justificativa de conclusões em situações-problema.

OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM:

Objetivos conceituais: conhecer e identificar cada estrutura anatômica de um caule de eudicotiledônea, assim como suas respectivas funções.

Objetivos procedimentais: preencher carta disponibilizada com as estruturas estudadas sobre caule, com o intuito de possibilitar a confirmação do conteúdo abordado.

Objetivos atitudinais: Adotar uma percepção botânica, com a finalidade de reconhecer a importância dos vegetais e romper dificuldades no aprendizado da botânica.

PRIMEIRA AULA: OBSERVAÇÃO, PROBLEMATIZAÇÃO E EXPLORAÇÃO INICIAL:

DURAÇÃO: 45 min.

A atividade inicia-se com a apresentação de diferentes ramos ou caules pertencentes a espécies distintas. Podem serem levados pequenos galhos de árvores, caules herbáceos, bambu, cana-de-açúcar ou cactos. Em seguida, propõe perguntas como:

- Todos esses caules possuem a mesma organização interna?
- Como a água consegue chegar até as folhas de árvores com dezenas de metros de altura?
- O que permite que uma árvore permaneça em pé durante muitos anos?
- Por que alguns caules são verdes e outros são totalmente lenhosos?

Esses questionamentos estimulam os conhecimentos prévios e despertam a curiosidade dos estudantes. Também serão apresentadas imagens de vegetais que estão presentes na região, ou até mesmo na escola. Mais uma vez será iniciado um debate com questões norteadoras como:

- O que vocês acham que tem dentro de um caule? (15 min)

Após o diálogo que desperte a curiosidade dos discentes, será iniciada a apresentação do conteúdo utilizando o modelo didático tridimensional de caule (figura 2). Será reforçado o processo de corte histológico para chegar à observação das estruturas utilizando um microscópio.

Antes de identificar qualquer tecido, o professor convida os estudantes a observar atentamente sua organização e levantar hipóteses. Perguntas como:

- Qual região parece responsável pela sustentação?
- Onde vocês imaginam que ocorre o transporte de água?
- Qual tecido provavelmente produz novas células?

Essa etapa transforma o modelo em objeto de investigação.

Em seguida serão mostradas as partes presentes em cada dimensão da representação do corte histológico, falando o nome dado e sua respectiva função, sempre dando exemplos e mostrando imagens de plantas do cotidiano. Os alunos irão poder sentir as texturas e olharem a legenda (figura 3) para associar.

Será possível identificar estruturas como: epiderme ou periderme, córtex, floema, câmbio vascular, xilema e medula. (30 min)

SEGUNDA AULA: IDENTIFICAÇÃO, SITUAÇÕES-PROBLEMA E ARGUMENTAÇÃO

DURAÇÃO: 45 min.

Na segunda aula sobre o órgão vegetativo caule, será mostrada a maquete novamente aos alunos, mas não mais com a legenda. (10 min)

Serão levadas cópias da carta (figura 4) elaborada como atividade para intensificar a aprendizagem. Os alunos irão observar cada estrutura e identificar o nome de cada uma em suas respectivas posições. (20 min)

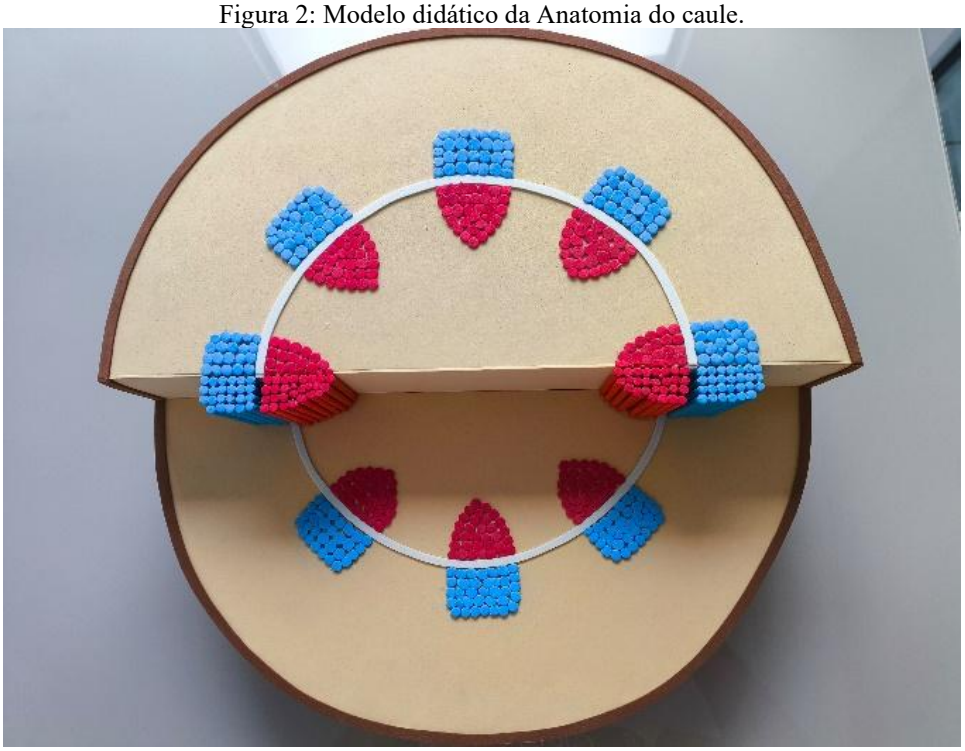
Após compreenderem a organização anatômica, os grupos recebem pequenos desafios investigativos. Exemplos:

- O que aconteceria se o câmbio vascular deixasse de produzir novas células?
- Por que árvores muito antigas continuam aumentando seu diâmetro?
- Como um corte profundo no floema pode comprometer a sobrevivência da planta?

- De que maneira a organização do xilema influencia o transporte de água?

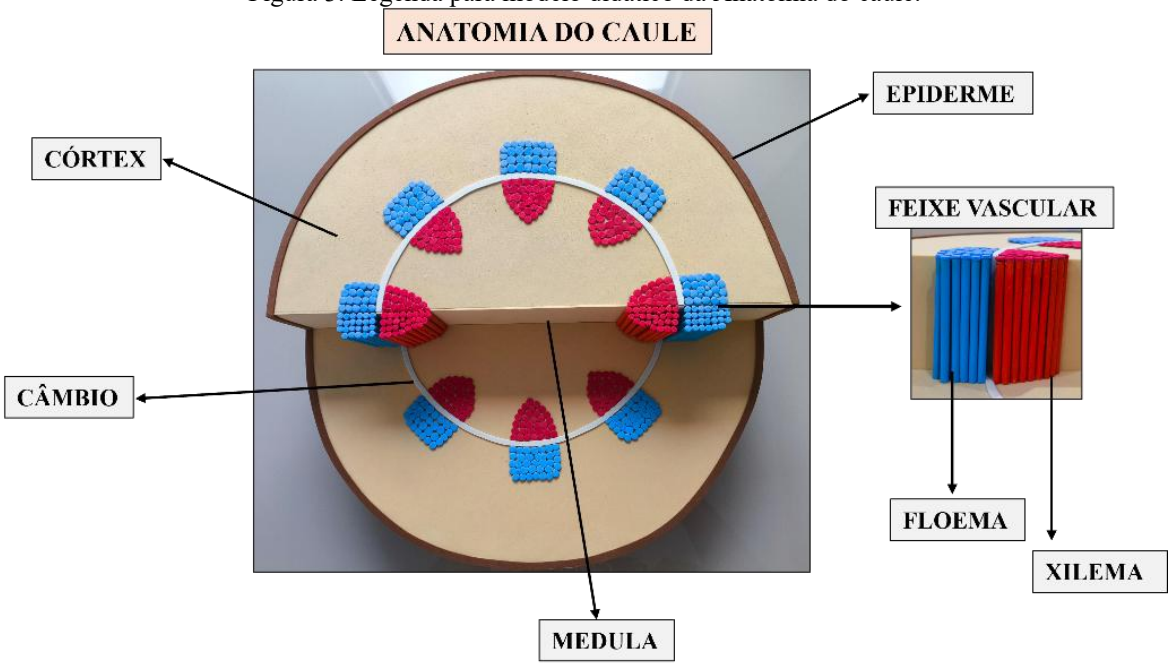
Os estudantes discutem as respostas utilizando o modelo como fonte de evidências. Para encerrar, ao final da atividade, cada grupo apresenta suas conclusões. O professor organiza uma síntese coletiva destacando: a sequência dos tecidos; suas funções; a integração entre anatomia e fisiologia; a importância do crescimento secundário. Nesse momento, recomenda-se retomar as perguntas formuladas no início da aula para que os próprios estudantes percebam a evolução de suas explicações. (15 min)

Figura 2: Modelo didático da Anatomia do caule.



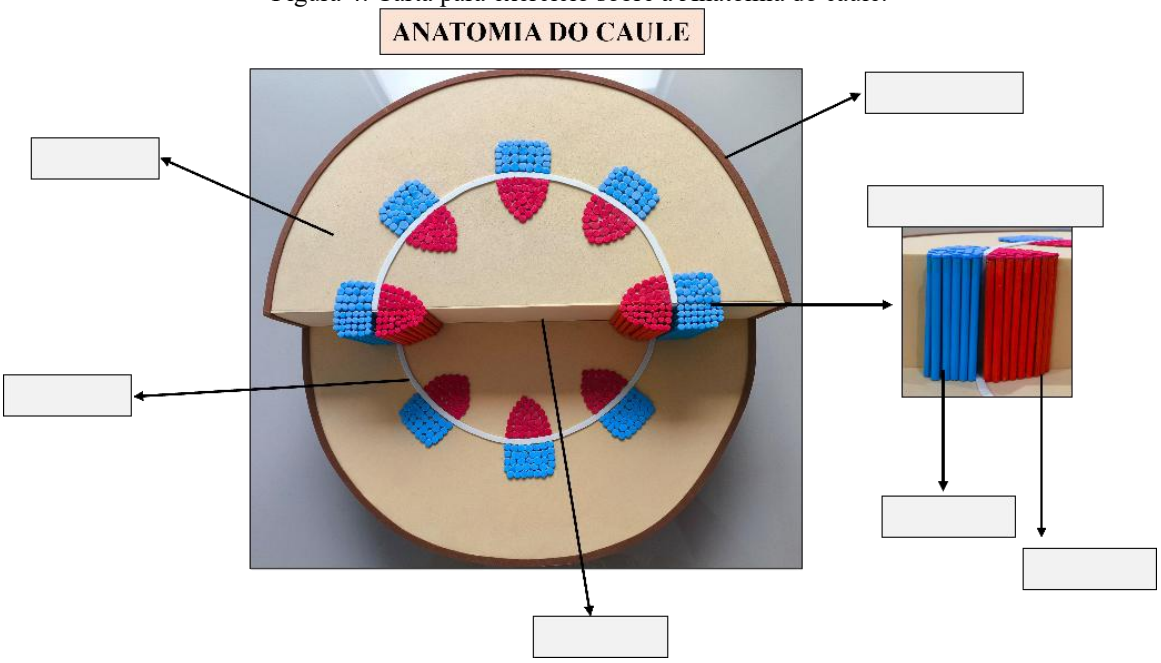
Fonte: Acervo dos autores (2026).

Figura 3. Legenda para modelo didático da Anatomia do caule.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 4: Carta para exercício sobre a Anatomia do caule.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

6 AVALIANDO A APRENDIZAGEM: ESTRATÉGIAS PARA ACOMPANHAR A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

A avaliação da aprendizagem em Ciências deve acompanhar o processo de construção conceitual, e não apenas verificar respostas ao final da sequência (Carvalho et al., 2013). No ensino da anatomia do caule, avaliar apenas a nomenclatura pode ser insuficiente, pois o estudante pode localizar xilema, floema e câmbio sem compreender suas relações funcionais (Vydra; Kováčik, 2024). Por isso, a avaliação deve incluir identificação, explicação, comparação, argumentação e aplicação dos conceitos em situações novas (Sasseron, 2015; Furtak et al., 2012).

O modelo didático favorece a avaliação formativa porque torna visível a maneira como os estudantes interpretam a organização espacial dos tecidos (Ainsworth, 2006; Suprapto et al., 2024). Durante a exploração, o professor pode observar se os estudantes confundem xilema e floema, se compreendem a posição do câmbio vascular ou se associam o caule apenas à sustentação mecânica (Evert, 2006; Koddenberg, 2025). Essas observações permitem intervenções imediatas, como retomar a direção dos fluxos, comparar o modelo com fotomicrografias ou propor novas situações-problema (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015).

6.1 CARTAS DIDÁTICAS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

As cartas didáticas elaboradas para acompanhar o modelo do caule constituem um recurso versátil para avaliar a aprendizagem de forma dinâmica e participativa. Elas permitem que os estudantes mobilizem

conhecimentos sobre anatomia e fisiologia ao localizar estruturas, interpretar funções e justificar suas respostas. As cartas podem ser utilizadas em diferentes momentos da sequência didática, como:

- Antes da atividade: aplicadas como avaliação diagnóstica, permitem identificar conhecimentos prévios sobre a organização do caule, suas funções e os principais tecidos vegetais.
- Durante a exploração do modelo: os estudantes utilizam as cartas para localizar tecidos, discutir hipóteses e explicar o papel de cada estrutura na condução de água, sais minerais e compostos orgânicos. Nesse momento, o professor acompanha as discussões, intervindo quando necessário para aprofundar os conceitos.
- Após a atividade: as cartas podem ser reaplicadas ao final da sequência didática como estratégia de consolidação da aprendizagem, permitindo comparar as respostas iniciais e finais dos estudantes e identificar avanços na compreensão da anatomia caulinar.

6.2 OUTRAS POSSIBILIDADES DE AVALIAÇÃO

Embora as cartas constituam um importante instrumento pedagógico, recomenda-se diversificar as estratégias avaliativas para contemplar diferentes formas de expressão do conhecimento. Entre elas, destacam-se:

- Explicação oral: solicitar que os estudantes expliquem, utilizando o modelo, como ocorre o transporte de água e nutrientes ao longo do caule.
- Construção de esquemas: pedir que representem um corte transversal do caule, identificando os principais tecidos e descrevendo suas funções.
- Mapa conceitual: construir mapas relacionando estruturas anatômicas aos processos fisiológicos, como condução, sustentação e crescimento secundário.
- Situações-problema: propor desafios que exijam interpretação científica, por exemplo: *Uma árvore sofreu um corte que interrompeu completamente o floema, mas manteve o xilema intacto. Quais consequências podem ocorrer para a planta ao longo do tempo? Por que o câmbio vascular é considerado fundamental para o crescimento em espessura das plantas lenhosas? Como a organização do xilema contribui para que a água alcance a copa de árvores de grande porte?*

Essas situações estimulam a aplicação dos conceitos em contextos diferentes daqueles apresentados durante a aula. Recomenda-se que o professor considere aspectos como: identificação correta dos tecidos anatômicos; compreensão da organização espacial do caule; capacidade de relacionar estrutura e função; entendimento do papel do câmbio vascular no crescimento secundário; utilização adequada da linguagem científica; qualidade da argumentação durante as discussões; participação nas atividades investigativas e colaboração nas atividades em grupo. Esses critérios valorizam não apenas o domínio conceitual, mas

também competências relacionadas à investigação científica e à comunicação, fundamentais para uma formação científica mais ampla.

