



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE BIOLOGIA**

**GABRIEL PIASSA**

**CEGUEIRA BOTÂNICA E ZOOCHAUVINISMO NO ENSINO DE BIOLOGIA: UM  
ESTUDO DA LITERATURA CIENTÍFICA E DE LIVROS DIDÁTICOS**

**Campinas – SP  
2023**

**GABRIEL PIASSA**

**CEGUEIRA BOTÂNICA E ZOOCHAUVINISMO NO ENSINO DE BIOLOGIA: UM ESTUDO DA LITERATURA CIENTÍFICA E DE LIVROS DIDÁTICOS**

Tese apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutor em Biologia Vegetal.

**Orientador: ANDRÉ OLMOS SIMÕES**

**Co-Orientador: JORGE MEGID NETO**

ESTE TRABALHO CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO GABRIEL PIASSA E ORIENTADA PELO PROFESSOR ANDRÉ OLMOS SIMÕES E CO-ORIENTADA PELO PROFESSOR JORGE MEDIG NETO

**CAMPINAS  
2023**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca do Instituto de Biologia  
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

P573c Piassa, Gabriel, 1991-  
Cegueira botânica e zoolochauvinismo no ensino de biologia : um estudo da literatura científica e de livros didáticos / Gabriel Piassa. – Campinas, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: André Olmos Simões.  
Coorientador: Jorge Megid Neto.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia.

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Botânica - Estudo e ensino. 3. Livros didáticos. I. Simões, André Olmos, 1975-. II. Megid Neto, Jorge, 1958-. III. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biologia. IV. Título.

### Informações Complementares

**Título em outro idioma:** Plant blindness and zoolochauvinism in biology teaching : a study of scientific literature and textbooks

### Palavras-chave em inglês:

Biology - Study and teaching

Botany - Study and teaching

Textbooks

**Área de concentração:** Biologia Vegetal

**Titulação:** Doutor em Biologia Vegetal

### Banca examinadora:

André Olmos Simões [Orientador]

Suzana Ursi

Juliana Rink

Eliana Regina Forni Martins

Paulo Takeo Sano

**Data de defesa:** 13-09-2023

**Programa de Pós-Graduação:** Biologia Vegetal

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-2437-3437>

- Currículo Lattes do autor: <https://lattes.cnpq.br/8834428026206209>

Campinas, 13 de setembro de 2023

## **COMISSÃO EXAMINADORA**

**Presidente:** Prof. Dr. André Olmo Simões

**Membro:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Eliana Regina Forni Martins

**Membro:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Suzana Ursi

**Membro:** Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Rink

**Membro:** Prof.<sup>o</sup> Dr. Paulo Takeo Sano

*Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.*

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa Biologia Vegetal do Instituto de Biologia

## DEDICATÓRIA

*Dedico esta Tese de Doutorado aos meus pais Sandra e Carlos; aos profissionais da saúde que atuaram na linha de frente durante a pandemia de COVID-19 e aos professores que, assim como eu, tiveram de se reinventar e superar inúmeros desafios para continuar lecionando.*

*“Estamos, meu bem, por um triz  
Pro dia nascer feliz  
O mundo inteiro acordar, e a gente dormir, dormir” Cazuzza/Barão Vermelho*

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais Sandra e Carlos por todo suporte acolhedor e paciência no decorrer desse trabalho. Agradeço igualmente a toda minha família.

Aos meus amigos Ulisses, Rafael, Fernando, Caio e Marcos Paulo pelo apoio emocional e por todos os momentos de descontração que me proporcionaram durante todo esse tempo. Amo vocês!

Aos meus amigos e professores Borim, Luisinho e Altomani por todo aprendizado ao longo de anos e oportunidades junto ao Colégio Villa Lobos. Vocês são modelos de tudo o que eu acredito sobre educação. Obrigado por tudo que me ensinam dia a dia.

Ao meu amigo e Doutorando Marcio Luiz Magrini por todos esses anos de amizade e suporte, não apenas emocional, como também na elaboração dos gráficos presentes neste trabalho.

Ao grupo BotED coordenado pela professora Suzana Ursi, professora do Instituto de Biologia da USP, pela possibilidade de troca de informações e vivências. Aprendi muito com vocês!

Aos membros da banca de qualificação pelas valiosas contribuições para esta tese: Professoras Eliana Martins; Suzana Ursi e Juliana Rink. Aos membros da Pré Banca: Professoras Fernanda Calió, Samantha Koehler, Sandra Carmello-Guerreiro (Professandra).

Ao comitê de acompanhamento de teses composto pelas professoras Eliana Martins e Juliana Rink. Muito obrigado por me acompanharem ao longo desses quatro anos. Foi incrível poder contar com cada uma de vocês ao longo desses anos.

Aos membros da banca de defesa: Eliana Martins, Suzana Ursi, Juliana Rink e Paulo Sano pelas contribuições inestimáveis dadas para a construção da versão final desta tese. Foi muito bom contar com as sugestões e discussões de cada um de vocês.

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

Ao meu orientador André Olmos Simões pelo suporte e paciência durante a elaboração e desenvolvimento deste trabalho. Obrigado por todo o aprendizado desde a iniciação científica até aqui. Foi incrível todo o suporte que me deu, inclusive nos momentos tempestuosos para começar do zero um projeto de mestrado em tempo recorde! Obrigado por ter aceitado se aventurar comigo nesta área de Ensino, dos Livros Didáticos e da Cegueira Botânica. Você foi incrível, não apenas como orientador, mas como pessoa e amigo. Agradecido por tudo e por toda a paciência, viagens de campo, ensinamentos e puxões de orelha. Espero um dia poder dividir uma cadeira com você na Unicamp e mostrar o quanto aprendi ao seu lado nesses anos.

E para fechar com chave de ouro os agradecimentos pontuais, parecido com a música mais importante de uma banda que geralmente é tocada no final, agradeço ao meu co-orientador Jorge Megid Neto pelas valorosas contribuições na área de Ensino, por todo o aprendizado inestimável ao longo de todos esses anos. Este projeto não aconteceria sem todo seu apoio. Você é incrível e aprendi muito estando ao seu lado, mesmo que, durante a graduação eu corrigia minhas provas durante a sua aula. Sem dúvida alguma espero um dia ser uma parcela do professor e pessoa que você é! Muito obrigado por tudo!

À Ciência e a todos os profissionais de saúde que estiveram na linha de frente durante toda a Pandemia e também a todos aqueles que atuaram na produção das vacinas ofertadas.  
#VACINASIM!

E por fim, ao Lulinha, pois ele foi capaz de estabelecer novamente um governo integrativo no Brasil, onde as minorias também importam. Um governo que valoriza a saúde e a educação, fortalecendo ainda mais a importância deste trabalho. Obrigado Lulinha!