7 ADAPTAÇÕES DA PROPOSTA PARA DIFERENTES CONTEXTOS DE ENSINO

A flexibilidade do modelo permite sua utilização em diferentes contextos, desde a Educação Básica até a formação de professores e ações de divulgação científica. A adaptação deve considerar objetivos de aprendizagem, faixa etária, conhecimentos prévios, tempo disponível, infraestrutura e necessidades de acessibilidade dos estudantes. Em todos os casos, a proposta deve preservar a relação entre anatomia, função e ambiente, evitando reduzir o modelo a uma peça demonstrativa (Sasseron, 2015; Vydra; Kováčik, 2024).

7.1 ENSINO FUNDAMENTAL

Nos anos finais do Ensino Fundamental, recomenda-se utilizar o modelo como uma estratégia para apresentar a organização básica do caule e suas principais funções. Nessa etapa, o foco deve estar na compreensão do caule como órgão responsável pela sustentação da planta e pelo transporte de água e nutrientes, evitando o excesso de terminologias anatômicas. Atividades investigativas podem incluir a comparação entre diferentes tipos de caules, observações de plantas do ambiente escolar e discussões sobre a importância desse órgão para a sobrevivência das plantas.

7.2 ENSINO MÉDIO

No Ensino Médio, o modelo possibilita aprofundar a compreensão da organização dos tecidos e das relações entre anatomia e fisiologia vegetal. Os estudantes podem investigar como o xilema e o floema atuam no transporte de substâncias, compreender a função do câmbio vascular e discutir adaptações estruturais relacionadas a diferentes ambientes. Também é possível integrar a atividade a temas como crescimento das plantas, formação da madeira, mudanças climáticas, conservação das florestas e produção agrícola, promovendo uma abordagem interdisciplinar.

7.3 ENSINO SUPERIOR

Na graduação, especialmente em cursos de Ciências Biológicas, Agronomia, Engenharia Florestal e áreas correlatas, o modelo pode complementar aulas práticas de Anatomia Vegetal, Fisiologia Vegetal, Dendroecologia e Ecologia. Além da identificação dos tecidos, o recurso permite discutir conceitos relacionados ao crescimento secundário, atividade cambial, formação do lenho e aplicações desses conhecimentos em pesquisas científicas e no manejo de recursos florestais. Para licenciandos, o modelo

também constitui uma oportunidade para refletir sobre metodologias ativas de ensino e sobre a produção de recursos didáticos adaptados à Educação Básica.

7.4 EDUCAÇÃO INCLUSIVA

A utilização de modelos tridimensionais favorece práticas pedagógicas inclusivas ao ampliar as possibilidades de interação com o conteúdo. Estudantes com deficiência visual parcial, baixa visão ou outras necessidades educacionais específicas podem explorar o modelo por meio do tato, da manipulação das peças e da identificação de texturas diferenciadas. Para ampliar a acessibilidade, recomenda-se utilizar contrastes de cores, legendas ampliadas, materiais com diferentes relevos e, quando possível, identificações em braille. Essas adaptações tornam o recurso mais acessível sem alterar sua finalidade pedagógica.

7.5 FEIRAS DE CIÊNCIAS, EXTENSÃO E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

O modelo também pode ser utilizado em feiras de Ciências, projetos de extensão universitária, museus escolares e atividades de divulgação científica. Nesses espaços, o recurso contribui para aproximar a comunidade do conhecimento científico, permitindo que visitantes compreendam como a organização interna do caule está relacionada ao crescimento das plantas, à produção de madeira, ao transporte de substâncias e à conservação dos ecossistemas. Sua utilização pode ser articulada a temas atuais, como mudanças climáticas, restauração florestal, manejo sustentável, serviços ecossistêmicos e conservação da biodiversidade, evidenciando a importância da Anatomia Vegetal para compreender desafios ambientais contemporâneos. Em todos esses contextos, o modelo deixa de ser apenas um recurso para o ensino da Botânica e passa a atuar como um instrumento de divulgação científica, aproximando o conhecimento produzido nas universidades da sociedade.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo tridimensional desenvolvido para o estudo do caule possibilita compreender sua organização como uma estrutura dinâmica, relacionada não apenas à sustentação, mas também à condução e ao crescimento da planta. A representação dos tecidos internos favorece a visualização das relações entre suas diferentes regiões e funções. Destaca-se, nesse contexto, a possibilidade de abordar o câmbio vascular, o crescimento secundário e a formação da madeira, aproximando a anatomia do caule de temas como dendrocronologia, ecofisiologia, manejo florestal e conservação da biodiversidade. Assim, o recurso pode ser utilizado como suporte para situações-problema e atividades que estimulem a interpretação de fenômenos, contribuindo para uma compreensão do caule como componente essencial da integração e do desenvolvimento vegetal.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, Shaaron. DeFT: a conceptual framework for considering learning with multiple representations. **Learning and Instruction**, v. 16, n. 3, p. 183-198, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, Beatriz; CARMELLO-GUERREIRO, Sandra Maria (org.). **Anatomia vegetal**. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 2012.

BIEREMA, Andrea M.-K.; SCHWARZ, Christina V.; STOLTZFUS, Jon R.; PELAEZ, Nancy. Engaging undergraduate biology students in scientific modeling: analysis of group interactions, sense-making, and justification. **CBE—Life Sciences Education**, v. 16, n. 4, ar68, 2017. DOI: https://doi.org/10.1187/cbe.17-01-0023.

BOLGER, Molly S.; OSNESS, Jordan B.; GOUVEA, Julia S.; COOPER, Alexandra C.; MOMSEN, Jennifer. Supporting scientific practice through model-based inquiry: a students'-eye view of grappling with data, uncertainty, and community in a laboratory experience. **CBE—Life Sciences Education**, v. 20, n. 4, ar59, 2021. DOI: https://doi.org/10.1187/cbe.21-05-0128.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

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

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CAST. **Universal Design for Learning Guidelines version 2.2**. Wakefield, MA: CAST, 2018.

DE MICCO, Veronica; CARRER, Marco; RATHGEBER, Cyrille B. K.; CAMARERO, J. Julio; VOLTAS, Jordi; CHERUBINI, Paolo; BATTIPAGLIA, Giovanna. From xylogenesis to tree rings: wood traits to investigate tree response to environmental changes. **IAWA Journal**, v. 40, n. 2, p. 155-182, 2019.

DE SCHEPPER, Veerle; STEPPE, Kathy. Tree girdling: a tool to improve our understanding of coupled sugar and water transport. **Acta Horticulturae**, n. 990, p. 313-320, 2013. DOI: https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2013.990.37.

EVERT, Ray F. **Esau's plant anatomy**: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. 3. ed. Hoboken: Wiley-Interscience, 2006. DOI: https://doi.org/10.1002/0470047380.

FURTAK, Erin Marie; SEIDEL, Tina; IVERSON, Heidi; BRIGGS, Derek C. Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. **Review of Educational Research**, v. 82, n. 3, p. 300-329, 2012. DOI: https://doi.org/10.3102/0034654312457206.

GILBERT, John K. (ed.). **Visualization in science education**. Dordrecht: Springer, 2005. DOI: https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2.

HERBEN, Tomáš; KLIMEŠOVÁ, Jitka. Evolution of clonal growth forms in angiosperms. **New Phytologist**, v. 225, n. 2, p. 999-1010, 2020. DOI: https://doi.org/10.1111/nph.16188.

ISNARD, Sandrine; PROSPERI, Juliana; WANKE, Stefan; WAGNER, Sarah T.; SAMAIN, Marie-Stéphanie; TRUEBA, Santiago; FRENZKE, Lena; NEINHUIS, Christoph; ROWE, Nick P. Growth form evolution in Piperales and its relevance for understanding angiosperm diversification: an integrative approach combining plant architecture, anatomy, and biomechanics. **International Journal of Plant Sciences**, v. 173, n. 6, p. 610-639, 2012. DOI: https://doi.org/10.1086/665821.

KODDENBERG, Tim. How to make teaching of wood anatomy more engaging with 3D data. **International Wood Products Journal**, v. 16, n. 1, p. 59-68, 2025. DOI: https://doi.org/10.1177/20426445241302178.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

PEDASTE, Margus; MÄEOTS, Mario; SIIMAN, Leo A.; DE JONG, Ton; VAN RIESEN, Siswa A. N.; KAMP, Ellen T.; MANOLI, Constantinos C.; ZACHARIA, Zacharias C.; TSOURLIDAKI, Eleftheria. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003.

PRATT, R. Brandon; JACOBSEN, Anna L. Conflicting demands on angiosperm xylem: tradeoffs among storage, transport and biomechanics. **Plant, Cell & Environment**, v. 40, n. 6, p. 897-913, 2017. DOI: https://doi.org/10.1111/pce.12862.

QUILLIN, Kim; THOMAS, Stephen. Drawing-to-learn: a framework for using drawings to promote model-based reasoning in biology. **CBE—Life Sciences Education**, v. 14, n. 1, es2, 2015. DOI: https://doi.org/10.1187/cbe.14-08-0128.

RATHGEBER, Cyrille B. K.; CUNY, Henri E.; FONTI, Patrick. Biological basis of tree-ring formation: a crash course. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, art. 734, 2016. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00734.

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. **Biologia vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49-67, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04.

SUPRAPTO, P. K.; ARDIANSYAH, R.; DIELLA, D.; CHAIDIR, D. M.; HENDRAWAN, A. M.; DIANA, S. W.; AMARULLOH, A. Plant anatomy: definition, classification of plant organs and tissue, and design of a visuospatial transformation learning model for teaching biology. **Indonesian Journal of Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 557-584, 2024. DOI: https://doi.org/10.17509/ijost.v9i2.72105.

VYDRA, Marek; KOVÁČIK, Jozef. Visual plant anatomy: from science to education and vice versa. **Journal of Biosciences**, v. 49, n. 2, art. 48, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s12038-024-00436-9.

WŁOCH, Wiesław; IQBAL, Muhammad; JURA-MORAWIEC, Joanna. Calculating the growth of vascular cambium in woody plants as the cylindrical surface. **The Botanical Review**, v. 89, n. 3, p. 237-249, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s12229-023-09291-z.

CAPÍTULO 9

DA MICROSCOPIA À APRENDIZAGEM: CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA ANATOMIA DA FOLHA

FROM MICROSCOPY TO LEARNING: CONSTRUCTION AND PROPOSAL FOR THE APPLICATION OF A DIDACTIC MODEL FOR TEACHING LEAF ANATOMY

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-009

Gesilene dos Santos Correia
Graduada em Ciências Biológicas (Licenciatura)
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: gessilenesantos68@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8110397089365574
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-2783-9711

Leonardo Silva-Santos
Doutor em Botânica
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: leosilva.biologia@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4856406620287194
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0065-0487

Claudio Sergio Lisi
Doutor em Ciências
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: clcslisi@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0227076193059793
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2837-2784

RESUMO

O ensino da Anatomia Vegetal apresenta desafios relacionados à natureza microscópica das estruturas, à necessidade de interpretar cortes histológicos e à dificuldade de estabelecer relações entre organização anatômica, função fisiológica e adaptação ambiental. Entre os órgãos vegetativos, a folha constitui um conteúdo central para o ensino de Ciências e Biologia, pois integra processos como fotossíntese, transpiração, trocas gasosas e transporte de substâncias. Entretanto, sua organização interna, composta por cutícula, epiderme, mesófilo, feixes vasculares e estômatos, costuma ser abordada por meio de esquemas bidimensionais e nomenclaturas isoladas, o que pode limitar a compreensão espacial e funcional dos estudantes. Este capítulo apresenta a construção e uma proposta de aplicação de um modelo didático tridimensional para o ensino da anatomia da folha, fundamentada em referenciais sobre modelos e múltiplas representações, ensino por investigação e alfabetização científica. O recurso foi elaborado com materiais de baixo custo e representa, em escala ampliada, os principais tecidos foliares, possibilitando observação, manipulação, formulação de hipóteses, comparação entre representações e discussão das relações entre

estrutura e função. Além do processo de construção, são apresentadas possibilidades de aplicação em sala de aula, estratégias de avaliação formativa, adaptações para diferentes níveis de ensino e orientações para uso inclusivo. Conclui-se que o modelo tridimensional pode favorecer a visualização da organização espacial dos tecidos foliares e a compreensão das relações entre estrutura e função, funcionando como mediação entre a observação concreta, a imagem histológica e a explicação científica.

Palavras-chave: Alfabetização científica; Anatomia da folha; Anatomia Vegetal; Ensino de Botânica; Ensino por investigação; Modelo didático.

ABSTRACT

Teaching Plant Anatomy involves challenges related to the microscopic nature of structures, the interpretation of histological sections, and the need to establish relationships among anatomical organization, physiological function, and environmental adaptation. Among vegetative organs, the leaf is a central topic in Science and Biology education because it integrates processes such as photosynthesis, transpiration, gas exchange, and substance transport. However, its internal organization, composed of the cuticle, epidermis, mesophyll, vascular bundles, and stomata, is often approached through two-dimensional diagrams and isolated terminology, which may limit students' spatial and functional understanding. This chapter presents the construction and a proposal for the application of a three-dimensional didactic model for teaching leaf anatomy, grounded in references on models and multiple representations, inquiry-based science education, and scientific literacy. The resource was developed using low-cost materials and provides an enlarged representation of the main leaf tissues, enabling observation, manipulation, hypothesis formulation, comparison among representations, and discussion of structure-function relationships. In addition to the construction process, the chapter presents possibilities for classroom application, formative assessment strategies, adaptations for different educational levels, and guidelines for inclusive use. It is concluded that the three-dimensional model may facilitate visualization of the spatial organization of leaf tissues and understanding of structure–function relationships, mediating between concrete observation, histological images, and scientific explanation.

Keywords: Botany Teaching; Didactic Model; Inquiry-Based Science Education; Leaf Anatomy; Plant Anatomy; Scientific Literacy.

1 INTRODUÇÃO

As plantas constituem componentes essenciais dos ecossistemas, pois participam da produção primária, da regulação de ciclos biogeoquímicos e da manutenção de serviços ecossistêmicos associados à

vida humana e à biodiversidade (Krosnick; Moore, 2025; Stagg; Dillon, 2023). No ensino de Ciências e Biologia, compreender as plantas exige relacionar estruturas anatômicas, processos fisiológicos e interações ambientais, evitando que a Botânica seja reduzida à memorização de termos isolados (Krasilchik; Marandino, 2007; Sasseron, 2015).

A literatura em ensino de Botânica tem discutido a dificuldade de muitos estudantes perceberem as plantas como organismos relevantes, fenômeno denominado por Parsley (2020) de plant awareness disparity, frequentemente traduzido como disparidade de percepção sobre plantas ou impercepção botânica. Essa dificuldade pode ser intensificada quando os conteúdos vegetais são apresentados de forma excessivamente descritiva, sem vínculo com problemas ambientais, culturais ou cotidianos (Parsley, 2020; Marcos-Walias et al., 2023).

Entre os temas botânicos, a Anatomia Vegetal apresenta desafios particulares porque envolve estruturas internas que, em geral, não são observáveis a olho nu (Brodersen; Roddy, 2016). No caso da folha, a compreensão do órgão exige interpretar a disposição da cutícula, das epidermes, do mesófilo, dos feixes vasculares e dos estômatos, relacionando essas estruturas à fotossíntese, à transpiração, às trocas gasosas e ao transporte de água e fotoassimilados (Roth-Nebelsick; Krause, 2023; He et al., 2018).