## RESUMO

O ensino de Botânica no Brasil comumente é categorizado como desestimulante, limitado e desconectado do cotidiano dos alunos. Muitos professores se prendem exclusivamente a um ensino baseado em Livros Didáticos (LD), os quais podem ser desatualizados e tendenciosos, dificultando a construção de conhecimentos pelos estudantes. Este cenário contribui para um desinteresse e menor apreço pelo estudo das plantas, produzindo uma compreensão errônea de que elas são menos importantes que outros grupos de seres vivos, como os animais. Estimular essa visão inadequada reforça o que se denomina Zochauvinismo (ZCH), Cegueira Botânica (CB) ou Negligência Botânica (NB). A tendência generalizada de se considerar plantas seres inferiores aos animais configura o ZCH e, quando somos incapazes de notar as plantas em seu cenário natural e/ou reconhecer sua real importância, estamos nos referindo à CB ou a NB. Nesse contexto, esta tese teve por objetivos: (1) analisar trabalhos acadêmico-científicos que tenham tratado dos conceitos de CB, NB e ZCH em situações de ensino e aprendizagem nos vários níveis de ensino, discutindo concepções de pesquisadores sobre estes conceitos; (2) analisar a presença ou ausência de noções e abordagens que corroborem a CB, NB ou ZCH em coleções didáticas de Biologia de ensino médio, verificando como a Botânica e a Zoologia são abordadas de modo integrado a outras áreas no sentido de reforço ou não aos temas; e (3) discutir, com base na literatura científica e na análise das coleções, como o Ensino de Biologia pode ser abordado numa perspectiva temática e integrada de modo a se evitar o reforço aos conceitos de CB, NB e ZCH. No estudo da literatura, selecionamos 20 artigos disponíveis nos *sites* de busca Google Acadêmico, SciELO e CAPES, analisando-os segundo o nível de ensino e as estratégias de pesquisa adotadas. O estudo dos LD foi realizado de acordo com os princípios da Análise de Conteúdo, tendo como *corpus* documental cinco coleções didáticas selecionadas dentre as dez coleções aprovadas no PNLD/2018. Foi investigado o tratamento dado, em textos, imagens e atividades das coleções, aos conteúdos de Botânica e de Zoologia nos respectivos capítulos específicos ou nos capítulos dedicados a Evolução, Genética e Ecologia. Os resultados mostraram que as atividades práticas propiciam melhores resultados ao serem aplicadas em qualquer nível de ensino escolar quando se intenta prevenir a CB, NB e ZCH. Nos LD, notamos que a maior discrepância e desintegração dos conteúdos de Botânica e Zoologia, encontra-se junto aos capítulos de Evolução, sinalizando para a necessidade de reformular as abordagens dessa área nos LD. Foram discutidos mecanismos para prevenir e evitar a propagação dos conceitos de CB, NB e ZCH nos processos de ensino e aprendizagem escolar e nos LD. Por fim, discutimos a abordagem integrada e temática das diferentes áreas da Biologia no ensino escolar dessa disciplina, como meio de favorecer o equilíbrio de percepções e compreensões das plantas e animais no estudo dos diversos ambientes.

**Palavras Chave:** Negligência Botânica; Cegueira Botânica; Zochauvinismo; Ensino de Botânica; Livros Didáticos.

## ABSTRACT

Botany teaching in Brazil is commonly categorized as discouraging, limited and disconnected from students' daily lives. Teachers often stick exclusively to Textbooks, which can be outdated and biased, making it difficult for students to build knowledge. This scenario contributes to a lack of interest and less appreciation for the study of plants, producing the misunderstanding that they are less important than other groups of living beings, such as animals. Stimulating this inadequate view reinforces Zoochauvinism (ZCH), Plant Blindness (PB) or Botany Neglect (BN). The widespread tendency to consider plants to be inferior to animals configures ZCH, whilst PB or BN define the inability to notice plants in their natural setting and/or recognize their real importance. In this context, this thesis had the following objectives: (1) analyze academic-scientific studies that have dealt with the concepts of PB, BN and ZCH in teaching and learning situations at various levels of education, discussing researchers' conceptions about these terms; (2) to analyze the presence or absence of approaches that corroborate PB, BN or ZCH in didactic collections of high school Biology, verifying the approach of Botany and Zoology integrated with other areas and the possible reinforcement of these themes; and (3) to discuss, based on the scientific literature and collections analysis, how Biology teaching can be approached from a thematic and integrated perspective in order to avoid reinforcement of PB, BN and ZCH concepts. We selected 20 articles available on Google Scholar, SciELO and CAPES search engines for literature analysis, assessing them according to the educational level and the research strategies adopted. The textbooks analysis was conducted following the principles of Content Analysis, with five out of ten didactic collections selected among the ones approved in the PNLD/2018. We analyzed the approach in texts, images and activities of Botany and Zoology contents in specific chapters or in chapters dedicated to Evolution, Genetics and Ecology. The results showed that practical activities provide better results when trying to prevent PB, BN and ZCH at any level of education. In textbooks, we noticed that the greatest discrepancy and lack of integration of Botany and Zoology contents is found in Evolution chapters, highlighting the need to reformulate the approaches in this area. We discussed mechanisms to prevent and avoid the propagation of PB, BN and ZCH concepts in teaching and learning processes and in textbooks. Finally, we discussed the integrated and thematic approach of the different areas of Biology for this discipline, as a means of favoring the balance of perceptions and understanding of plants and animals in the study of different environments.

**Keys Words:** Botany Neglect; Plant Blindness; Zoochauvinism; Botany Teaching; Textbooks.

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

<b>Quadro 1:</b> Conteúdos relativos à Botânica (em negrito) previsto pela BNCC para o Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Finais) .....	21
<b>Quadro 2:</b> Conteúdos relativos à Zoologia (em negrito) previsto pela BNCC para o Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Finais) .....	22
<b>Quadro 3:</b> Artigos selecionados para o <i>corpus</i> da pesquisa em suas respectivas plataformas de pesquisa (CAPES, SciELO e Google Acadêmico) .....	31
<b>Quadro 4:</b> Dados descritivos dos artigos selecionados para as análises do Capítulo1 .....	33
<b>Quadro 5:</b> Aspectos da Análise estabelecidas em nosso trabalho .....	35
<b>Quadro 6:</b> Obras de Biologia aprovadas pelo PNLD 2018 para o Ensino Médio .....	71
<b>Quadro 7:</b> Coleções analisadas nesse trabalho com os respectivos autores .....	80
<b>Quadro 8:</b> Focos de Análise definidas durante a etapa de categorização que foram utilizadas nesse trabalho .....	82
<b>Quadro 9:</b> Distribuição dos conteúdos programáticos nas cinco coleções analisadas .....	83
<b>Tabela 1:</b> Universo amostral e número de artigos pré-selecionados nas plataformas Google Acadêmico, CAPES e SciELO. Os termos foram pesquisados entre aspas para restringir os resultados a sequência de palavras informadas .....	30
<b>Tabela 2:</b> Unidades de Registro encontradas em cada um dos cinco focos de análise estabelecidas representadas pelos índices identificados nas cinco coleções analisadas .....	89

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- AC:** Artigo Científico
- BNCC:** Base Nacional Comum Curricular
- CB:** Cegueira Botânica
- EB:** Ensino de Botânica
- EF:** Ensino Fundamental
- EI:** Ensino Infantil
- EM:** Ensino Médio
- ENEM:** Exame Nacional do Ensino Médio
- ES:** Ensino Superior
- GLD:** Guia do Livro Didático
- LD:** Livro Didático; Livros Didáticos
- NB:** Negligência Botânica
- PNLD:** Programa Nacional do Livro Didático
- SEI:** Sequência de Ensino Investigativo
- UC:** Unidades de Contexto
- UR:** Unidades de Registro
- ZCH:** Zoochauvinismo

## SUMÁRIO

Introdução .....	13
<b>Capítulo 1: Cegueira Botânica e Zoolochauvinismo na Literatura Científica .....</b>	<b>28</b>
1.1 Delimitação do <i>Corpus Documental</i> .....	29
1.2 Aspectos e Características da Análise .....	34
1.3 Quanto à abordagem da Cegueira Botânica e do Zoolochauvinismo vinculados ao ensino de Botânica.....	36
1.3.1 Nível de Ensino .....	37
1.3.2 Estratégias de Pesquisa e Ensino Adotadas .....	45
1.4 Quanto aos fatores desencadeadores da Cegueira Botânica e do Zoolochauvinismo .....	60
1.5 Considerações Finais do Capítulo .....	67
<b>Capítulo 2: Cegueira Botânica e Zoolochauvinismo em Livros de Biologia .....</b>	<b>69</b>
2.1 O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e as Coleções de Biologia Aprovadas no PNLD 2018 .....	70
2.2 Algumas Considerações sobre a Botânica nos Livros Didáticos .....	77
2.3 Análise de Conteúdo e Objeto de Pesquisa .....	79
2.4 Resultados e Discussão .....	83
2.4.1 Botânica em Zoologia .....	88
2.4.2 Zoologia em Botânica .....	98
2.4.3 Conteúdos de Botânica ou Zoologia em Tópicos de Ecologia .....	116
2.4.4 Conteúdos de Botânica ou Zoologia em Tópicos de Genética .....	141
2.4.5 Conteúdos de Botânica ou Zoologia em Tópicos de Evolução .....	160
2.5 Síntese das Análises Realizadas no Capítulo 2 .....	183
2.6 Considerações Finais do Capítulo .....	186
<b>Capítulo 3: Cegueira Botânica: Propondo Novas Denominações e Novas Abordagens Educacionais .....</b>	<b>189</b>
3.1 Novas Possibilidades para o Termo Cegueira Botânica .....	190
3.2 O Ensino de Biologia Organizado por Temas .....	196
3.3 Palavras ao Professor .....	204
3.3.1 Abordagens Práticas como forma de Prevenção à Negligência Botânica (ou Cegueira Botânica) e ao Zoolochauvinismo .....	205
3.3.2 Abordagens Teóricas como forma de Prevenção à Negligência Botânica (ou Cegueira Botânica) e ao Zoolochauvinismo .....	216
Considerações Finais .....	225
Referências.....	230
Anexos.....	238

## INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

O ensino de Ciências no Brasil é categorizado, na maioria dos casos, como desestimulante e limitado, conforme Chapani & Cavassan (1997) entre outros autores. Uma das causas deve-se à grande quantidade de termos que são apresentados aos alunos durante o ensino escolar, bem como ao distanciamento dos conteúdos ministrados em sala de aula com a realidade dos alunos (KINOSHITA et al., 2006). Todavia, se esses termos forem de fato compreendidos e passarem a fazer parte do vocabulário dos alunos e as Ciências da Natureza ensinadas de maneira mais contextualizada, a assimilação dos conceitos com suas definições, bem como sua compreensão pelos alunos, passará a ser mais efetiva (HARLEN, 2001 *apud* CARVALHO, 2011).

Porém, um ensino baseado na transmissão de conteúdos expostos em livros didáticos desatualizados em suas definições e/ou tendenciosos, limita a aquisição de novos conhecimentos (SILVA; CAVASSAN, 2006; BALAS; MOMSEN, 2014). Comumente são encontrados erros conceituais ou identificações incorretas em livros ou apostilas didáticas. Ao longo dos anos que o autor desta tese leciona, por diversas vezes deparou-se com situações onde conceitos biológicos incorretos e/ou desatualizados são apresentados para os alunos nos materiais didáticos adotados e/ou exercícios propostos.

Exemplifica-se, aqui, conceitos como grupos monofiléticos e parafiléticos ensinados de maneira errada, onde as definições são comumente invertidas em alguns materiais; termos desatualizados, carioteca e complexo de Golgi dentro de Citologia também podem ser identificados; já em Evolução conceitos de seleção natural são apresentados como fruto de um processo de adaptação dentro do Darwinismo; e em Biologia Vegetal elencam-se termos que entraram em desuso para definir o ciclo de vida de uma planta (ciclo haplodiplobionte), bem como identificações incorretas em imagens que trazem, por exemplo, uma samambaia enquanto a legenda da imagem menciona a ilustração de um grupo diferente, como angiospermas.

Faz dez anos que o autor desta tese leciona Ciências e Biologia no ensino fundamental, médio e curso pré-vestibular. Baseado nessas experiências e em autores como Bennetti e Carvalho (2011) e Kinoshita *et al.* (2006) podemos considerar que o Ensino de

---

<sup>1</sup> Uma versão condensada desta “introdução” foi publicada na Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática (Revin) conforme a referência: Piassa, G.; Megid Neto, J.; Simões, A. O. Os conceitos de cegueira botânica e zoochauvinismo e suas consequências para o Ensino de Biologia e ciências da natureza. **Revista Internacional de Pesquisa em Didática das Ciências e Matemática [s.l.]**, v. 3, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/revin/article/view/641/310>. Acesso em: 11.07.2023.

Botânica (EB) no Brasil, assim como o de Ciências, se revelam igualmente desestimulantes e rotineiros. Segundo Salatino e Buckeridge (2016), a Botânica é uma matéria escolar árida, entediante e fora do contexto moderno. Esses adjetivos utilizados para descrever a Biologia Vegetal associam-se à maneira como a Botânica é apresentada aos alunos. Quando o professor se limita a transmitir o conteúdo apenas na forma de textos, o qual inclui a vasta nomenclatura Botânica, ele acaba contribuindo para que o ensino desse ramo da Biologia se torne entediante e difícil para os alunos. Quando adotamos estratégias de ensino que abordem as plantas como elementos únicos, desconectados do cotidiano dos alunos e como simples seres vivos que apresentam um conjunto de características e estruturas que os definem, estamos nos baseando em uma metodologia de ensino que não busca estreitar uma relação com o cotidiano de nossos alunos. Ao aproximar o ensino sobre plantas do contexto atual, por exemplo, tratando da sua influência no clima em diferentes estados brasileiros, trabalhamos conceitos de fisiologia vegetal associados a um contexto mais próximo da realidade dos alunos.

Para Pany (2014), o Ensino de Botânica é uma tarefa difícil além de ser apresentada de forma pouco atrativa e complexa, o que requer dos alunos uma grande capacidade de memorização (VIANA, 1999), ao invés de uma correta interpretação e assimilação do conteúdo ensinado. Novamente notamos uma influência negativa nesse ensino, quando há uma supervalorização de termos e/ou nomenclatura, na qual o aluno, ao invés de compreender o significado desses termos, acaba decorando-os. A complexidade pode ser minimizada quando as estruturas e processos vitais às plantas são apresentados juntamente com atividades práticas, as quais permitam ao aluno a manipulação do material botânico.

É corriqueiro perceber junto aos alunos do ensino fundamental, médio e curso pré-vestibular uma aversão muito grande à Botânica. Como apontado por Ursi *et al.* (2018), essa matéria é considerada difícil, enfadonha e distante da realidade dos alunos. Porém, existem preocupações para torná-la menos enfadonha desde 1937, por meio dos estudos realizados por Rawitscher, nos quais o autor sinalizava a importância de que algo seja feito para a alteração desse cenário (KATON; TOWATA; SAITO, 2012). Essas características do Ensino de Botânica podem estar relacionadas à supervalorização de nomenclaturas, regras e definições dadas por alguns educadores (GALLO, 1999; MACEDO *et al.*, 2012), o que faz diminuir cada vez mais o interesse dos alunos por esse ramo da Biologia.

Outro fator que pode contribuir para essa grande aversão, além de uma formação deficiente do aluno durante o ensino fundamental, é o desinteresse de professores em ensinar Botânica. Instala-se, assim, um ciclo de desvalorização, que segundo Ursi *et al.* (2018), precisa

ser quebrado. Nesse ciclo, temos professores desinteressados que não se motivam em ensinar Biologia Vegetal, ficando limitados a uma aula desestimulante. Essa aula, por sua vez, faz com que o aluno fique desestimulado e apático ao aprender Botânica, desincentivando o professor e se reinventar na forma de ensinar tais assuntos.