Fotomicrografias e ilustrações anatômicas são recursos importantes, pois aproximam os estudantes de estruturas que dependem de microscopia para serem observadas (Brodersen; Roddy, 2016). Contudo, imagens planas podem ser insuficientes quando não são acompanhadas por mediações que auxiliem a construção de representações espaciais, já que a aprendizagem com múltiplas representações depende da capacidade de comparar, integrar e interpretar diferentes formas de apresentar o mesmo objeto (Ainsworth, 2006).

Os modelos didáticos tridimensionais podem contribuir para essa mediação ao representar estruturas microscópicas em escala ampliada e manipulável (Suprapto et al., 2024). Entretanto, o valor educativo do modelo não se encontra apenas em sua materialidade, mas na maneira como o professor o insere em situações de observação, problematização, formulação de hipóteses, argumentação e sistematização conceitual (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015; Sasseron, 2015).

Este capítulo apresenta a construção e uma proposta de aplicação de um modelo didático tridimensional para o ensino da anatomia da folha. A proposta foi reorganizada a partir do texto original, que já descrevia a construção do modelo, o plano de aula, a carta didática e estratégias avaliativas, mas demandava maior articulação entre anatomia vegetal, ensino por investigação, alfabetização científica e referências distribuídas ao longo da argumentação (Furtak et al., 2012; Suprapto et al., 2024; Vydra; Kováčik, 2024).

2 A FOLHA COMO INTERFACE ENTRE ESTRUTURA, FUNÇÃO E AMBIENTE

A folha é um órgão vegetativo especializado na captação de luz, na realização da fotossíntese, nas trocas gasosas e na transpiração (Roth-Nebelsick; Krause, 2023). Sua organização anatômica permite compreender como diferentes tecidos atuam de modo integrado para maximizar a entrada de dióxido de carbono, regular a perda de água e distribuir substâncias no corpo vegetal (He et al., 2018; Borsuk et al., 2022).

A cutícula recobre externamente a epiderme e atua como uma barreira relacionada à proteção e à redução da perda excessiva de água (Roth-Nebelsick; Krause, 2023). A epiderme superior e a epiderme inferior delimitam o órgão e participam da proteção dos tecidos internos, ao mesmo tempo em que podem apresentar estômatos responsáveis pela comunicação entre o interior da folha e a atmosfera (Camargo; Marenco, 2011; Roth-Nebelsick; Krause, 2023).

O mesófilo é a região interna da lâmina foliar na qual se localizam tecidos fotossintetizantes, geralmente diferenciados em parênquima paliçádico e parênquima lacunoso em folhas dorsiventrais (He et al., 2018). O parênquima paliçádico, composto por células alongadas e ricas em cloroplastos, relaciona-se à captação de luz e à fotossíntese, enquanto o parênquima lacunoso, com espaços intercelulares mais evidentes, favorece a difusão de gases no interior da folha (Borsuk et al., 2022; Roth-Nebelsick; Krause, 2023).

Os feixes vasculares foliares integram xilema e floema, permitindo a chegada de água e sais minerais às regiões fotossintetizantes e a distribuição de fotoassimilados para outras partes da planta (Roth-Nebelsick; Krause, 2023). A bainha do feixe vascular e os tecidos de sustentação associados também contribuem para a organização estrutural da nervura, especialmente quando a folha precisa conciliar transporte, resistência mecânica e exposição à luz (He et al., 2018).

Os estômatos, formados por células-guarda e ostíolo, participam do controle das trocas gasosas e da transpiração, relacionando a anatomia foliar à fisiologia da planta e às condições ambientais (Camargo; Marenco, 2011; Roth-Nebelsick; Krause, 2023). Por isso, discutir estômatos apenas como “aberturas” reduz sua importância, pois eles estão diretamente associados ao balanço entre aquisição de carbono e perda de água (He et al., 2018).

Essas relações mostram que o ensino da anatomia da folha pode integrar Anatomia Vegetal, Fisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental (Krasilchik; Marandino, 2007). Ao estudar a posição do parênquima paliçádico, os estudantes podem discutir captação de luz; ao analisar o parênquima lacunoso, podem discutir difusão de gases; ao observar estômatos e cutícula, podem relacionar estrutura foliar, transpiração e adaptação ao ambiente (Borsuk et al., 2022; Roth-Nebelsick; Krause, 2023).

3 MODELOS DIDÁTICOS E ENSINO INVESTIGATIVO EM ANATOMIA FOLIAR

Modelos didáticos são representações simplificadas de objetos, processos ou sistemas, construídas para favorecer a compreensão de aspectos selecionados da realidade (Gilbert, 2005). No ensino de Anatomia Vegetal, essa simplificação é necessária porque os tecidos foliares apresentam dimensões microscópicas e organização tridimensional difícil de ser compreendida apenas por descrições verbais (Brodersen; Roddy, 2016; Vydra; Kováčik, 2024).

A aprendizagem com modelos exige que o estudante faça interpretação da representação e reconheça seus limites (Ainsworth, 2006). Assim, um modelo de folha não deve ser apresentado como cópia exata do órgão, mas como uma mediação que evidencia estruturas essenciais, como cutícula, epiderme, mesófilo, feixe vascular e estômatos, facilitando a comparação com esquemas e fotomicrografias (Gilbert, 2005; Suprapto et al., 2024).

A visualização tridimensional é particularmente relevante porque a folha não é apenas uma sequência de camadas, mas um sistema espacial no qual tecidos se relacionam com fluxos de luz, gases, água e solutos (Brodersen; Roddy, 2016; Roth-Nebelsick; Krause, 2023). Estudos sobre mesófilo esponjoso mostram que sua organização interna apresenta padrões estruturais associados ao funcionamento da folha, reforçando a importância de discutir a relação entre forma e função (Borsuk et al., 2022).

O ensino por investigação oferece uma base pedagógica adequada para o uso do modelo, pois envolve orientação, conceitualização, investigação, conclusão e discussão (Pedaste et al., 2015). Em uma aula sobre folha, essas etapas podem ocorrer quando os estudantes observam o modelo, levantam hipóteses sobre as funções dos tecidos, comparam suas ideias com imagens anatômicas e constroem explicações sobre fotossíntese, trocas gasosas e transporte (Carvalho et al., 2013; Pedaste et al., 2015).

Furtak et al. (2012) indicam que abordagens investigativas apresentam melhores resultados quando combinam participação dos estudantes e orientação docente consistente. Portanto, o professor não deve apenas entregar o modelo pronto aos estudantes, mas organizar perguntas, desafios e momentos de sistematização que transformem a maquete em instrumento de pensamento científico (Furtak et al., 2012; Sasseron, 2015).

A alfabetização científica também sustenta essa proposta, pois envolve compreender conceitos, interpretar evidências, argumentar e estabelecer relações entre ciência, sociedade e ambiente (Sasseron, 2015). Quando o estudante explica por que o parênquima lacunoso possui espaços intercelulares, como os estômatos regulam trocas gasosas ou de que modo a nervura integra xilema e floema, ele mobiliza conhecimentos científicos para construir explicações fundamentadas (Borsuk et al., 2022; Roth-Nebelsick; Krause, 2023).

4 DA TEORIA À PRÁTICA: CONSTRUINDO UM MODELO DIDÁTICO DA ANATOMIA DA FOLHA

O modelo apresentado neste capítulo foi elaborado para representar, em escala ampliada, um corte transversal simplificado de uma folha dorsiventral, com destaque para epiderme superior, cutícula, parênquima paliçádico, parênquima lacunoso, feixe vascular, xilema, floema, bainha da nervura, epiderme inferior, estômatos e células-guarda (He et al., 2018; Roth-Nebelsick; Krause, 2023). A escolha dessas estruturas busca favorecer a compreensão das relações entre organização anatômica, fotossíntese, condução, transpiração e trocas gasosas (Borsuk et al., 2022; Camargo; Marenco, 2011).

O objetivo do recurso não é reproduzir todos os detalhes microscópicos de uma folha real, mas selecionar elementos essenciais para o ensino inicial da anatomia foliar (Gilbert, 2005). Como todo modelo, ele simplifica proporções, cores, formas celulares e variações anatômicas entre espécies; por isso, recomenda-se que o professor explicite essas limitações e compare o modelo com fotomicrografias ou lâminas histológicas sempre que possível (Ainsworth, 2006; Vydra; Kováčik, 2024).

4.1 MATERIAIS NECESSÁRIOS

A seleção dos materiais deve considerar durabilidade, facilidade de manipulação e baixo custo. Sempre que possível, recomenda-se utilizar materiais leves e resistentes, permitindo que o modelo seja transportado entre diferentes turmas e reutilizado ao longo de vários anos letivos. Os materiais empregados na construção do modelo incluem: base para sustentação do modelo utilizando uma caixa de papelão grande, dois rolos que o papel alumínio é envolvido, três folhas de EVA (verde escuro, verde claro e cinza), cola instantânea ou cola de contato, cola quente, tesoura, estilete, canetas permanentes bico fino, lápis, régua, três pacotes de biscuit com 1kg cada, tintas para tecido (verde, branco, vermelho, azul e bege), pincéis, um pacote de palitos de churrasco (ou se conseguir palitos usados), verniz, papel adesivo, etiquetas ou legendas para identificação dos tecidos, velcro ou ímãs (opcional, para modelos interativos).

As cores contrastantes auxiliam a diferenciação visual das estruturas e favorecem a leitura coletiva do modelo durante a aula, entretanto, as cores devem ser tratadas como convenções didáticas, e não como características naturais dos tecidos foliares, pois, modelos são representações seletivas e não substituem a análise de materiais biológicos reais.

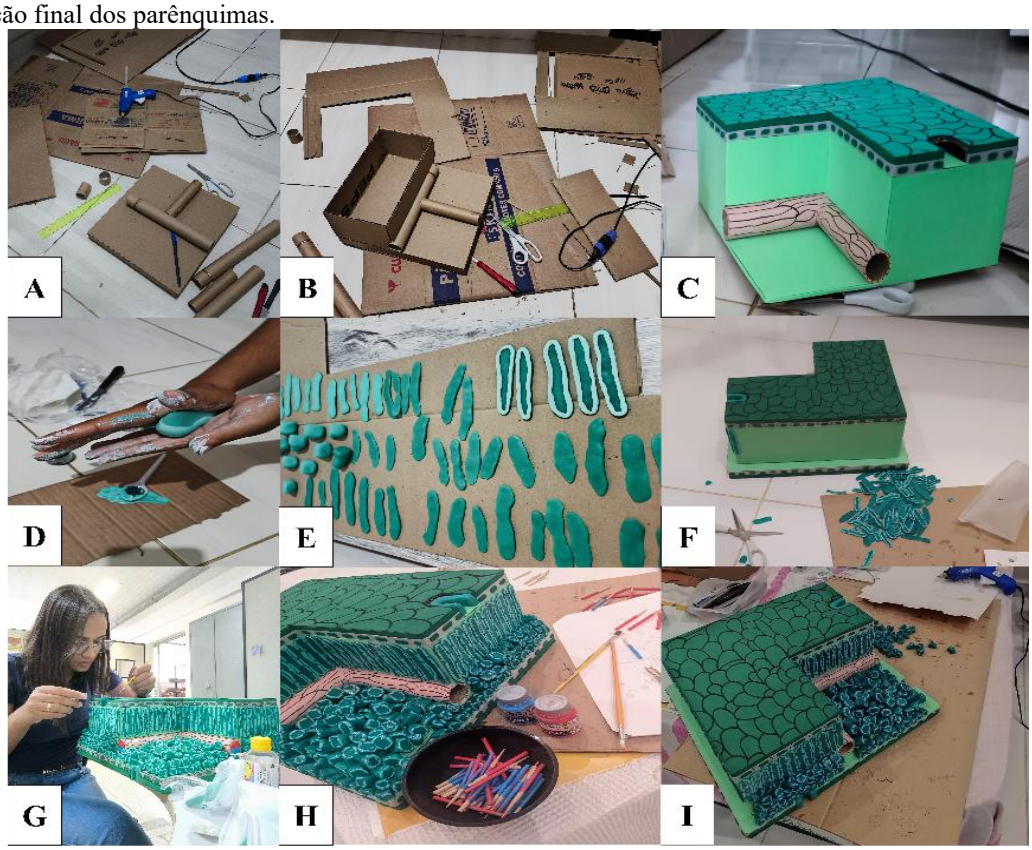
4.2 ETAPAS DE CONSTRUÇÃO

Utilizando imagens encontradas em sites, artigos e laboratório científico, foi montado o modelo de folha buscando maior semelhança com a realidade possível. As etapas consistiram em:

- Primeiramente, foi recortada a caixa e colada moldando o formato do modelo desejado (figura 1 A).

- Em seguida, foi adicionada a nervura (cano de papel alumínio) durante a formação da estrutura geral do modelo (figuras 1 B).
- A parte superior e inferior foram forradas de verde escuro (epiderme superior e inferior) e com a caneta piloto foram desenhadas células na cutícula e na epiderme. Para dar um aspecto mais real, a nervura foi forrada de papel adesivo bege e desenhada (figura 1 C).
- O restante do modelo foi forrado com EVA verde claro (figura 1 C).
- As células do parênquima paliçádico e do lacunoso foram feitas com biscuit (figura 1 D).
- Após esperar secar, foram feitos os cloroplastos com caneta e na sequência passado verniz (figura 1 E).
- Ambos os parênquimas foram colados no modelo, sendo o paliçádico acima da nervura e o lacunoso abaixo da nervura (figura 1 F).
- Os estômatos e esclerênquima também foram feitos com biscuit.
- Retoque o verniz, se achar necessário (figura 1 G).
- Para finalizar, foi feito o feixe vascular utilizando palitos de churrasco dentro da nervura (figura 1 H) e colado todo o resto das células dos parênquimas paliçádico e lacunoso (figura 1 I).

Figura 1: Etapas para construção do modelo didático da Anatomia da folha: A corpo do modelo; B início da nervura central; C epiderme e nervura central; D, E e F produção das células para os parênquimas paliçádico e lacunoso; G retoque do verniz após colocar as estruturas; produção dos feixes vasculares com palitos de churrasco; I produção final dos parênquimas.



Fonte: Acervo dos autores (2026).

4.3 ASPECTOS PEDAGÓGICOS DA CONSTRUÇÃO

Embora a confecção do modelo possa ser realizada previamente pelo professor, sua elaboração pelos próprios estudantes pode ser uma opção. Durante o processo, eles precisam consultar referências anatômicas, discutir a posição dos tecidos, interpretar imagens microscópicas e tomar decisões sobre a representação das estruturas. Essa atividade favorece o desenvolvimento de habilidades, como observação, planejamento, trabalho colaborativo e resolução de problemas, aproximando a construção do modelo de uma atividade investigativa. Assim, o recurso passa a desempenhar dupla função: material didático e estratégia de ensino. Entretanto, vale ressaltar que essa opção somente é viável em situações de algumas aulas disponíveis ou elaboração em casa, já que se trata de um modelo com muitos detalhes.