Soma-se a isso o fato de o Ensino de Botânica ser preenchido, com frequência, por muitos erros conceituais durante os processos educacionais. Menções às folhas sempre serem verdes, plantas aquáticas serem algas, respiração vegetal ocorrer à noite e fotossíntese de dia e toda planta ter um fruto, são erros comumente encontrados ou difundidos por educadores menos experientes. Além disso, muitas vezes se preza uma abordagem rápida do assunto, dada a inexperiência ou pouco gosto pela Botânica, centrada na memorização desses conceitos, o que acaba por diluir cada vez mais o interesse do aluno por essa área, quando comparada a outras áreas da Biologia, como Zoologia e Fisiologia Humana.

Atitudes como essa, de desvalorização das plantas durante as aulas e de priorização de outros ramos da Biologia em desvalorização à Botânica, contribuem para o que Wandersee e Schussler (1999) definem como Cegueira Botânica (CB). Segundo os autores, a Cegueira Botânica é definida como a incapacidade de ver ou notar as plantas em seu ambiente levando à incapacidade de (a) reconhecer a importância das plantas para a biosfera e os seres vivos; (b) apreciar as características morfológicas e únicas das plantas; e (c) não dar importância equitativa a plantas e animais, o que leva a uma conclusão errônea de que plantas são seres inferiores aos animais (WANDERSEE; SCHUSSLER, 1999, 2001).

Alguns sintomas são característicos da Cegueira Botânica e permitem sua identificação, dentre eles a desatenção em relação às plantas presentes no cotidiano e a visão de que essas são apenas um plano de fundo para os demais seres vivos (animais, por exemplo); a falta de compreensão sobre os papéis dos vegetais nos ciclos biogeoquímicos (carbono e nitrogênio, por exemplo); a negligência quanto à importância das plantas para assuntos diários não reconhecendo suas características únicas e suas necessidades básicas de sobrevivência; a diminuição da empatia para com as plantas e a consequente redução da proteção à biodiversidade vegetal; e a insensibilidade aos seres vegetais. Estes são alguns sintomas característicos do fenômeno da Cegueira Botânica, conforme vários autores, tais como: Balick & Cox (1996); Wandersee & Schussler (1999; 2001); Schussler et al. (2010); Macedo et al. (2012); Katon, Towata & Saito (2012); Salatino & Buckeridge (2016).

A figura abaixo (**Figura 1**), extraída do livro *Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica*, traz uma tradução fiel da publicação de Wandersee e Schussler (2001) sobre as definições e sintomas da CB supracitados.

**Figura 1.** Definições e sintomas da Cegueira Botânica segundo Wandersee e Schussler (1999, 2001).

### CEGUEIRA BOTÂNICA

---

**DEFINIÇÃO** Incapacidade de enxergar ou notar as plantas em seu próprio ambiente, acarretando:

- incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e para o cotidiano dos seres humanos;
- incapacidade de apreciar os aspectos estéticos e biologicamente únicos das formas de vida pertencentes ao Reino das Plantas;
- comparação equivocada, em uma concepção antropocêntrica, das plantas como inferiores aos animais, levando à conclusão errônea de que plantas são seres inferiores e, portanto, menos dignos da atenção/valorização humana.

---

**SINTOMAS**

- a. **Não perceber** e prestar atenção às plantas no seu cotidiano.
- b. Pensar que as plantas são apenas **cenário** para a vida animal.
- c. **Compreender de modo equivocado as necessidades vitais das plantas**, em termos de matéria e energia.
- d. **Negligenciar** a importância das plantas nas atividades cotidianas.
- e. **Não perceber as diferenças de escala de tempo** das atividades dos animais e das plantas.
- f. **Não vivenciar experiências práticas** de cultivo, observação e identificação com plantas da sua região.
- g. **Não saber explicar** aspectos científicos básicos sobre as plantas de sua região, como crescimento, nutrição, reprodução e características ecológicas.
- h. **Falta de consciência** sobre o papel fundamental das plantas para um ciclo biogeoquímico chave em nosso planeta: o ciclo do carbono.
- i. Ser **insensível** a características estéticas das plantas e suas estruturas únicas, especialmente em relação a adaptações, coevolução, cores, dispersão, diversidade, hábitos de crescimento, odores, tamanhos, sons, espaço, força, simetria, texturas e gostos.

---

**Fonte:** Proposições de Wandersee e Schussler (1999, 2001) traduzidas por e extraídas do livro *Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica* (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021. p.16). Disponível em [http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Vasques\\_Freitas\\_Ursi\\_2021.pdf](http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Vasques_Freitas_Ursi_2021.pdf).

A escolha do termo *Plant Blindness* (Cegueira Botânica), por Wandersee e Schussler (2001), baseia-se no fato de que existe uma familiarização com o termo *blind* para uma representação metafórica referente à perda de informação visual. Já o termo *plant* estaria associado às plantas com flores – angiospermas. Concordamos aqui com o Vasques e colaboradores (2021) de que o *Plant* se estende para muito além das plantas com flores, incluindo, assim, os demais grupos vegetais.

O termo *Plant Blindness*, como proposto, vem sendo alvo de críticas por parte de pesquisadores que julgam necessário uma reformulação de sua denominação (MACKENZIE *et al.*, 2019; SANDERS, 2019; PARSLEY, 2020). A princípio neste trabalho, por acreditarmos que o termo é eficiente em transmitir a mensagem a que se propõe, utilizaremos o termo traduzido Cegueira Botânica (CB), o qual foi traduzido pela primeira vez em 2017 durante uma mesa redonda no 58º Congresso Nacional de Botânica (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021).

Vale aqui uma menção à proposta de Parsley (2020), reafirmada na publicação do *Plant Science Bulletin* de 2021 (a mesma revista onde Wandersee e Schussler apresentaram o termo Cegueira Botânica em 2001), na substituição do termo CB por PAD (Plant Awareness Disparity) – a qual traduziremos livremente como Disparidade da Consciência sobre Plantas. A autora propõe que o termo CB seja substituído por PAD, justificando que uma substituição pode ser feita visto que anteriormente já existiu uma substituição do termo Zoolochismo (ZCH) por CB. Porém, como discutiremos nesse trabalho em nenhum momento os autores Wandersee e Schussler propuseram essa substituição. Além disso a proposta atrela-se ao fato de que “Blindness” (Cegueira) ser uma metáfora insensível e excludente em relação a pessoas deficientes da comunidade e isso pode de certa forma impactar negativamente o interesse de pesquisadores nesse campo.

A origem exata da noção de Cegueira Botânica ainda é incerta e gera algumas discussões. Para Wandersee e Schussler (2001), a origem pode estar na neurofisiologia: segundo Norretranders (1998 p.126), nosso olho gera 10 milhões de *bits* por segundo, dos quais apenas 40 *bits* por segundo são extraídos pelo nosso cérebro, havendo, finalmente, o processamento somente de 16 *bits* de dados por segundo. Basicamente nosso cérebro é capaz de processar aproximadamente 0,00016% dos dados que chegam até ele, ocorrendo assim uma priorização de fatores em movimento, desconhecidos e ameaçadores – características típicas de animais. Uma educação Botânica apropriada, na qual a criança tem a possibilidade de manter contato com as plantas logo nos primeiros anos de sua vida, como as experiências no cultivo de plantas, podem melhorar a qualidade de sua percepção (WANDERSEE; SCHUSSLER 2001).

Relações com a CB podem ser estabelecidas já no século IV a.C. Para Gagliano (2013), na Grécia Antiga com as ideias de Aristóteles, as plantas já eram tidas como seres inferiores uma vez que o filósofo via a natureza – entenda-se plantas – como um serviçal da humanidade. Segundo o filósofo, os animais deveriam servir ao homem, plantas deveriam servir aos animais e o mundo inanimado deveria servir às plantas (BALDING; WILLIAMS, 2016 *apud* VASQUES; FREITAS; URSI, 2021).