5 O MODELO EM AÇÃO: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

A utilização de modelos didáticos no ensino de Ciências deve estar inserida em uma proposta pedagógica cuidadosamente planejada, na qual o recurso represente um meio para a construção do conhecimento e não apenas um elemento ilustrativo da aula. Nesse sentido, o professor assume o papel de mediador, organizando situações de aprendizagem que estimulem a curiosidade, a observação, a investigação e a participação ativa dos estudantes. No ensino da Anatomia Vegetal, essa mediação torna-se ainda mais importante, pois o conteúdo envolve estruturas microscópicas que não podem ser observadas diretamente a olho nu. Assim, a exploração do modelo tridimensional deve favorecer o estabelecimento de relações entre as estruturas anatômicas, suas funções fisiológicas e a importância da folha para o funcionamento da planta.

A proposta apresentada a seguir foi elaborada para ser flexível, permitindo adaptações conforme o nível de ensino, os objetivos da aula e a realidade da instituição. Embora tenha sido pensada para turmas do Ensino Médio, a organização da sequência didática possibilita a utilização em disciplinas introdutórias de cursos superiores da área de Ciências Biológicas.

PLANO DE AULA – Educação Básica

UNIDADE DIDÁTICA (BNCC): Vida e Evolução.

TEMA: Anatomia Vegetal

CONTEÚDOS: Anatomia do órgão vegetativo folha.

PÚBLICO SUGERIDO: Ensino Médio, com adaptações para os anos finais do Ensino Fundamental e para a formação inicial de professores.

COMPETÊNCIA GERAL (BNCC):

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.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA (BNCC):

Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

HABILIDADES SUGERIDAS: EM13CNT202, por abordar formas de manifestação da vida em diferentes níveis de organização e condições ambientais favoráveis ou limitantes; e EM13CNT301, por envolver construção de questões, hipóteses, interpretação de modelos e justificativa de conclusões em situações-problema

OBJETIVOS DA APRENDIZAGEM:

Objetivos conceituais: conhecer e identificar cada estrutura anatômica de uma folha, assim como suas respectivas funções.

Objetivos procedimentais: preencher carta disponibilizada com as estruturas estudadas sobre folha, com o intuito de possibilitar a confirmação do conteúdo abordado.

Objetivos atitudinais: Adotar uma percepção botânica, com a finalidade de reconhecer a importância dos vegetais e romper dificuldades no aprendizado da botânica.

PRIMEIRA AULA: OBSERVAÇÃO, PROBLEMATIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO ORIENTADA

DURAÇÃO: 45 min.

Etapa 1: Explorando os conhecimentos prévios

A aula será iniciada apresentando as plantas como seres vivos presentes no cotidiano dos alunos, isso para eles saberem que se trata de algo da realidade de todos. (5 min)

Serão apresentadas imagens, ou mesmo as próprias folhas coletadas, de vegetais que estão presentes na região, ou até mesmo na escola. Será iniciado um debate com questões norteadoras como:

- As plantas possuem células?
- E vasos condutores com função semelhante a nossas veias?
- Como vocês imaginam que uma folha é por dentro?
- Todas as células da folha desempenham a mesma função?
- Onde acontece a fotossíntese?
- Como a água chega até as folhas?
- Como ocorrem as trocas gasosas?

Nesse momento, não é necessário corrigir imediatamente as respostas. O objetivo é identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e criar um ambiente favorável à investigação. (10 min)

Etapa 2: Observação do modelo didático

Após o diálogo que desperte a curiosidade dos discentes, será iniciada a apresentação do conteúdo utilizando o modelo didático tridimensional de folha (figura 2). Será explicado o processo de corte para chegar à observação das estruturas utilizando microscópio.

O professor conduz a observação destacando inicialmente a organização geral da folha e, em seguida, direciona a atenção para cada tecido representado, discutindo sua localização e função.

Durante essa etapa, recomenda-se evitar longas exposições. Em vez disso, os estudantes podem ser incentivados a formular hipóteses, fazer comparações e levantar questionamentos sobre as estruturas observadas. (10 min)

Etapa 3:Investigando as estruturas anatômicas

Em seguida serão mostradas as partes presentes em cada dimensão da representação do corte histológico, falando o nome dado e sua respectiva função, sempre dando exemplos e mostrando imagens de plantas do cotidiano. Os alunos irão poder sentir as texturas e olhar a legenda (figura 3) para associar.

Será possível identificar: epiderme superior; cutícula; parênquima paliçádico; parênquima lacunoso; feixe vascular; xilema; floema; epiderme inferior e estômatos.

Após essa identificação, o professor propõe discussões sobre a função de cada estrutura e suas relações com o funcionamento da folha. (10 min)

Etapa 4: Relacionando estrutura e função

Nessa etapa, o foco deixa de ser apenas identificar estruturas.

Os estudantes passam a responder perguntas investigativas, como:

- Por que o parênquima paliçádico está localizado próximo à face superior da folha?

- Qual a importância dos espaços intercelulares do parênquima lacunoso?
- Como o xilema e o floema contribuem para o funcionamento da folha?

Essa etapa favorece a construção de explicações científicas e reduz a aprendizagem baseada apenas na memorização. (10 min).

SEGUNDA AULA: CARTA DIDÁTICA, SITUAÇÕES-PROBLEMA E ARGUMENTAÇÃO

DURAÇÃO: 45 min.

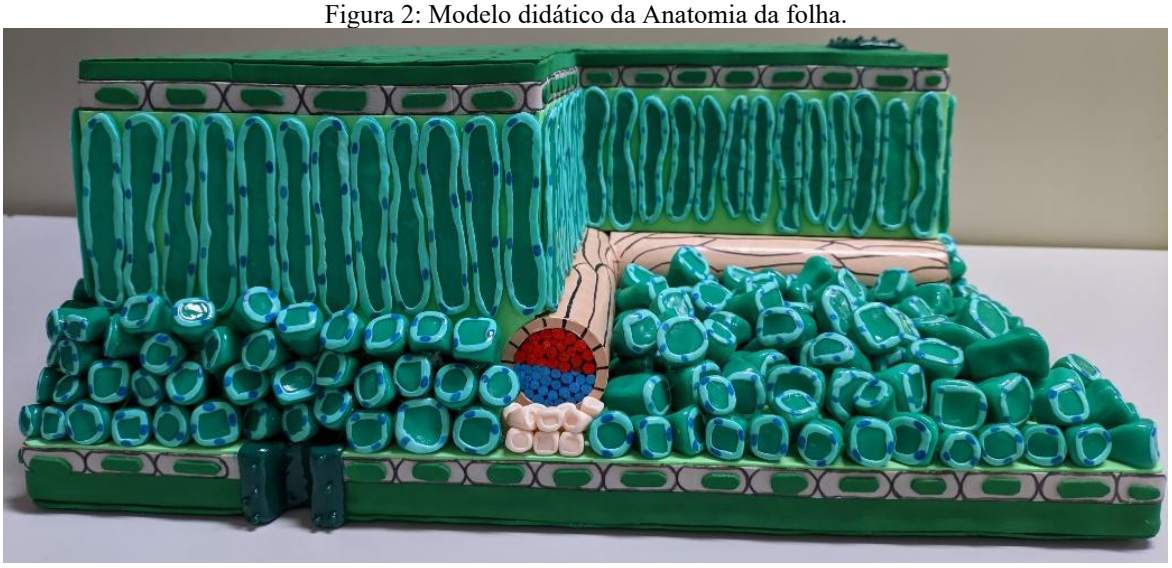
Etapa 5: Consolidando a aprendizagem

A segunda aula sobre o órgão vegetativo folha consiste na etapa de consolidação da aprendizagem. Será mostrada a maquete novamente aos alunos, mas não mais com a legenda. (10 min)

Serão levadas cópias da carta (figura 4) elaborada como atividade para intensificar a aprendizagem. Os estudantes identificam as estruturas correspondentes, discutem suas respostas em grupo e justificam suas escolhas. O professor atua como mediador, esclarecendo dúvidas e retomando conceitos sempre que necessário. (25 min)

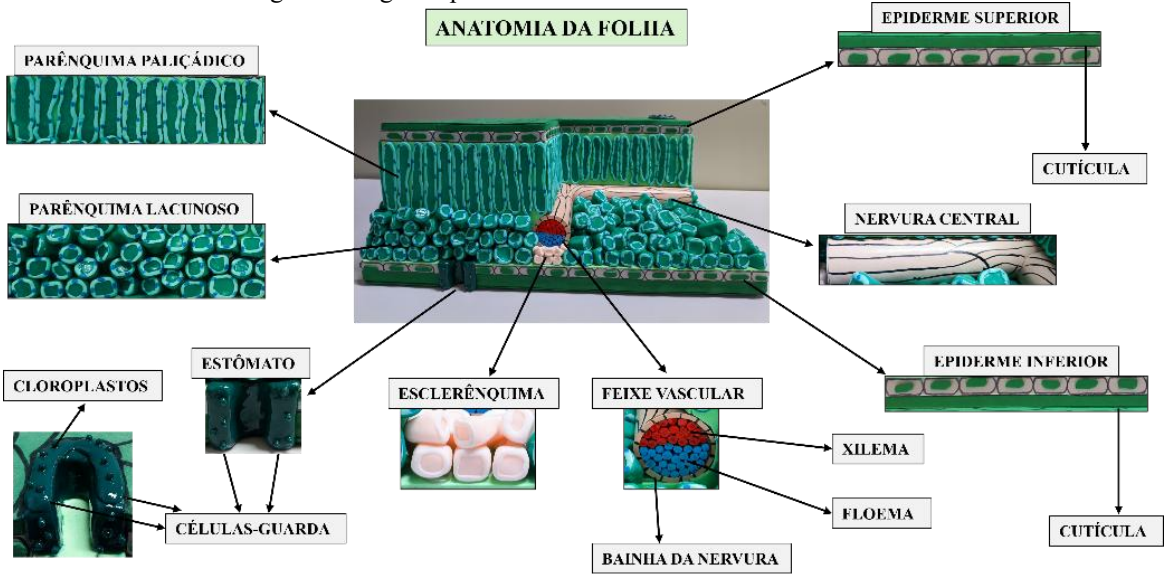
Ao final, realiza-se uma síntese coletiva retomando as perguntas iniciais propostas na primeira aula, permitindo que os estudantes percebam a evolução de suas próprias compreensões. (10 min)

Figura 2: Modelo didático da Anatomia da folha.



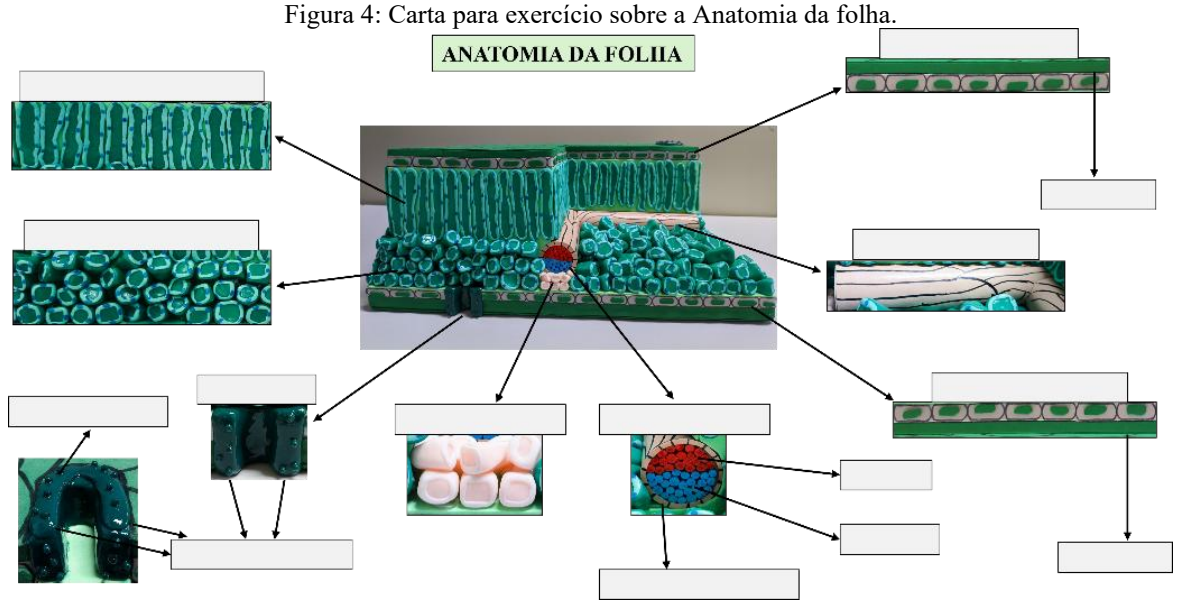
Fonte: Acervo dos autores (2026).

Figura 3: Legenda para modelo didático da Anatomia da folha.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Figura 4: Carta para exercício sobre a Anatomia da folha.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

6 AVALIANDO A APRENDIZAGEM

A avaliação da aprendizagem constitui uma etapa fundamental do processo educativo, pois permite ao professor compreender como os estudantes estão construindo seus conhecimentos e identificar possíveis dificuldades que necessitam de intervenções pedagógicas (Gillies, 2023). No ensino de Ciências, essa avaliação não deve restringir-se à verificação da memorização de conceitos ou nomenclaturas, mas buscar evidências da capacidade dos estudantes de interpretar fenômenos, estabelecer relações entre estrutura e função, argumentar cientificamente e aplicar os conhecimentos em diferentes situações (Gillies, 2023; Iwuanyanwu, 2023). Frequentemente, conteúdos relacionados à organização interna dos vegetais são avaliados apenas por meio da identificação de estruturas em figuras bidimensionais ou da reprodução de definições presentes nos livros didáticos. Embora essas estratégias possam fornecer informações importantes, elas nem sempre revelam se o estudante compreendeu efetivamente a organização espacial dos tecidos vegetais e suas implicações para o funcionamento da planta (Handa; Talisayon, 2023; Klahr; Triona; Williams, 2007).

Nesse sentido, a utilização do modelo didático amplia significativamente as possibilidades de avaliação (Carbonneau; Marley; Selig, 2013; Handa; Talisayon, 2023). Ao manipular o recurso, os estudantes demonstram seus conhecimentos por meio da observação, da argumentação, da resolução de problemas e da interação com os colegas, permitindo ao professor acompanhar a aprendizagem ao longo de toda a atividade (Cheng; She; Huang, 2017; Handa; Talisayon, 2023). Dessa forma, a avaliação deixa de ser um momento isolado ao final da aula e passa a integrar continuamente o processo de ensino (Chi; Wang, 2023).

A proposta apresentada neste capítulo prioriza uma abordagem formativa, na qual o professor observa o desenvolvimento dos estudantes durante todas as etapas da sequência didática. Questões levantadas pelos grupos, justificativas apresentadas durante as discussões, dificuldades encontradas na identificação das estruturas e relações estabelecidas entre anatomia e função constituem importantes evidências da aprendizagem e podem orientar novas intervenções pedagógicas. Além da observação contínua, recomenda-se a utilização de atividades que estimulem diferentes formas de expressão do conhecimento. Essa diversificação permite contemplar estudantes com diferentes estilos de aprendizagem e amplia as oportunidades para que demonstrem sua compreensão do conteúdo.

6.1 UTILIZANDO AS CARTAS DIDÁTICAS COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

As cartas didáticas desenvolvidas para acompanhar o modelo tridimensional constituem um recurso simples e versátil para avaliar a aprendizagem de forma dinâmica e participativa. Diferentemente de atividades baseadas exclusivamente na memorização de nomenclaturas, as cartas incentivam os estudantes a localizar estruturas, justificar suas escolhas e discutir coletivamente suas respostas, sendo que sua utilização pode ocorrer em diferentes momentos da sequência didática, como:

- Antes da exploração do modelo: as cartas podem ser utilizadas como instrumento diagnóstico, permitindo ao professor identificar conhecimentos prévios e concepções iniciais sobre a anatomia da folha.
- Durante a atividade: após a apresentação do modelo, os estudantes utilizam as cartas para localizar as estruturas anatômicas representadas e discutir suas funções. Esse momento favorece a aprendizagem colaborativa e permite ao professor acompanhar o desenvolvimento de cada grupo.
- Ao final da aula: as cartas podem ser reaplicadas como estratégia de consolidação da aprendizagem, possibilitando comparar as respostas iniciais e finais dos estudantes e identificar avanços conceituais.

6.2 OUTRAS POSSIBILIDADES DE AVALIAÇÃO

Embora as cartas constituam um importante instrumento avaliativo, recomenda-se combinar diferentes estratégias ao longo da sequência didática, para que seja estimulada a aplicação do conhecimento em novos contextos, favorecendo uma aprendizagem mais profunda. Entre elas, destacam-se:

- Discussão oral: solicitar que os estudantes expliquem, com suas próprias palavras, a função de determinado tecido e sua importância para o funcionamento da folha.
- Desenho esquemático: pedir que representem um corte transversal da folha, identificando os principais tecidos e suas funções.

- Mapa conceitual: construir, individualmente ou em grupo, um mapa relacionando estruturas anatômicas e processos fisiológicos.
- Situações-problema: apresentar questões que exijam interpretação, como: *O que aconteceria com a planta se a folha não apresentasse estômatos funcionais? Por que plantas adaptadas a ambientes secos costumam apresentar folhas com cutícula mais espessa?*

Independentemente da estratégia adotada, recomenda-se que o professor considere alguns critérios de avaliação como: identificação correta das estruturas anatômicas; compreensão da organização espacial dos tecidos; capacidade de relacionar estrutura e função; utilização adequada da linguagem científica; participação nas discussões; argumentação fundamentada durante as atividades em grupo; colaboração com os colegas durante a construção ou exploração do modelo. Esses critérios valorizam tanto os conhecimentos conceituais quanto o desenvolvimento de habilidades científicas e atitudes colaborativas, alinhando a avaliação aos objetivos da proposta pedagógica.

7 AMPLIANDO POSSIBILIDADES: ADAPTAÇÕES DA PROPOSTA PARA DIFERENTES CONTEXTOS DE ENSINO

Embora o modelo didático apresentado neste capítulo tenha sido concebido para o ensino da anatomia da folha, seu potencial pedagógico ultrapassa a simples representação de estruturas vegetais. Sua versatilidade permite que seja adaptado para diferentes níveis de ensino, modalidades educativas e objetivos de aprendizagem, tornando-se um recurso acessível para professores que atuam em contextos variados. A flexibilidade constitui uma das principais características dos modelos didáticos, pois ao contrário de recursos altamente especializados, que frequentemente exigem infraestrutura laboratorial específica, modelos, confeccionados com materiais de baixo custo, podem ser modificados, ampliados ou simplificados conforme as necessidades da turma.

Dessa forma, o mesmo recurso pode assumir diferentes funções ao longo do processo de ensino, desde a introdução de conceitos básicos até a discussão de conteúdos mais complexos relacionados à fisiologia, ecologia e evolução das plantas. Cada contexto escolar apresenta características próprias relacionadas ao número de estudantes, disponibilidade de materiais, tempo destinado às aulas e objetivos curriculares. Assim, compreender o modelo didático como um recurso flexível permite que o professor adapte sua utilização sem comprometer os princípios científicos e pedagógicos que fundamentam a proposta.

7.1 ENSINO FUNDAMENTAL

Nos anos finais do Ensino Fundamental, recomenda-se utilizar o modelo para explorar aspectos gerais da organização das plantas, evitando aprofundamentos excessivos na nomenclatura anatômica. Nessa

etapa, o foco deve estar na observação, na curiosidade e na compreensão das funções básicas da folha, como a fotossíntese, a transpiração e as trocas gasosas. Questões investigativas simples, atividades em grupo e comparações entre folhas de diferentes espécies podem contribuir para despertar o interesse dos estudantes pela Botânica e fortalecer a alfabetização científica desde os primeiros contatos com o conteúdo.

7.2 ENSINO MÉDIO

No Ensino Médio, o modelo pode ser explorado com maior profundidade, permitindo a identificação dos diferentes tecidos vegetais e a compreensão das relações entre estrutura e função. Nessa etapa, torna-se possível integrar a Anatomia Vegetal a conteúdos de Fisiologia Vegetal, Ecologia e Evolução, promovendo uma visão mais ampla do funcionamento das plantas. Além disso, atividades investigativas podem ser enriquecidas com a resolução de situações-problema, interpretação de imagens microscópicas e análise de adaptações anatômicas relacionadas às condições ambientais.

7.3 ENSINO SUPERIOR

Na formação inicial de professores e em cursos das Ciências Biológicas, o modelo pode assumir um papel complementar às aulas laboratoriais. Sua utilização favorece a preparação dos estudantes para a observação microscópica, auxilia na interpretação de cortes histológicos e fortalece a compreensão da organização tridimensional dos tecidos vegetais. Nesse contexto, o recurso também pode estimular discussões sobre metodologias de ensino, produção de materiais didáticos e práticas de divulgação científica, contribuindo para a formação de futuros professores mais preparados para enfrentar os desafios do ensino de Botânica.

7.4 EDUCAÇÃO INCLUSIVA

A utilização de modelos tridimensionais também amplia as possibilidades de inclusão no ensino de Ciências. Por apresentarem relevo, volume e possibilidade de manipulação, esses recursos favorecem estudantes com deficiência visual parcial ou outras necessidades educacionais específicas, permitindo que diferentes sentidos participem da construção do conhecimento. Sempre que possível, recomenda-se incorporar elementos táteis, legendas ampliadas, texturas diferenciadas e contrastes de cores, tornando o modelo mais acessível a um número maior de estudantes e fortalecendo práticas pedagógicas inclusivas.

7.5 FEIRAS DE CIÊNCIAS E PROJETOS INTERDISCIPLINARES

Além do ambiente da sala de aula, o modelo pode ser utilizado em feiras de Ciências, semanas acadêmicas, exposições e projetos de extensão. Nessas situações, torna-se uma ferramenta de divulgação científica, aproximando conhecimentos da Anatomia Vegetal de estudantes, professores e da comunidade.

Sua utilização pode ser integrada a temas como educação ambiental, conservação da biodiversidade, fisiologia vegetal e mudanças climáticas, demonstrando que a organização microscópica das folhas possui implicações diretas para processos ecológicos e para a qualidade de vida da sociedade. Essa diversidade de aplicações evidencia que um mesmo recurso didático pode assumir diferentes funções pedagógicas quando inserido em propostas metodológicas bem planejadas. Mais do que representar estruturas vegetais, o modelo torna-se um instrumento de mediação que favorece a construção do conhecimento em diferentes espaços educativos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo didático tridimensional mostrou-se uma alternativa para tornar mais acessíveis os conteúdos de anatomia foliar, especialmente aqueles relacionados à organização espacial dos tecidos. Sua manipulação pode auxiliar os estudantes a visualizar estruturas que, por serem microscópicas, apresentam maior dificuldade de compreensão quando abordadas apenas por meio de imagens e esquemas. No estudo da folha, o recurso permite relacionar a organização da epiderme, do mesófilo, dos estômatos e dos tecidos vasculares às funções de fotossíntese, trocas gasosas, transpiração e transporte. Assim, contribui para que o conhecimento anatômico seja compreendido para além da simples identificação e memorização das estruturas. Dessa forma, a proposta pode favorecer uma aprendizagem mais visual, participativa e significativa, desde que acompanhada de mediação docente e articulada à observação de materiais reais e microscópicos.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, Shaaron. DeFT: a conceptual framework for considering learning with multiple representations. **Learning and Instruction**, v. 16, n. 3, p. 183-198, 2006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001.

BORSUK, Aleca M.; RODDY, Adam B.; THÉROUX-RANCOURT, Guillaume; BRODERSEN, Craig R. Structural organization of the spongy mesophyll. **New Phytologist**, v. 234, n. 3, p. 946-960, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/nph.17971.

BRASIL. **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015**. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 7 jul. 2015.

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

BRODERSEN, Craig R.; RODDY, Adam B. New frontiers in the three-dimensional visualization of plant structure and function. **American Journal of Botany**, v. 103, n. 2, p. 184-188, 2016. DOI: https://doi.org/10.3732/ajb.1500532.

CAMARGO, Miguel Ângelo Branco; MARENCO, Ricardo Antonio. Density, size and distribution of stomata in 35 rainforest tree species in Central Amazonia. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 2, p. 205-212, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000200004.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de et al. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CAST. **Universal Design for Learning Guidelines version 2.2**. Wakefield: CAST, 2018. Disponível em: https://udlguidelines.cast.org. Acesso em: 10 set. 2026.

FURTAK, Erin Marie; SEIDEL, Tina; IVERSON, Heidi; BRIGGS, Derek C. Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: a meta-analysis. **Review of Educational Research**, v. 82, n. 3, p. 300-329, 2012. DOI: https://doi.org/10.3102/0034654312457206.

GILBERT, John K. (ed.). **Visualization in science education**. Dordrecht: Springer, 2005. DOI: https://doi.org/10.1007/1-4020-3613-2.

HE, Nianpeng et al. Variation in leaf anatomical traits from tropical to cold-temperate forests and linkage to ecosystem functions. **Functional Ecology**, v. 32, n. 1, p. 10-19, 2018. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2435.12934.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2007.

KROSNICK, Shawn; MOORE, Keir. Rooting students in their botanical history: a method to engage students in botany and herbaria. **Plants, People, Planet**, v. 7, n. 3, p. 838-849, 2025. DOI: https://doi.org/10.1002/ppp3.10595.

MARCOS-WALIAS, Javier; BOBO-PINILLA, Javier; IGLESIAS, Jaime Delgado; TAPIA, Roberto Reinoso. Plant awareness disparity among students of different educational levels in Spain. **European Journal of Science and Mathematics Education**, v. 11, n. 2, p. 234-248, 2023. DOI: https://doi.org/10.30935/scimath/12570.

PARSLEY, Kathryn M. Plant awareness disparity: a case for renaming plant blindness. **Plants, People, Planet**, v. 2, n. 6, p. 598-601, 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/ppp3.10153.

PEDASTE, Margus et al. Phases of inquiry-based learning: definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, v. 14, p. 47-61, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003.

ROTH-NEBELSICK, Anita; KRAUSE, Matthias. The plant leaf: a biomimetic resource for multifunctional and economic design. **Biomimetics**, v. 8, n. 2, art. 145, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/biomimetics8020145.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 49-67, 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04.

STAGG, Bethan C.; DILLON, Justin. Plant awareness is linked to plant relevance: a review of educational and botanical literature. **Plants, People, Planet**, v. 5, n. 4, p. 579-592, 2023. DOI: https://doi.org/10.1002/ppp3.10323.

SUPRAPTO, Purwati Kuswarini et al. Plant anatomy: definition, classification of plant organs and tissue, and design of a visuospatial transformation learning model for teaching biology. **Indonesian Journal of Science and Technology**, v. 9, n. 2, p. 557-584, 2024. DOI: https://doi.org/10.17509/ijost.v9i2.72105.

VYDRA, Marek; KOVÁČIK, Jozef. Visual plant anatomy: from science to education and vice versa. **Journal of Biosciences**, v. 49, n. 2, art. 48, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s12038-024-00436-9.

CAPÍTULO 10

ENCONTROS ENTRE TERRA E MAR: MODELO DIDÁTICO INCLUSIVO PARA O ENSINO DA EVOLUÇÃO DOS CETÁCEOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

BETWEEN LAND AND SEA: AN INCLUSIVE DIDACTIC MODEL FOR TEACHING CETACEAN EVOLUTION IN BASIC EDUCATION

https://doi.org/10.63330/livroautoral972026-010

José Victor Cachoeira Venancio
Graduando em Ciências Biológica
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: sotalia.venancio@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/8631427298558363
ORCID: https://orcid.org/0009-0006-4112-1273

Anízio de Jesus Silva-Junior
Graduando em Ciências Biológica
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: juniorsilvainfinty@gmail.com
Lattes: https://lattes.cnpq.br/0067037301903780
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-0857-8744

Leonardo Silva-Santos
Doutor em Botânica
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
E-mail: leosilva.biologia@gmail.com
Lattes: http://lattes.cnpq.br/4856406620287194
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0065-0487

RESUMO

O ensino da evolução biológica na Educação Básica ainda apresenta desafios relacionados à abstração dos conceitos, à persistência de concepções alternativas e à dificuldade de articular evidências científicas, ancestralidade comum, adaptação e diversificação das linhagens. Nesse contexto, a história evolutiva dos cetáceos constitui um exemplo relevante para o ensino de evolução, pois permite discutir a transição de mamíferos terrestres para formas secundariamente adaptadas ao ambiente aquático, evidenciando mudanças morfológicas, ecológicas e funcionais ao longo do tempo geológico. Este capítulo apresenta a construção de um modelo didático tridimensional e tátil sobre a evolução dos cetáceos, elaborado com materiais acessíveis e de baixo custo, com o objetivo de apoiar o ensino de evolução biológica na Educação Básica e ampliar possibilidades de inclusão de estudantes cegos ou com baixa visão. O modelo representa diferentes linhagens fósseis e atuais, incluindo *Pakicetus*, *Ambulocetus*, *Maiacetus*, *Dorudon*, misticetos e odontocetos, organizados em ambientes terrestre, transicional e aquático. A proposta busca favorecer a compreensão de conceitos como ancestralidade comum, adaptação, diversificação evolutiva e transição

ecológica, evitando interpretações equivocadas da evolução como processo linear de melhoria. Além da descrição dos materiais e etapas de construção, o capítulo discute possibilidades de uso pedagógico, exploração tátil, identificação em braille e aplicação em atividades investigativas. Conclui-se que o modelo apresenta potencial como recurso complementar para o ensino de evolução, contribuindo para aproximar evidências paleontológicas, aprendizagem ativa e educação inclusiva.

Palavras-chave: Ancestralidade comum; Cetáceos; Educação Básica; Educação inclusiva; Ensino de evolução; Modelo didático.

ABSTRACT

Teaching biological evolution in Basic Education still presents challenges related to the abstract nature of evolutionary concepts, the persistence of alternative conceptions, and the difficulty of connecting scientific evidence, common ancestry, adaptation, and lineage diversification. In this context, the evolutionary history of cetaceans is a relevant example for teaching evolution, as it enables discussion of the transition from terrestrial mammals to forms secondarily adapted to aquatic environments, highlighting morphological, ecological, and functional changes over geological time. This chapter presents the construction of a three-dimensional and tactile didactic model on cetacean evolution, developed using accessible and low-cost materials, with the aim of supporting the teaching of biological evolution in Basic Education and expanding possibilities for the inclusion of blind and low-vision students. The model represents different fossil and extant lineages, including *Pakicetus*, *Ambulocetus*, *Maiacetus*, *Dorudon*, mysticetes, and odontocetes, arranged in terrestrial, transitional, and aquatic environments. The proposal seeks to foster the understanding of concepts such as common ancestry, adaptation, evolutionary diversification, and ecological transition, while avoiding misconceptions of evolution as a linear process of improvement. In addition to describing the materials and construction stages, the chapter discusses possibilities for pedagogical use, tactile exploration, braille identification, and application in inquiry-based activities. It is concluded that the model has potential as a complementary resource for teaching evolution, helping to connect paleontological evidence, active learning, and inclusive education.