Mas porque as plantas são ignoradas afinal? Além da ideia embasada na neurofisiologia, Wandersee e Schussler (1999) apresentam outras possíveis explicações para a CB, das quais destacam-se: a) baixo conhecimento sobre plantas e seu funcionamento em detrimento dos animais; b) plantas são chamativas apenas no período de florescimento, o que permite sua priorização e processamento no córtex cerebral; e c) aparentemente plantas são estacionárias, ou seja, não se movem, o que as torna elementos não ameaçadores.

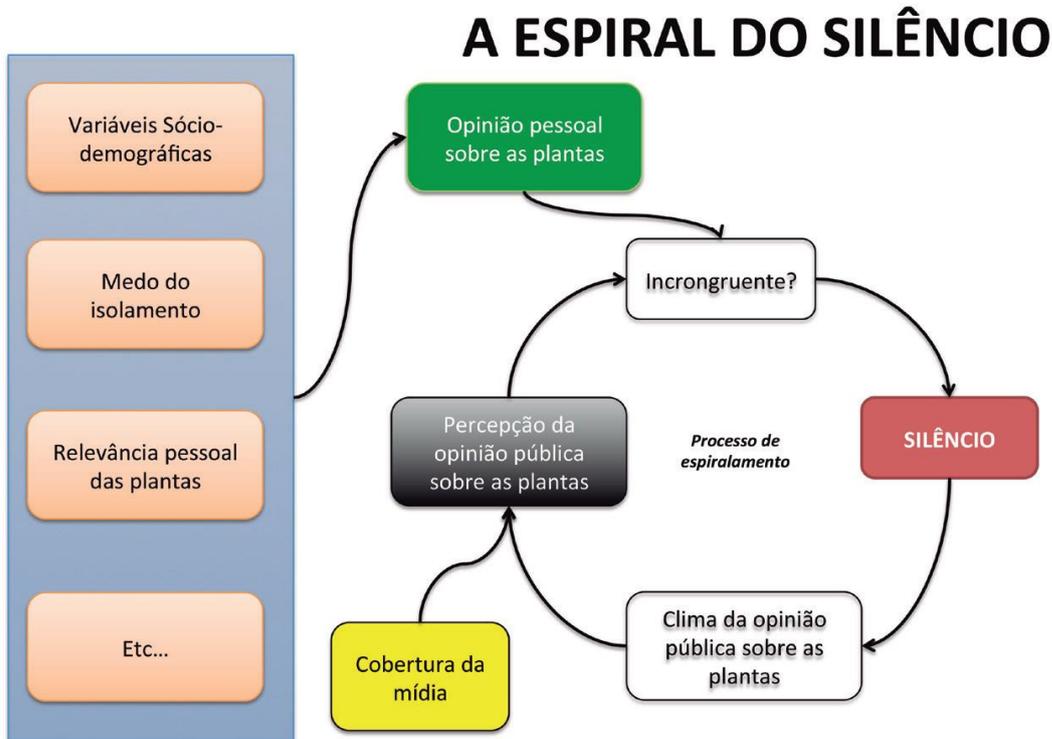
Possivelmente em áreas rurais e/ou pouco urbanizadas, os efeitos da Cegueira Botânica sejam menores, sugerindo-se assim que a CB seja um fenômeno local<sup>2</sup>, onde as pessoas que vivem em regiões rurais e/ou em comunidades não manifestam as consequências da CB. Segundo Ursi *et al.* (2018), esse fenômeno pode se associar ao processo de urbanização, uma vez que grande parte dos alimentos chega processado em nossas casas, inviabilizado o resgate de vivências anteriores com aquelas plantas que estamos ingerindo. Algo semelhante pode acontecer com os animais, visto que esses também são escassos em um ambiente urbano, porém a baixa veiculação das plantas nos meios de comunicação suporta os argumentos apresentados pelos autores. Isso leva a um processo trazido por Salatino e Buckeridge (2016) e definido por Scheufele (2007) como “espiral do silêncio”.

Para os autores, o baixo impacto no público-alvo de mídias que retratam conteúdos botânicos implica em baixo interesse das produtoras, aumentando assim a Negligência Botânica, que segundo Scheufele (2007) vem acarretando em uma falha no Ensino de Botânica (SCHEUFELE, 2007) (**Figura 2**). Nesta espiral, fatores atrelados ao indivíduo, como variáveis sócio demográficas, relevância social sobre as plantas e medo do isolamento frente a uma opinião própria e destoante de um consenso mais generalizado leva o indivíduo a ter uma opinião pessoal sobre as plantas. Se essa opinião for incongruente, ou seja, destoante da opinião pública, a qual muitas vezes está atrelada a cobertura que a mídia fornece sobre determinado assunto, instala-se um silêncio por parte do indivíduo. Este silêncio, por sua vez, impossibilita que o indivíduo manifeste suas opiniões e percepções sobre o assunto o que gera equivocadamente, um clima de opinião geral sobre as plantas, que muitas vezes não reflete a opinião de vários indivíduos.

---

<sup>2</sup> Tivemos um primeiro contato com essa informação em uma fala do professor Paulo Takeo Sano durante a defesa desta tese de doutorado.

**Figura 2:** Espiral do silêncio proposto por Scheufele (2007) e adaptado por Salatino e Buckeridge (2016) e ajustado ao problema da Cegueira Botânica a partir das concepções de Scheufele sobre o fenômeno.



**Fonte:** Scheufele (2007) adaptado por Salatino e Buckeridge (2016).

Já para Hershey (2002), a Cegueira Botânica não exclui, tão pouco substitui o termo anteriormente proposto como Zoochauvinismo e à Negligência Botânica. Segundo o autor, não há provas de que a Cegueira Botânica seja causada por um fator estritamente visual, além disso, os próprios autores do tema, Wandersee e Schussler (2001), não eliminam a Negligência Botânica e o Zoochauvinismo como possíveis causas da Cegueira Botânica.

Entende-se por Negligência Botânica (NB) o ato de ignorar a presença das Plantas, dando pouca atenção a elas e suas funcionalidades, tanto em ambientes naturais como escolares (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). Referências de 1919 já trazem a Negligência Botânica como um problema de longa data, o qual vem piorando com o passar do tempo (NICHOLS, 1919 *apud* HERSHEY, 1996), visto que os animais são cada vez mais valorizados na mídia e nas escolas do que as plantas. O resultado desse fenômeno não é dos melhores: Uno *et al.* (1994) apontam que o principal resultado é a formação de professores “analfabetos” em Botânica, levando à minimização do tempo destinado ao Ensino de Botânica. Esclarecemos aqui, que o termo “analfabeto” se aplica a uma deficiência no aprendizado e assimilação de conteúdos referentes à Biologia Vegetal por parte dos educadores.

Promover a alfabetização científica nos alunos se torna de extrema importância para que o tempo destinado ao ensino das plantas seja maximizado e o conhecimento transmitido aos alunos seja preciso e de fato compreendido (HERSHEY, 1996). Inclusive a declaração do Conselho Nacional de Pesquisas (Washington, DC), em 1992, reforça nosso ponto de vista: “O conhecimento do mundo é incompleto se não incluirmos as Plantas e, distorcido se não as enfatizarmos” (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1992 *apud* HERSHEY, 1996).

Destacamos, então, um elemento causador desse negligenciamento – o Zoolochauvinismo (ZCH). Definições trazem o Zoolochauvinismo como sendo a tendência generalizada de biólogos considerarem mais importante estudar/ensinar animais do que plantas (BOZNIAK, 1994). Para Flannery (1991) *apud* Hershey (1996) todos estamos mais interessados em animais, o que permite expandir o conceito de ZCH para outras pessoas além de biólogos. Adotamos nesse trabalho que o Zoolochauvinismo é definido pela priorização do conteúdo animal em relação às plantas, o que acarreta em seu negligenciamento, além de contribuir com a CB. Para alguns autores, os professores de Biologia são, em sua maioria, zoolochauvinistas, pois ao definirem conceitos básicos da Biologia frequentemente utilizam exemplos animais, menosprezando assim o conteúdo botânico (UNO *et al.*, 1994; SCHUSSLER, 2008).