Keywords: Basic Education; Cetaceans; Common ancestry; Didactic model; Evolution teaching; Inclusive education.

1 INTRODUÇÃO

O processo educacional é marcado por inúmeras formas pedagógicas de trabalhar os conteúdos para os alunos em sala de aula, entretanto, em algumas abordagens não é possível explorar por completo o lado

mais crítico, lúdico e experimental dos estudantes. Na perspectiva tradicional, as informações são transmitidas pelo professor e recebidas pelos estudantes de modo predominantemente cumulativo., com o indivíduo atuando no processo de ensino de maneira passiva, não relacionando o conteúdo com a sua realidade e nem criando relações com outras matérias (Leão, 1999; Lopes, 2011). Com isso, surgiram outros métodos de ensino visando tornar o aluno mais participativo em seu processo de aprendizagem, a fim de ampliar o grau de diálogo do aluno e torná-lo mais independente (Lopes, 2011).

Segundo Piaget (1972), a aprendizagem está diretamente relacionada ao processo de desenvolvimento cognitivo, sendo desencadeada a partir de situações que promovem a construção do conhecimento pelo indivíduo. Nesse sentido, para favorecer a compreensão de conteúdos e conceitos mais complexos, torna-se importante abordá-los a partir de estruturas mais simples, possibilitando uma assimilação gradual do conhecimento (Piaget, 1972). Dessa maneira, a participação ativa dos alunos constitui uma importante base para a construção de ideias e conhecimentos, por meio da adoção de práticas pedagógicas que favoreçam a aprendizagem e possibilitem estabelecer relações entre os conhecimentos prévios dos estudantes e as experiências sensoriais vivenciadas durante as situações de estudo (Schnetzler, 1992).

Os modelos didáticos são representações do mundo real de forma lúdica e simplificada, feitos de materiais concretos, para facilitar a aprendizagem dos alunos (Justina e Ferla, 2006). O uso destes recursos no ensino de Ciência permite aos estudantes relacionar teoria com a prática (Cavalcante e Silva, 2008). Além disso, a utilização já é pertinente em pesquisas e demonstra ser uma ferramenta de boa utilização para a exposição do conteúdo de maneira lúdica e atrativa para os alunos (Krapas *et al,* 1997; Castoldi e Polinarski, 2009), sendo capaz de proporcionar aos alunos uma melhor compreensão sobre os conteúdos e desperta novos interesses, possibilitando apresentar um novo mundo aos jovens ou de aprofundar o entendimento sobre as suas realidades.

Considerando que grande parte dos conteúdos de Ciências é abordada por meio de recursos predominantemente visuais, como fotografias, vídeos e tabelas, a utilização de materiais didáticos tridimensionais pode contribuir para o fortalecimento do processo de ensino inclusivo ao possibilitar o acesso a informações que, convencionalmente, são apresentadas de forma visual, para estudantes cegos ou com baixa visão (Silva, Landim e Souza, 2014; Primo e Pertile, 2022).

A educação inclusiva busca um ensino igualitário para todos os participantes da sala de aula, independente de suas particularidades. Com isso, ela dispõe de estratégias que busquem minimizar a utilização exclusiva de recursos visuais e as diferenças durante a aprendizagem dos estudantes (Oliveira e Paschoal, 2021). A adoção dessa abordagem é de suma importância, pois possibilita que os alunos desenvolvam empatia e tolerância com as diferenças dos outros e os afastam das ideias discriminatórias que persistem historicamente na sociedade. Sendo assim, tal prática já é adotada em diferentes aulas de

Ciências, como na área da física, botânica, anatomia, zoologia e outros (Morais e Marques, 2016; Justina e Ferla, 2006; Matos *et al*, 2009; Oliveira e Paschoal, 2021).

O ensino de evolução na educação básica é considerado um tema desafiador, principalmente por apresentar conceitos abstratos, diversos termos científicos e conteúdos que, muitas vezes, estão distantes do cotidiano dos alunos, o que pode gerar dúvidas e dificuldades de compreensão. Entretanto, o estudo da evolução possibilita ao indivíduo desenvolver um senso crítico acerca do meio em que está inserido, uma vez que exige atenção aos detalhes e permite estabelecer relações entre diferentes populações e suas vivências (Tidon e Vieira, 2009).

Além das dificuldades relacionadas à compreensão dos conceitos, o ensino de evolução também pode gerar conflitos com determinadas concepções religiosas ou visões criacionistas (Tidon e Vieira, 2009; Souza *et al.*, 2025). Em muitos casos os alunos possuem dificuldade de aprender o conteúdo por meio de preconcepções que já tem sobre a evolução adquiridas no ambiente familiar e influenciados por concepções religiosas, aumentando a dificuldade de entendimento do assunto (Costa, Melo e Teixeira, 2011). Nesse sentido, é importante que o docente esclareça aos alunos que existem diferentes perspectivas e hipóteses acerca da origem e da evolução da vida, deixando explícito que, no contexto da disciplina, serão abordadas as explicações fundamentadas no conhecimento científico.

Entre os conceitos mais importantes e que geram mais confusão relacionados à evolução destaca-se a seleção natural, proposta pelo naturalista Charles Darwin e apresentada em sua obra "A origem das espécies", publicada em 1859 (Santana, Nicolli e Costa, 2019). De acordo com Darwin, as espécies são mutáveis e apresentam um ancestral comum, suas linhagens sofreram modificações graduais ao longo do tempo, por meio da sobrevivência e reprodução diferencial de indivíduos portadores de características vantajosas em determinado ambiente. Dessa forma, alguns termos são frequentemente associados ao conceito de evolução, como "modificação" e "descendência" (Santana, Nicolli e Costa, 2019). Nesse contexto, indivíduos que apresentam características mais favoráveis às condições do ambiente possuem maiores chances de sobreviver e de se reproduzir, contribuindo para a transmissão dessas características às gerações seguintes.

Apesar de sua importância para a compreensão da diversidade da vida, a teoria da seleção natural é frequentemente alvo de interpretações equivocadas, o que pode gerar confusões acerca dos processos evolutivos e contribuir para o distanciamento da população em relação ao tema (Santana, Nicolli e Costa, 2019). Por isso, o ensino de evolução deve buscar apresentar seus conceitos de forma clara e contextualizada, favorecendo a compreensão dos processos envolvidos e evitando interpretações simplificadas ou incorretas.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), o ensino de evolução está inserido na área de Ciências da Natureza, especificamente na unidade temática "Vida e Evolução", sendo abordado no

9º ano do Ensino Fundamental. Entre os objetivos relacionados ao tema estão a apresentação das ideias evolucionistas e a discussão sobre a importância da preservação da biodiversidade. Dessa forma, promover o ensino adequado dos conceitos e termos relacionados à evolução na educação básica contribui para que os alunos desenvolvam uma compreensão mais ampla e crítica sobre a realidade em que estão inseridos (Pegoraro *et al.*, 2016).

Uma das formas de ensinar o conteúdo de evolução é a partir de exemplos documentados na história da vida ao longo de milhões de anos, como os processos evolutivos de aves, répteis, anfíbios, mamíferos como nós seres humanos e outros animais etc. Aprender todo esse processo dentro da linhagem desses organismos desperta também o lado de preocupação quanto a preservação da biodiversidade desses animais em tempos atuais, visto que com as alterações climáticas e outros eventos provocadas pelas ações antrópicas, são responsáveis em grande parte por alterar os ambientes e colocar diversas espécies em risco de extinção.

Um conteúdo que pode ser acoplado nessa narrativa é o ensino da história evolutiva dos cetáceos, mamíferos secundariamente adaptados ao ambiente aquático, possuindo diversos representantes de conhecimento público, como as incríveis baleias e golfinhos. Os cetáceos pertencem ao grupo dos Artiodactylas (ordem de mamíferos ungulados que possuem um número par de patas) e representam uma das formas de mamíferos mais inusitadas a respeito da sua história evolutiva, destacando a sua morfologia e ecologia, já que são animais exclusivamente marinhos, mas os primeiros representantes ancestrais desses organismos viveram na região do Indo-Paquistão, há aproximadamente 52,5 milhões de anos, no Eoceno (Uhen, 2010) (figura 1). Esses ancestrais eram essencialmente terrestres, mas apresentavam algumas adaptações que permitiam a eles utilizar nichos em ambientes aquáticos, como se alimentar na água (Uhen, 2007), ouvir na água (Gingerich e Russell, 1981; Luo e Gingerich, 1999) e caminhar na água (Madar 2007).

Figura 1: Representação de linhagens ancestrais dos cetáceos atuais.



Fonte: Adpatado de Almeida e El-Hani (2010).

Os ancestrais mais antigos dos cetáceos são da família Pakicetidae, com registros fósseis desde o final do Eoceno inferior ao início do Eoceno Médio, tendo como representante mais conhecido membros do gênero *Pakicetus* (Uhen, 2010). A característica que mais marca essa ancestralidade é a presença de uma bula paquiosteosclerótica com um invólucro, indicando que esses animais tinham uma boa capacidade de escutar embaixo d'água. Por meio dessas características esses animais já possuíam um estilo de vida aquático mais ativo, realizando nados, remadas, caminhadas no fundo e movimentos ondulatórios (facilitam a mobilidade no meio) (Madar, 2007) e costumavam viver em regiões de água doce, como rios dos quais se hidratavam e se alimentavam de peixes (Clementz *et al*., 2006; Roe *et al*., 1998).

A família ancestral sucessora é a Ambulocetidae com registros fósseis desde o Eoceno médio na região da Índia e do Paquistão, o gênero de maior destaque é o *Ambulocetus* (Uhen, 2010). Os *Ambulocetus* sp. tinham um porte corporal maior, o seu corpo era mais comprido e seus membros possivelmente tinham membranas interdigitais, o que os auxiliava na natação, mas eles se alimentavam de animais terrestres com métodos de espreita, semelhante ao de crocodilo, e por meio evidências isotópicas, é sugerido que eles viviam em águas rasas, nas fozes de rio, que separava a água doce da salgada (Thewissen *et al*., 1996; Roe *et al*., 1998).

Uma outra família é a Protocetidae, esta possui 16 gêneros e suas linhagens se diversificaram rapidamente no início do Eoceno médio para outros continentes, como Europa, África e América (Uhen, 2010). Esses eram animais que viviam em ambientes marinhos costeiros e sua anatomia, com fêmures grandes é um indicativo que andavam na terra e nadavam na água, uma outra característica nos registros fósseis é a raridade de encontrar vértebras caudais posteriores, indicando que eles tinham caudas maiores, auxiliando ainda mais no nado (Uhen, 2010). Uma outra evidência de que ainda viviam em ambientes terrestres é o fato de darem a luz em terra, essa hipótese foi construída a partir de registros de *Maiacetus* sp com fetos em estágios avançados, concluindo que durante o nascimento do filhote, a primeira parte a ser expelida no processo era a porção anterior do corpo, começando pela cabeça, semelhante a outros mamíferos terrestres como os seres humanos, já nos cetáceos atuais a região da cabeça é a última a ser expelida, pois evita que o filhote inale água pelos orifícios nasais (Gingerich *et al*., 2009).

A família Basilossauridae é uma das mais próximas dos cetáceos modernos, os seus registros fósseis são desde o Eoceno médio até o final do Oligoceno, com isso é destacado que durante o Oligoceno já não se tinha mais as famílias já apresentadas. Esses animais já tinham características que os lembravam aos cetáceos atuais, como o corpo bastante longo, presença de nadadeiras, incluindo a caudal, os membros posteriores eram reduzidos, sendo quase como vestigiais as narinas eram posicionadas mais acima da cabeça, e além de tudo eram exclusivamente aquáticos (Uhen, 2004; Uhen 2010).

Atualmente os cetáceos são divididos em 2 subordens, os Mysticetus, também popularmente chamados de "baleias verdadeiras", são os que possuem barbas ou placas córneas filtradoras ao invés de

dentes e possuem grandes representantes, como a *Balaenoptera musculus* (baleia-azul) que é considerada o maior animal vertebrado vivente do mundo. Os Odontocetos são que possuem dentes, estes possuem vários representantes com diferenças e semelhanças morfológicas significativas, como os *Delphinus delphis* Linnaeus, 1758 (golfinho-comum), *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) (orca) e *Ziphius cavirostris* Cuvier, 1823 (baleia-bicuda-de-cuvier) (Carwardine, 2020).

Os cetáceos são conhecidos mundialmente, graças às frequentes aparições em meios midiáticos e pelo seu comportamento que na maioria dos encontros é "interativo" com os humanos, mas além disso eles possuem uma grande importância ecológica, com a maior parte do grupo sendo considerados predadores de topo, mantendo o equilíbrio nesses ambientes aquáticos. Apesar disso, estes historicamente sofreram e sofrem constantemente com a degradação de habitats, a caça, a ingestão de resíduos sólidos e a pesca fantasma, malefícios ocasionados pelas ações antrópicas, ressaltando a importância de estudar esses animais para que sejam preservados e sua biodiversidade não diminua.

Mediante isso, levando em consideração os problemas ocasionados pela escassez de modelos didáticos e adaptados, na compreensão de conceitos de evolução em aulas de Ciências biológicas e a falta de materiais tridimensionais relacionando a história evolutiva dos cetáceos ao ensino inclusivo e ativo, torna-se pertinente a construção de um modelo que atenda as carências, focando na melhoria da educação básica do ensino brasileiro, promovendo potencialmente a integralização em salas de aula típicas e inclusivas, resultando possivelmente numa aprendizagem efetiva e crítica dos indivíduos.

2 METODOLOGIA

2.1 NATUREZA DA PESQUISA

O presente trabalho está inserido nas linhas de pesquisa de ensino e aprendizagem, recursos didáticos e educação inclusiva, apresentando uma abordagem qualitativa voltada ao desenvolvimento de uma estrutura fundamentada em aspectos metodológicos. Caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, cujo objetivo é descrever as características de determinado fenômeno analisado (Gil, 2002), neste caso, a construção de um modelo didático. Além disso, a pesquisa é classificada como Pesquisa e Desenvolvimento, modalidade que busca desenvolver novos processos ou produtos capazes de solucionar problemas previamente identificados (Teixeira e Neto, 2017). Nesse contexto, será desenvolvido um material didático acessível, destinado a indivíduos com baixa visão e cegueira, abordando a história evolutiva dos cetáceos.

2.2 MATERIAIS PARA A CONSTRUÇÃO DO MODELO DIDÁTICO

Na construção do modelo didático foram priorizados materiais de baixo custo, acessíveis e de fácil manipulação, buscando possibilitar sua reprodução no ambiente escolar (Tabela 1). A maquete tem como

finalidade representar, de forma tridimensional e didática, diferentes etapas da história evolutiva dos cetáceos, destacando as mudanças morfológicas, a adaptação ao ambiente aquático e a ideia de ancestralidade comum.

Tabela 1: Materiais utilizados e suas devidas funções e quantidades na confecção da maquete sobre a história evolutiva dos cetáceos.

Material	Função	Quantidade
Papelão	Construção da base e sustentação da maquete	80 cm
Tábua de madeira (70 cm)	Construção da base e sustentação da maquete	70cm comp. 45cm larg.
Carpete	Construção da base e sustentação da maquete	1
Gesso	Criação de diferentes níveis de relevo e ambientes	400g
Papel cartão	Confecção para placas de identificação em braille	1
Prego	Confecção para placas de identificação em braille	1
Massa de biscuit	Confecção dos cetáceos e outros pequenos elementos do cenário	1 (400g)
Bola de isopor de 30 mm	Molde do corpo dos animais	20
Papel alumínio	Molde do corpo dos animais	1
Tinta acrílica	Pintura da base, relevo, animais, e elementos do ambiente	5
Cola branca	Fixação de estruturas, miniaturas, placas e elementos mais leves	2 tubos (40g cada)
Cola quente	Fixação de estruturas, miniaturas, placas e elementos mais pesados	6 bastões grossos
Palitos de picolé	Sustentação para placas de identificação	1 pacote
Serragem	Representação de solo arenoso	300g
Terra para maquete	Representação do solo terrícola	1 pacote (150 g)
Pedras pequenas	Composição do relevo	19
Musgos secos	Representação das vegetações e cobertura do solo	1 pacote (30g)
Pequenas plantas artificial	Representação das vegetações	3
Régua	Medição e organização das áreas da maquete	1
Tesoura	Corte de papelão, papel e outros materiais	1
Estilete	Corte de materiais mais espessos	1
Resina epóxi transparente	Representação da água do ambiente aquático	150g
Serra tico tico	Corte da base	1

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

Os materiais utilizados e as quantidades podem variar a depender do nível de detalhamento que o criador do produto deseja, se tornando adaptado para uma outra proposta de ensino na temática.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

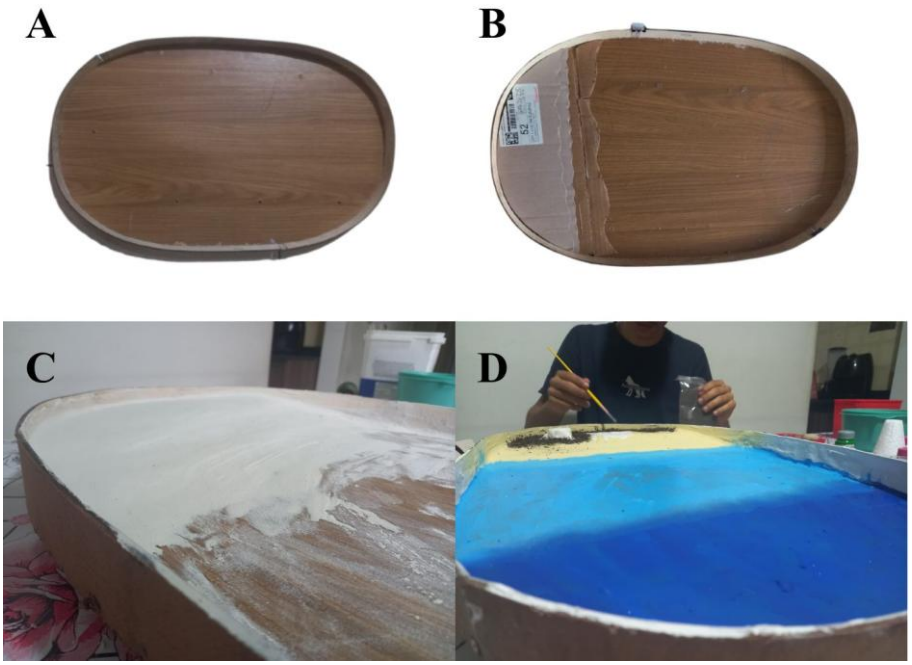
3.1 PREPARAÇÃO DA BASE

Inicialmente, foi confeccionada a base do modelo utilizando uma tábua de madeira, podendo também ser utilizado papelão grosso ou uma parte de móvel de madeira reutilizado, com aproximadamente 70 cm de comprimento e 45 cm de largura. A realização do corte da tábua foi através de uma serra tico tico, mas poderia ser utilizado com qualquer outro tipo de serra. A base foi utilizada para sustentar todos os elementos da maquete e foi revestida aos arredores com um carpete de 1 metro e 86 cm de comprimento e 4,5 cm de largura, proporcionando melhor acabamento e organização do espaço. A proposta foi desenvolvida em formato arredondado, mas também pode ser desenvolvida em formato oval ou representando uma linha temporal e evolutiva com o formato retangular, permitindo a organização dos organismos em diferentes momentos da história dos cetáceos (figura 2).

3.2 CONSTRUÇÃO DOS AMBIENTES

Após a preparação da base, foram delimitados os espaços destinados aos ambientes terrestre e aquático. O relevo do ambiente terrestre foi construído utilizando papelão e gesso, colocando 3 tiras de papelão uma encima da outra para dar altura ao local e logo após foi diluído 400 g de gesso em 250 ml de água, quando a mistura estava numa consistência pastosa foi aplicada em cima dos papelões e foi realizada a modelagem com as mãos e pincéis, a fim de representar de forma fiel os ambientes, mas também poderia ser feito com mistura de papel higiênico e cola branca, formando uma massa moldável capaz de criar diferentes níveis e formas na superfície da maquete, após isso foi feita a pintura destacando os diferentes tipos de ambientes que seriam trabalhados: ambiente terrestre, mar raso e mar profundo (figura 2).

Figura 2: Processo de preparação da base de sustentação do modelo didático.



Fonte: Acervo dos Autores (2026).

A área terrestre recebeu elementos como terra para maquete, pedrinhas, musgos secos e plantas artificiais, buscando representar de forma lúdica e realista um ambiente natural, junto a isso, a porção praial foi coberta de serragem e pintada da tonalidade mais parecida com areia de praia, com o intuito de enriquecer a textura, tornando-a mais próxima do real e esteticamente mais adequada. Enquanto para a representação do ambiente aquático, foi utilizada resina epóxi com a adição de pigmentação branca para simular as espumas da onda do mar e a água. A aplicação da resina contribuiu para produzir um efeito de profundidade e tornar a representação do ambiente aquático mais realista possível (Figura 3).

Figura 3: Criação das representações dos ambientes terrestres e aquáticos.

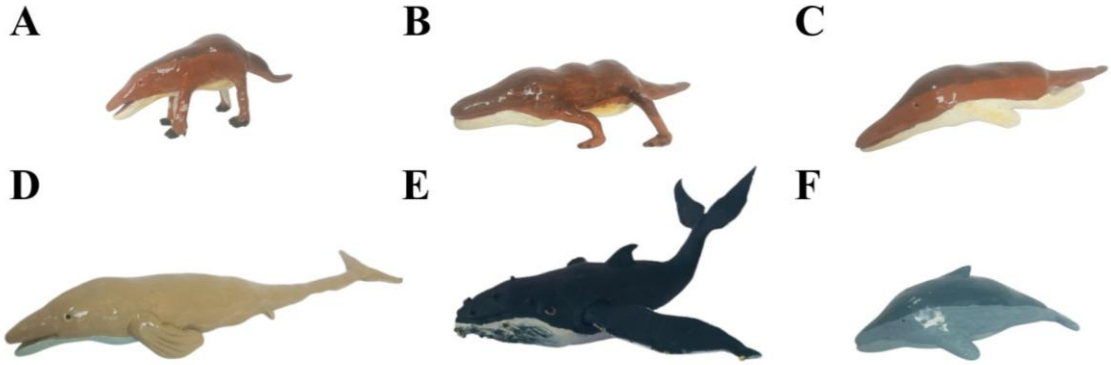


Fonte: Acervo dos Autores (2026).

3.3 CONSTRUÇÃO E ORGANIZAÇÃO DOS ORGANISMOS

Em seguida, foram confeccionadas representações dos organismos utilizando bolas de isopor cobertas por papel alumínio para criação do corpo e massa de biscuit para a modelagem do corpo. As espécies que foram escolhidas para representarem as diferentes famílias dos ancestrais dos cetáceos foram o *Pakicetus* sp., *Ambulocetus* sp., *Maiacetus* sp. e *Dorudon* sp., além destes, foi confeccionado exemplares de representantes atuais de misticetos e odontocetos que estão presentes na fauna brasileira, como *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) (baleia-jubarte) e *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (golfinho-nariz-de-garrafa) (figura 4). É importante destacar o cuidado com as dimensões das estruturas de cada organismo, como as patas/nadadeiras, corpo e cabeça, e o posicionamento de outros órgãos como as narinas/orifícios nasais e ouvido externo (no caso do *Pakicetus* sp. e *Ambulocetus* sp.), para que fique claro o surgimento das adaptações morfológicas que foram surgindo ao longo dos anos dentro do grupo e qual a importância de cada modificação para o ambiente que o animal vivia.

Figura 4: Representantes das famílias dos cetáceos feitos de massa de biscuit, o *Pakicetus* sp. (A), *Ambulocetus* sp. (B), *Maiacetus* sp. (C), Basilossauridae (D), Mysticetidae (E) e Odontocetidae (F).



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

Os organismos foram posicionados ao longo da maquete de acordo com a proposta didática, destacando as mudanças relacionadas à transição e à adaptação ao ambiente aquático, com isso ficou organizada da seguinte maneira: o pakicetidae ficou na porção terrestre, o ambulocetidae ficou na zona de transição entre terra e mar (areia da praia), o *Maiacetus* sp. foi colocado em mar raso para destacar que ainda assim tinha relação com a terra e os demais foram posicionados mais distante, com o intuito de realçar o hábito de vida exclusivamente aquático. A organização também representou a diversificação das linhagens e a ancestralidade comum, evitando uma interpretação da evolução como uma sequência linear em que um organismo simplesmente se transforma em outro (figura 5). A escolha de representar a baleia-jubarte e o golfinho-nariz-de-garrafa como os cetáceos atuais foi para evitar que os alunos pensem que a evolução está relacionada a uma melhoria ou a piora de características físicas dos organismos, por motivos de tamanho corporal como exemplo, mas sim está associada a sua adaptação ao meio ambiente.

Figura 5: Posicionamento dos organismos representantes da história evolutiva dos cetáceos.

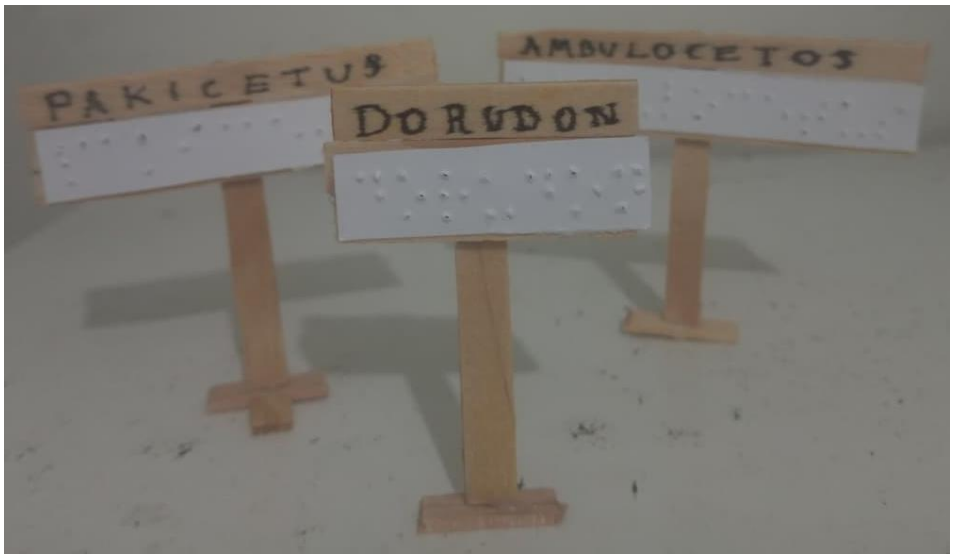


Fonte: Acervo dos Autores (2026).

3.4 IDENTIFICAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DA EVOLUÇÃO

Após a criação dos organismos, foram confeccionadas placas de identificação feitas de palitos de picolé contendo os nomes dos organismos. As informações foram organizadas de maneira simples e objetiva, indicando os nomes dos organismos permitindo que os estudantes comparem os organismos e percebam as modificações ocorridas ao longo da história evolutiva dos cetáceos (figura 6). É sugerido que o docente deixe que os estudantes percebam as diferenças entre os organismos de maneira autônoma e relacionem com o que foi aprendido nas aulas de evolução, trabalhando os conceitos de adaptação e descendência.

Figura 6: Placas de identificação dos organismos presentes no modelo didático sobre a história evolutiva dos cetáceos.

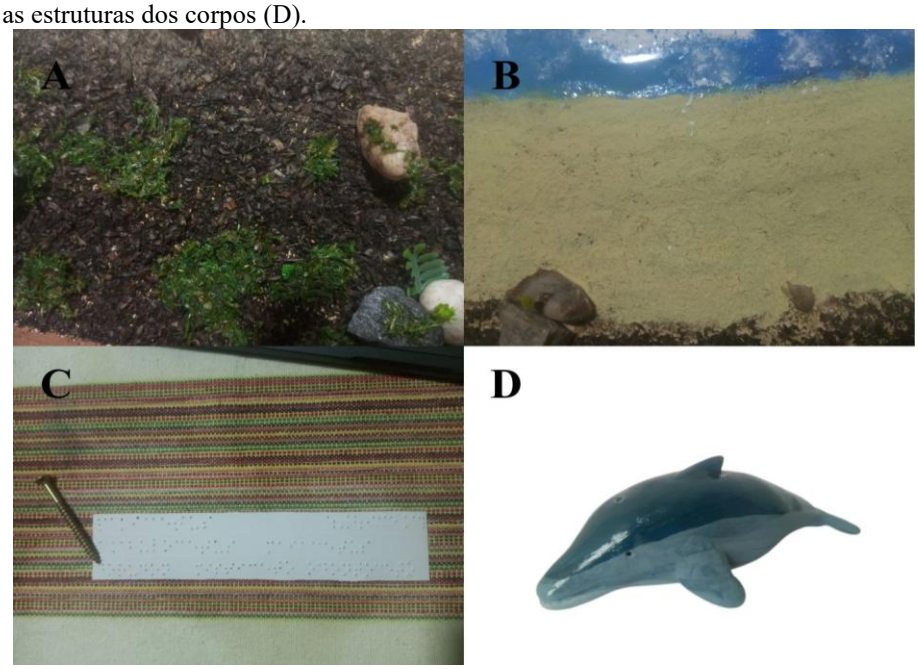


Fonte: Acervo dos Autores (2026).

3.5 INCLUSÃO E ACESSIBILIDADE

Para tornar o modelo mais inclusivo, foram incorporados recursos que possibilitam diferentes formas de interação com a maquete. Elementos com diferentes texturas e estruturas em relevo foram utilizadas para permitir a exploração tátil (Oliveira e Malanski, 2008). As placas de identificação também foram produzidas em Braille, com uma folha de papel cartão e um prego para perfurar e criar as palavras em braille, possibilitando que estudantes cegos ou com baixa visão tenham acesso às informações apresentadas (Oliveira e Malanski, 2008) (figura 7). Dessa maneira, o modelo poderá ser explorado por meio da observação, do tato e da descrição oral realizada pelo professor, ampliando as possibilidades de participação dos estudantes. Essa etapa foi responsável por enriquecer ainda mais o modelo didático e sua proposta de inclusão visto que para outros trabalhos (Oliveira e Malanski, 2008), as maquetes têm essa proposta de proporcionar uma representação tátil de um objeto de estudo, proporcionando a participação de estudantes cegos ou com baixa visão ao conteúdo que é aplicado em sala de aula.