Cabe aqui, um importante esclarecimento: Os termos Zoolochauvinismo e Cegueira Botânica não devem ser interpretados e/ou entendido como sinônimos. Enquanto o primeiro se relaciona a priorização de animais frente a outros grupos de seres vivos, como as plantas, o segundo, se associa a baixa percepção das plantas em diferentes ambientes. Não obstante, vale mencionar que a CB não implica necessariamente no ZCH. Por exemplo, uma pessoa pode não perceber uma planta em seu ambiente, mas esta baixa percepção não obrigatoriamente está associada ao fato dela ter dado mais atenção a um animal que estivesse naquele local.

Atualmente percebemos que essa definição se estende para além de biólogos, professores de Biologia e outras pessoas. Os vegetais são negligenciados também nos materiais didáticos os quais trazem exemplos relacionados a Zoologia em número consideravelmente maior aos exemplos de plantas, por considerarem animais mais atrativos para os estudantes (LINK-PÉREZ *et al.*, 2010; BALAS; MOMSEN, 2014; URSI *et al.*, 2018).

A própria Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por exemplo, traz poucos tópicos explícitos de conteúdos vegetais, na unidade temática “Vida e Evolução”, que devem ser trabalhados junto a alunos do Ensino Fundamental – Anos Finais. Grande parte do conteúdo vegetal se encontra distribuído no Segundo Ano (Anos Iniciais) (**Quadro 1**), faixa etária na

qual questões complexas e discussões relativas às Plantas raramente são trabalhadas. (BRASIL, 2017; UNO *et al.*, 2018).

**Quadro 1:** Conteúdos relativos à Botânica (em negrito) previsto pela BNCC para o Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Finais).

<b>Ensino Fundamental</b>	<b>Habilidade Proposta pela BNCC</b>
<b>2º Ano (Anos Iniciais)</b>	(EF02CI04) Descrever características de <b>plantas</b> e animais (tamanho, forma, cor, fase de vida, local onde se desenvolvem) relacionados à sua vida cotidiana. (EF02CI05) Descobrir e relatar o que acontece com <b>plantas</b> na presença e na ausência de água e luz. (EF02CI06) Identificar as principais <b>partes de uma planta</b> e a função desempenhada por cada uma delas e analisar as <b>relações entre as plantas</b> e os demais seres vivos e outros elementos componentes do ambiente.
<b>5º Ano (Anos Iniciais)</b>	(EF05CI03) Selecionar argumentos que justifiquem a importância da <b>cobertura vegetal</b> para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.
<b>7º Ano (Anos Finais)</b>	(EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros (quanto a paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar e à temperatura, entre outras), correlacionando essas características à <b>flora</b> e fauna específica.
<b>8º Ano (Anos Finais)</b>	(EF08CI07) Comparar diferentes processos reprodutivos em <b>plantas</b> e animais em relação aos mecanismos adaptativos evolutivos.

**Fonte:** Produção do autor desta tese com base em informações disponíveis na BNCC (BRASIL, 2017).

Quanto ao conteúdo de Zoologia (**Quadro 2**), o mesmo documento traz um número maior de tópicos que abordam o tema. Além disso, durante o 5º Ano (Anos Iniciais) é previsto que o aluno entre em contato com assuntos de Fisiologia Humana, o qual também abre possibilidade à priorização dos animais. Isso acontece porque ao se tratar de fisiologia humana, exceção feita ao sistema digestório, pouco se estabelece relações com plantas ou seu funcionamento.

**Quadro 2:** Conteúdos relativos à Zoologia (em negrito) previsto pela BNCC para o Ensino Fundamental (Anos Iniciais e Finais).

<b>Ensino Fundamental</b>	<b>Habilidade Proposta pela BNCC</b>
<b>3º Ano (Anos Iniciais)</b>	(EF03CI04) Identificar características sobre o modo de vida (o que comem, como se reproduzem, como se deslocam etc.) dos <b>animais</b> mais comuns no ambiente próximo. (EF03CI05) Descrever e comunicar as alterações desde o nascimento que ocorrem em <b>animais</b> de diferentes meios terrestres ou aquáticos, inclusive o homem. (EF03CI06) Comparar alguns <b>animais</b> e organizar grupos com base em características externas comuns (presença de penas, pelos, escamas, bico, garras, antenas, patas etc.).
<b>5º Ano (Anos Iniciais)</b>	(EF05CI06) Selecionar argumentos que justifiquem por que os <b>sistemas digestório e respiratório</b> são considerados corresponsáveis pelo processo de <b>nutrição</b> do organismo, com base na identificação das funções desses sistemas. (EF05CI07) Justificar a relação entre o funcionamento do <b>sistema circulatório</b> , a <b>distribuição dos nutrientes</b> pelo organismo e a <b>eliminação</b> dos resíduos produzidos.
<b>6º Ano (Anos Finais)</b>	(EF06CI09) Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos <b>animais</b> resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.
<b>7º Ano (Anos Finais)</b>	(EF07CI07) Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros (quanto a paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar e à temperatura, entre outras), correlacionando essas características à flora e <b>fauna</b> específica.
<b>8º Ano (Anos Finais)</b>	(EF08CI08) Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e <b>animais</b> em relação aos mecanismos adaptativos evolutivos.

**Fonte:** Produção do autor desta tese com base em informações disponíveis na BNCC (BRASIL, 2017).

O termo CB é proposto por Wandersee e Schussler (2001), porém, não existe uma menção direta de que este deveria substituir o termo ZCH como apontado por Parsley (2020). Os autores, Wandersee e Schussler, acreditam que a CB pode ser explicada muito mais por princípios baseados na percepção e cognição visual do que por hipóteses relacionadas a sua deficiência, mas não descartam que a CB pode estar atrelada ao ZCH. Entendemos aqui que CB e ZCH são fenômenos distintos que tentam explicar de formas diferentes a subvalorização das plantas: enquanto o primeiro utiliza-se de princípios atrelados à percepção humana e cognição visual, o segundo, associa-se às hipóteses ligadas a deficiência ou falta de instrução de um valor equitativo quanto às plantas e aos animais. O mais importante: a proposição e a abordagem do termo CB proposto por Wandersee e Schussler (2001) não eliminam a Negligência Botânica tampouco o Zoochauvinismo (Hershey, 2002).

Nas análises de nosso trabalho optamos por designar o termo ZCH às situações onde as plantas são referenciadas como inferiores (menor destaque, menor valorização) aos animais. Já para CB designaremos as situações que se enquadrem na **Figura 1**.

Não concordamos então com a ideia de que houve uma substituição do termo Zoochauvinismo por Cegueira Botânica como apontado por alguns autores, por entender que se tratam de fenômenos diferentes, porém intensamente associados e que, originariamente, não foram propostos a título de substituição ou invalidação de um termo já existente. Como intentamos que professores do Ensino Fundamental e do Ensino Médio leiam este trabalho e, julgamos que Cegueira Botânica e Zoochauvinismo são fenômenos que estão interligados, porém com definições distintas, optamos por manter essa distinção em nosso texto afim de facilitar a construção de abordagens diversificadas por parte do professor para serem trabalhadas com seus alunos. Quanto ao termo PAD apresentado por Parsley (2020) nos posicionamos a favor de que existam discussões para uma reformulação do termo CB, mas discordamos do uso do termo Disparidade, ora por ser uma palavra pouco usual que um baixo número de pessoas sabe seu significado, ora por trazer um sentido de comparação entre plantas e animais que, na publicação original de Wandersee e Schussler (2001), não pode ser observada.