Figura 7: Representações táteis capazes de serem aplicadas num ensino inclusivo, textura da terra (A), textura do solo arenoso (B), criação das palavras em braille (C) e superfície corpórea do organismo feito de biscuit, destacando as estruturas dos corpos (D).



Fonte: Elaborado pelos Autores (2026).

3.6 FINALIZAÇÃO DA MAQUETE

Após a construção dos ambientes, organismos e elementos de identificação, foi realizada a organização e o acabamento de todos os componentes. Os elementos foram fixados com cola quente, quando necessário, garantindo maior resistência ao modelo. A pintura foi realizada com tinta acrílica, permitindo diferenciar os ambientes e destacar os organismos representados e ao final todos os organismos receberam uma camada de verniz aplicado com um pincel para dar maior brilho às peças (figura 8).

Figura 8: Modelo tridimensional inclusivo sobre a história evolutiva dos cetáceos.



Fonte: Acervo dos Autores (2026).

Para Gondim, Dias e Muniz (2013) que criaram uma maquete sobre "as camadas gasosas da superfície da Terra" para uma aula no ensino médio contataram a construção de uma modelo didático é visto como "problemático", pois demanda tempo do docente para sua preparação, entretanto o presente modelo didático foi criado pelos autores em cerca de 24 horas, obtendo ao final um recurso que poderá ser utilizado novamente em diversas aulas pedagógicas.

Há uma escassez de trabalhos que relacionem a evolução dos cetáceos com o ensino de evolução na educação básica, com Carvalho e colaboradores (2023) criando uma sequência didática abordando a história evolutiva dos cetáceos para aplicar no ensino de evolução, entretanto não houve a criação de um modelo tridimensional tátil que pudessem ser utilizados nessas aulas, revelando a importância do presente trabalho para futuros estudos sobre a temática de evolução e principalmente atrelado ao ensino inclusivo para todos estudantes.

A utilização de texturas em materiais didáticos constitui um importante recurso para favorecer a aprendizagem por meio da percepção tátil (Fernandes; Lage, 2019). A usabilidade de materiais com características distintas, como superfícies lisas, ásperas, rugosas, macias, granuladas ou em relevo, possibilita que os estudantes tenham contato direto com os conteúdos trabalhados, especialmente quando o objeto de estudo envolve formas, estruturas e características que podem ser exploradas por meio do tato.

Nesse sentido, o emprego de diferentes texturas pode ampliar as possibilidades de interação com o conteúdo e favorecer experiências de aprendizagem que envolvam diferentes formas de percepção. Para estudantes com deficiência visual, esse recurso apresenta especial relevância, uma vez que possibilita o acesso tátil a informações que, em materiais predominantemente visuais, poderiam constituir uma barreira à compreensão (Fernandes; Lage, 2019).

A partir disso, as texturas podem ser utilizadas na produção de diversos modelos didáticos para o ensino como maquetes, mapas táteis, representações de animais, plantas, ambientes naturais e entre outros elementos que fazem parte do ensino de Ciências e Biologia (Oliveira e Malanski, 2008; Santos e Brito, 2019; Suzuki, Scheunemann e Spironello, 2021). Dessa forma, o estudante deixa de ter contato apenas com uma representação visual e passa a explorar fisicamente as características do objeto representado. Entretanto, à escolha dos materiais deve ser realizada de maneira cuidadosa, considerando a finalidade pedagógica da atividade e a segurança dos estudantes.

Como forma de aplicar esse recurso na prática, foi confeccionado um exemplar de uma baleia-jubarte (figura 9), buscando não apenas reproduzir visualmente o animal, mas também possibilitar a exploração de algumas de suas características por meio das texturas. Na representação, foram criados alguns tubérculos presentes na cabeça do animal com biscuit, utilizando formas ovais em relevo para representar essas estruturas e permitir que elas fossem identificadas pelo tato. Além disso, foram acrescentados detalhes na região inferior do corpo da baleia, representando as diversas estruturas em formas de sulcos ventrais

características da espécie (figura 9). A utilização do relevo nesses elementos permite que as características anatômicas representadas sejam percebidas de maneira mais concreta durante a exploração da maquete.

Figura 9: *Megaptera novaeangliae* (baleia-jubarte) construída de biscuit.



Fonte: Acervo dos Autores (2026).

Na base na maquete outros materiais foram confeccionados também com a finalidade de produzir diferentes sensações táteis. Para representar a areia, por exemplo, foi utilizado pó de serra, criando uma superfície mais granulada e áspera, de modo a proporcionar uma sensação diferente daquela encontrada em outras partes da maquete, além disso foi empregado também uma terra artificial na porção terrestre da maquete, possibilitando um maior acabamento tátil na peça.

É sugerido que a utilização do modelo didático seja como recurso pedagógico em uma aula sobre evolução biológica, deverá ser como material de apoio. Inicialmente, o professor deverá apresentar os conceitos de evolução, como ancestralidade em comum e adaptação. Em seguida, os estudantes poderão observar e analisar a maquete, comparando as características dos diferentes organismos representados. Durante a exposição é interessante que o docente realize perguntas para estimular a participação e a interpretação dos estudantes, buscando relacionar as mudanças morfológicas observadas com a adaptação ao ambiente aquático e com a história evolutiva dos cetáceos.

Por fim, os conhecimentos dos estudantes podem ser avaliados por meio da construção de uma linha de ancestralidade, na qual os estudantes deverão relacionar em tiras de uma cartolina (50cm de comprimento e 10cm de largura) cada família apresentada dos ancestrais dos cetáceos em ordem cronológica, associando as características morfológica dos animais com os habitats que viviam, fazendo relação com os conceitos aprendidos em sala de aula, demonstrando sua compreensão sobre ancestralidade comum, diversificação das linhagens e principais conceitos evolutivos trabalhados durante a atividade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo didático tridimensional sobre a história evolutiva dos cetáceos, apresentou diferentes ancestrais e espécies atuais, destacando as principais mudanças morfológicas relacionadas à transição do ambiente terrestre para o aquático e as relações hereditárias com um ancestral em comum. Dessa forma, o material apresenta potencial de apresentar conceitos relacionados à evolução biológica em aulas da educação básica.

A criação do modelo foi a partir de materiais acessíveis e de baixo custo demonstrando que a construção de recursos didáticos pode ser viável no contexto escolar. Além de contribuir para a compreensão de conceitos de evolução que frequentemente geram dúvidas entre os alunos, como ancestralidade comum, adaptação, seleção natural e diversificação das linhagens. Sua criação também foi planejada para evitar a interpretação equivocada da evolução como um processo linear de "melhoria" dos organismos.

A inserção de diferentes texturas, elementos em relevo e identificação em Braille ampliou as possibilidades de exploração do modelo em diversos âmbitos educacionais, como na educação de pessoas cegas e com baixa visão, favorecendo uma abordagem mais inclusiva, permitindo que os estudantes explorem o conteúdo também por meio da percepção tátil.

Por fim, o modelo didático tridimensional sobre a história evolutiva dos cetáceos apresenta-se como um recurso de possível atuação complementar em aulas de Ciências e biologia de evolução e seus principais conceitos. Ao estimular a observação, a exploração tátil, a comparação e a participação ativa dos estudantes, o recurso evidencia as possibilidades de integração entre o ensino de Biologia, os modelos didáticos, a aprendizagem ativa e a educação inclusiva.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. M. R.; EL-HANI, C. N. Um exame histórico-filosófico da biologia evolutiva do desenvolvimento. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 9-40, 2010.

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

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009.

CARVALHO, L. R. de; SILVA, A. C. C. da; BASTOS, G. C.; BONFIM, R. J.; SANTANA, I. A. B.; SCARPA, D. L.; BATISTONI E SILVA, M. A história evolutiva dos cetáceos: um modelo para o ensino de ancestralidade comum e classificação biológica em uma sequência de ensino investigativa. **Genética na Escola**, v. 18, n. 1, p. 15-30, 2023. DOI: https://doi.org/10.55838/1980-3540.ge.2023.477.

CAVALCANTE, D.; SILVA, A. Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 2008.

CARWARDINE, Mark. **Handbook of whales, dolphins and porpoises**. London: Bloomsbury, 2020. E-book.

CLEMENTZ, M. T.; GOSWAMI, A.; GINGERICH, P. D.; KOCH, P. L. Isotopic records from early whales and sea cows: contrasting patterns of ecological transition. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 26, p. 355-370, 2006.

COSTA, L. O.; MELO, P. L. C.; TEIXEIRA, F. M. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 115-128, 2011. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100008.

FERNANDES, A. F. F.; LAGE, D. A. **Guia para a confecção de materiais didáticos para estudantes com deficiências sensoriais**: visual e surdez. Rio de Janeiro: Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GINGERICH, Philip D.; RUSSELL, Donald E. Pakicetus inachus, a new archaeocete (Mammalia, Cetacea) from the early-middle Eocene Kuldana Formation of Kohat (Pakistan). **Contributions from the Museum of Paleontology, University of Michigan**, v. 25, n. 11, p. 235-246, 1981.

GINGERICH, Philip D.; UL-HAQ, Munir; VON KOENIGSWALD, Wighart; SANDERS, William J.; SMITH, B. Holly; ZALMOUT, Iyad S. New protocetid whale from the Middle Eocene of Pakistan: birth on land, precocial development, and sexual dimorphism. **PLOS ONE**, v. 4, n. 2, e4366, 2009. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0004366.

GONDIM, L. B.; DIAS, R. H. L.; MUNIZ, A. M. V. O uso da maquete e das revistas em quadrinhos no ensino de Geografia. **Revista Eletrônica Geoaraguaia**, Barra do Garças, v. 3, n. 2, p. 46-55, 2013.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética: exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Mudi**, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006. DOI: https://doi.org/10.4025/arqmudi.v11i1.19993.

KRAPAS, S.; QUEIROZ, G.; COLINVAUX, D.; FRANCO, C. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, p. 185-205, 1997. Disponível em: https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/627.

LEÃO, Denise Maria Maciel. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, n. 107, p. 187-206, 1999. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-15741999000200008.

LOPES, Rita de Cássia Soares. A relação professor-aluno e o processo ensino-aprendizagem. 2011.

LUO, Zhexi; GINGERICH, Philip D. Terrestrial Mesonychia to aquatic Cetacea: transformation of the basicranium and evolution of hearing in whales. **Papers on Paleontology**, n. 31, p. 1-98, 1999.

MADAR, Sandra I. The postcranial skeleton of early Eocene pakicetid cetaceans. **Journal of Paleontology**, v. 81, n. 1, p. 176-200, 2007. DOI: https://doi.org/10.1666/0022-3360(2007)81[176:TPSOEE]2.0.CO;2.

MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F.; SANTOS, M. P. F.; FERRAZ, C. S. Utilização de modelos didáticos no ensino de Entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

MORAIS, G. H.; MARQUES, R. C. P. Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3., 2016. **Anais III CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2017/TRABALHO_EV073_MD4_SA17_ID4130_17092017235502.pdf.

OLIVEIRA, B. R. de; MALANSKI, L. M. O uso da maquete no ensino de Geografia. **Extensão em Foco**, Curitiba, n. 2, p. 181-189, 2008.

OLIVEIRA, J. A. F.; PASCHOAL, C. M. M. **O uso de maquetes táteis para o ensino de ciências**: uma prática pedagógica de inclusão educacional. Redenção, CE: Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, 2021. Disponível em: https://repositorio.unilab.edu.br/jspui/handle/123456789/6399.

PEGORARO, A.; SOARES, L. G.; RIZZON, M. Z.; MOLIN, E. D.; FERNANDES, F. M.; LOVATO, L. B.; CUNHA, G. F. A importância do ensino de evolução para o pensamento crítico e científico. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 2, n. 2, 2016.

PRIMO, C. S.; PERTILE, E. B. Ciências e Biologia para alunos cegos: metodologias de ensino. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 1, 2022. DOI: https://doi.org/10.36661/2595-4520.2022v5n1.12501.

PIAGET, Jean. Desenvolvimento e aprendizagem. **Studying Teaching**, p. 1-8, 1972. Disponível em: http://maratavarespsictics.pbworks.com/w/file/fetch/74464622/desenvolvimento_aprendizagem.pdf.
ROE, L. J.; THEWISSEN, J. G. M.; QUADE, J.; O'NEIL, J. R.; BAJPAI, S.; SAHNI, A.; HUSSAIN, S. T. Isotopic approaches to understanding the terrestrial-to-marine transition of the earliest cetaceans. In: THEWISSEN, J. G. M. (ed.). **The emergence of whales: evolutionary patterns in the origin of Cetacea**. New York: Plenum Press, 1998. p. 399-422. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0159-0_14.

SANTANA, A. M. M. A.; NICOLLI, A. A.; COSTA, J. S. Os sentidos construídos para o conceito de evolução no ensino de ciências. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 6, n. 1, p. 166-183, 2019.

SANTOS, J. F. L.; BRITO, M. F. G. Educação inclusiva: modelo didático de peixe para alunos com deficiência visual no ensino de Ciências e Biologia. **Revista Ciências & Ideias**, v. 10, n. 3, p. 206-223, 2019. DOI: https://doi.org/10.22407/2176-1477/2019.v10i3.1022.

SCHNETZLER, R. P. **Construção do conhecimento e ensino de ciências**. Brasília, DF, 1992. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/000858162.

SILVA, T. S.; LANDIM, M. F.; SOUZA, V. R. M. A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 13, n. 1, p. 32-47, 2014.

SOUZA, F. C. D.; PAZ, D. A.; PEREIRA, J. F.; SILVA, C. B.; FARIAS, R. R. S. Os conflitos no ensino de evolução. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 11, n. 5, 2025. DOI: https://doi.org/10.51891/rease.v11i5.19465.

SUZUKI, L. E. A. S.; SCHEUNEMANN, G.; SPIRONELLO, R. L. Construção de uma maquete didática e aplicação no ensino de conteúdos geográficos. **Geografia em Atos**, v. 5, p. 1-22, 2021. DOI: https://doi.org/10.35416/geoatos.2021.7673.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/1516-731320170040013.

THEWISSEN, J. G. M.; MADAR, S. I.; HUSSAIN, S. T. *Ambulocetus natans*, an Eocene cetacean (Mammalia) from Pakistan. **Courier Forschungsinstitut Senckenberg**, v. 191, p. 1-86, 1996.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **ComCiência**, n. 107, 2009.

UHEN, Mark David. Form, function, and anatomy of *Dorudon atrox* (Mammalia, Cetacea): an archaeocete from the Middle to Late Eocene of Egypt. **Papers on Paleontology**, n. 34, p. 1-222, 2004.

UHEN, Mark D. Evolution of marine mammals: back to the sea after 300 million years. **The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology**, v. 290, p. 514-522, 2007.

UHEN, Mark D. The origin(s) of whales. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 38, p. 189-219, 2010. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-earth-040809-152453.

REALIZAÇÃO:



CNPJ: 589029480001-12
contato@aurumeditora.com
(41) 98792-9544
Curitiba - Paraná
www.aurumeditora.com