**Figura 1.** Definições e sintomas da Cegueira Botânica segundo Wandersee e Schussler (1999, 2001).

### CEGUEIRA BOTÂNICA

<b>DEFINIÇÃO</b>	<p><b>Incapacidade de enxergar ou notar as plantas em seu próprio ambiente, acarretando:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e para o cotidiano dos seres humanos;</li> <li>• incapacidade de apreciar os aspectos estéticos e biologicamente únicos das formas de vida pertencentes ao Reino das Plantas;</li> <li>• comparação equivocada, em uma concepção antropocêntrica, das plantas como inferiores aos animais, levando à conclusão errônea de que plantas são seres inferiores e, portanto, menos dignos da atenção/valorização humana.</li> </ul>
<b>SINTOMAS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Não perceber</b> e prestar atenção às plantas no seu cotidiano.</li> <li>b. Pensar que as plantas são apenas <b>cenário</b> para a vida animal.</li> <li>c. <b>Compreender de modo equivocado as necessidades vitais das plantas</b>, em termos de matéria e energia.</li> <li>d. <b>Negligenciar</b> a importância das plantas nas atividades cotidianas.</li> <li>e. <b>Não perceber as diferenças de escala de tempo</b> das atividades dos animais e das plantas.</li> <li>f. <b>Não vivenciar experiências práticas</b> de cultivo, observação e identificação com plantas da sua região.</li> <li>g. <b>Não saber explicar</b> aspectos científicos básicos sobre as plantas de sua região, como crescimento, nutrição, reprodução e características ecológicas.</li> <li>h. <b>Falta de consciência</b> sobre o papel fundamental das plantas para um ciclo biogeoquímico chave em nosso planeta: o ciclo do carbono.</li> <li>i. Ser <b>insensível</b> a características estéticas das plantas e suas estruturas únicas, especialmente em relação a adaptações, coevolução, cores, dispersão, diversidade, hábitos de crescimento, odores, tamanhos, sons, espaço, força, simetria, texturas e gostos.</li> </ol>

**Fonte:** Proposições de Wandersee e Schussler (1999, 2001) traduzidas por e extraídas do livro *Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica* (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021. p.16). Disponível em [http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Vasques\\_Freitas\\_Ursi\\_2021.pdf](http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Vasques_Freitas_Ursi_2021.pdf).

Adentrando aos materiais didáticos disponíveis a professores e alunos da educação básica, os Livros Didáticos (LD) impressos são o principal recurso para o ensino e aprendizado na grande maioria das salas de aula (LINK-PÉREZ *et al.*, 2010). Os textos trazidos e fotografias presentes nesses materiais melhoram o aprendizado do aluno, porém a NB e o consequente ZCH ficam evidentes na maioria dessas coleções didáticas (UNO *et al.*, 1994; SCHUSSLER; OLZAK, 2008; TOLMAN, 1998 *apud* LINK-PÉREZ *et al.*, 2010; CARNEY, 2002 *apud* LINK-PÉREZ *et al.*, 2010).

Link-Pérez e colaboradores (2010) avaliaram um conjunto de 1288 imagens presentes em 11 materiais didáticos diferentes e o resultado foi o esperado: 59,6% remetem a animais e apenas 25,6% das imagens remetem a plantas, sendo que menos da metade dessas trazem uma identificação científica no mesmo nível daquela utilizada para o conteúdo animal. Geralmente observa-se uma identificação mais generalizada como: folha e caule, ou

simplesmente “planta” (BERLIN; BREEDLOVE; RAVEN, 1972). É importante destacar que não acreditamos ser necessário que o aluno saiba os nomes científicos das plantas, o que resultaria em uma enxurrada de nomes durante as aulas. Sendo assim, nosso questionamento se refere a discrepância que existe entre animais e das plantas, onde os primeiros geralmente são acompanhados de seus nomes científicos ao passo que as plantas não.

Transcorrendo cerca de 40 anos, instruções dadas em sala de aula ou presentes em livros didáticos fornecidos aos alunos continuam sugerindo que estudar animais é mais importante que estudar plantas. Balas e Momsen (2014) constataram que livros didáticos incluem mais conteúdo animal (número e diversidade de imagens, textos e exemplos de animais em conceitos biológicos básicos, como respiração) do que vegetal, corroborando assim com o ZCH. O trabalho realizado por Brownlee (2021) revela uma tendência semelhante: os livros didáticos analisados nos Estados Unidos representam animais em imagens em frequência maior do que representa as plantas. Segundo a autora e colaboradores essa sub-representação das plantas tem consequências desastrosas para a alfabetização e educação Botânica por trazer o PAD infundido em materiais de instrução em todos os níveis educacionais nos Estados Unidos.

É importante esclarecer que não propomos nesta tese um menosprezo do conteúdo zoológico em materiais didáticos, e sim uma valorização do conteúdo botânico para que o aluno seja capaz de compreender a importâncias das plantas, assim como aparenta ter uma maior compreensão dos animais.

No que tange à escolha dos materiais didáticos a serem adotados pelas escolas, a atual política do LD está amparada na criação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). O programa foi criado em 19 de agosto de 1985, com o decreto de nº 9.1542, tendo o objetivo de estimular o uso e a aquisição de materiais didáticos provendo uma educação de qualidade. O PNLD funcionou desde o princípio como um programa para universalizar o acesso das escolas e estudantes da educação básica ao livro didático, reforçando este como um material escolar distribuído gratuitamente pelo Ministério da Educação (MEC) e garantindo que o mesmo chegue a todas as escolas públicas brasileiras (CASSIANO, 2004).

Para Fracalanza e Megid Neto (2006), a importância do LD é tamanha em nosso sistema educacional que não podemos conceber a educação nas escolas de nosso país sem esse recurso. A importância do PNLD fica evidente quando verificamos que este é o maior programa existente em um país com respeito à avaliação, compra e distribuição gratuita de material didático, fator que justifica o volume crescente de pesquisas sobre este programa no Brasil.

Pode-se citar o trabalho recentemente realizado por Pieroni (2019), que analisou livros didáticos de ensino fundamental (Anos Finais) indicados pelo PNLD/2014 a fim de identificar elementos importantes para a efetivação de um ensino contextualizado e problematizador. Já Azevedo (2020) analisou as coleções didáticas de Biologia indicadas pelo PNLD 2018, o mesmo material documental de análise deste trabalho, buscando identificar concepções zoocêntricas manifestas nas imagens constates das coleções. Esse trabalho se diferencia do nosso visto que nossa análise de conteúdo é discrepante da realizada pelo autor, além de trazer elementos que associem a CB e ZCH junto aos materiais didáticos analisados.

Independentemente do material didático adotado pelas escolas (livros didáticos ou sistemas apostilados) é importante destacar que o mesmo estará junto ao aluno dentro e fora da sala de aula. Para Uno *et al.* (1994), o material didático está presente em aproximadamente 75% da aula e 90% quando nos referimos a lições de casa. Assim como Link-Pérez *et al.* (2010), acreditamos que uma maior diversidade de imagens de plantas em materiais didáticos, não só nos conteúdos de Botânica, mas também em conteúdos básicos das Ciências Biológicas, pode despertar um maior interesse nos alunos de aprender e compreender Botânica. Ainda sobre o LD e sua importância, para Lajolo (1996) os livros didáticos são instrumentos que influenciam a construção dos currículos escolares, sendo utilizados amplamente pelos professores e estudantes, além de definirem a qualidade do ensino.

E ainda, conforme indicado no Guia de Livros Didáticos de Biologia do PNLD 2015, “O livro didático é um importante mediador cultural e pedagógico que pode auxiliar para que a Biologia seja trabalhada de modo que as discussões temáticas contemporâneas estejam presentes nos currículos brasileiros (BRASIL, 2014 p. 22).

Frente a isso, objetivamos com essa tese: (1) analisar trabalhos acadêmico-científicos que tenham tratado dos conceitos de CB, NB e ZCH em situações de ensino e aprendizagem nos vários níveis de ensino, discutindo concepções de pesquisadores sobre estes conceitos; (2) analisar a presença ou ausência de noções e abordagens que corroborem à CB, NB ou o ZCH em LD de Biologia de ensino médio aprovadas no PNLD 2018 verificando como a Botânica e a Zoologia são abordadas de modo integrado a outras áreas no sentido de reforço ou não aos temas; e (3) Discutir, com base na literatura científica e na análise dos LD, como o Ensino de Biologia pode ser abordado numa perspectiva temática e integrada de modo a se evitar o reforço aos conceitos de NB, CB e ZCH.

Nossa pesquisa busca contribuir para o Ensino de Botânica nas escolas em geral, de maneira que seja possível aos professores compreenderem a importância de um ensino voltado

à valorização das plantas fornecendo subsídios aos mesmos para planejarem com maior facilidade suas atividades teórico-práticas onde as plantas sejam protagonistas. Além disso esperamos identificar na literatura e sugerir possíveis abordagens de ensino que permitam ao aluno se familiarizarem com os conceitos de CB e ZCH, buscando assim uma redução de seus efeitos nos estudantes. Adicionado a isso, a análise das coleções didáticas permitirá identificar se este material ou parte dele, amplamente distribuído às escolas públicas de todo o país de modo gratuito, contribui para a valorização dos animais, ou apresenta um equilíbrio na abordagem desses grupos de seres vivos, permitindo sugerir diferentes abordagens daquela apresentada nos livros textos se necessário.

Em suma, o presente trabalho busca um maior entendimento das características da NB, CB e do ZCH e de suas consequências no Ensino de Biologia e Ciências da Natureza e, para tal, dividimos o trabalho em três partes, as quais chamamos de capítulos. O primeiro capítulo objetiva uma revisão bibliográfica e fundamentação teórica desses dois termos; o segundo capítulo uma análise das coleções didáticas de Biologia aprovadas no PNLD 2018 e vigentes nas escolas públicas do Brasil até 2021.

Estes dois primeiros capítulos se integram no sentido de se compreender o fenômeno em tela (presença da CB, NB e do ZCH no Ensino de Biologia/Ciências) sob o ponto de vista das pesquisas científicas e do principal material didático disponível para professores e estudantes da educação básica. Já o terceiro capítulo configura uma síntese dos resultados e conclusões e recomendações para professores, pesquisadores e autores de livros didáticos visando minimizar ou eliminar os eventuais efeitos da CB, NB e do ZCH nos processos educacionais escolares em Biologia/Ciências e no pensamento e práticas de professores e estudantes por meio da proposição de um Ensino de Biologia Integrado e Temático.

Cada capítulo por sua vez trará uma metodologia apresentada logo de no início, resultados e discussão ao longo de seu desenvolvimento e considerações conclusivas preliminares. Durante os resultados e discussão, os capítulos dialogarão entre si e, ao final deste texto, serão apresentadas nossas considerações finais.

## CAPÍTULO 1

### CEGUEIRA BOTÂNICA E ZOOCHAUVINISMO NA LITERATURA CIENTÍFICA<sup>3</sup>

Esta parte da pesquisa teve por objetivo **realizar uma revisão bibliográfica de publicações que tenham abordado os conceitos de Cegueira Botânica e Zoolchauvinismo em situações de ensino e aprendizagem junto aos diferentes níveis de ensino (fundamental, médio e superior), além de apresentar concepções de pesquisadores sobre os termos.**

Tivemos por intenção investigar o seguinte problema de pesquisa: **quais as características da Cegueira Botânica e do Zoolchauvinismo e suas implicações nos processos educacionais.**

No levantamento bibliográfico foram selecionados artigos publicados a partir de 1996, momento no qual o termo ZCH foi apresentado por David Hershey (HERSHEY, 1996) estendendo-se até dezembro de 2019, uma vez que este estudo foi realizado no ano de 2020. Este recorte contempla o ano de 1999, ano no qual o termo CB foi apresentado pela primeira vez por Wandersee e Schussler (WANDERSEE; SCHUSSLER 1999).

Examinamos artigos abrangendo o ensino fundamental, médio ou superior, ou processo educacionais que não envolvem uma faixa específica de escolaridade, de forma a identificar e interpretar como os conceitos são abordados e trabalhados em diferentes níveis de ensino. No que tange ao ensino superior, concentramos as buscas em metodologias aplicadas a alunos de licenciatura e nos trabalhos que possam contribuir para o Ensino de Botânica em níveis de ensino anteriores. Além disso, optamos por selecionar alguns artigos que tratavam de abordagens teóricas sobre CB e ZCH, os quais serão discutidos no final deste capítulo.

As plataformas das quais esses artigos foram selecionados são: SciELO (*Scientific Electronic Library Online*), Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e Google Acadêmico – Google Scholar. As palavras-chave utilizadas para buscas e grafadas entre aspas foram: “Zoolchauvinismo” e “Cegueira Botânica”, além de uma busca combinada entre “Ensino de Botânica” + “Zoolchauvinismo” e “Ensino de Botânica” + “Cegueira Botânica”. Além disso, os mesmos termos foram utilizados para pesquisas em língua inglesa com suas respectivas versões em inglês: “Plant Blindness”, “Zoolchauvinism”, “Plant Teaching”. Utilizamos apenas artigos, pois assim como apontado por Fonseca (2017), essas tipologias retratam um artefato de ampla circulação nas comunidades científicas e profissionais.

---

<sup>3</sup> Uma versão condensada deste capítulo será submetida para a publicação antes da defesa desta tese.

### 1.1 Delimitação do *Corpus Documental*

Nesse trabalho, o *corpus* documental, ou seja, o conjunto de trabalhos analisados, foi composto por 20 artigos, dos quais 14 abordam os conceitos de CB e ZCH e sua abrangência em diferentes níveis de ensino e 7 deles trazem uma abordagem teórica dos conceitos supracitados. É importante esclarecer aqui que alguns artigos trazem tanto uma abordagem de Ensino como uma abordagem teórica, sendo assim discutidos em ambas as sessões.

Para a construção do *corpus* da pesquisa um pré-levantamento dos artigos publicados entre 1996 e 2019 foi realizado nas três plataformas de pesquisa citadas. Inicialmente um conjunto de 75 artigos foi selecionado levando em consideração dois critérios: 1) Caso o resultado de busca para cada palavra-chave ultrapassasse 50 itens, apenas os 50 mais relevantes e acessados eram investigados e pré-selecionados; 2) Leitura flutuante de resumos dos artigos pré selecionados. É importante mencionar que nesse resultado inicial de busca algumas citações, teses e dissertações também apareceram, porém não foram selecionadas para este capítulo, ficando restritas ao aporte teórico deste trabalho. Muitos dos artigos selecionados apareceram em mais de uma plataforma de busca, sendo assim apenas um deles foi considerado e selecionado. Além disso, vale ressaltar que o Ensino de Botânica como uma área estruturada em pesquisas é relativamente novo, estando muitas discussões e referenciais teóricos importantes presentes em livros ou capítulos de livros que não foram contemplados por este trabalho durante o levantamento bibliográfico. Além disso, as bases de informação bibliográfica sobre a produção científica trazem poucas informações sobre livros incidindo mais em artigos de periódicos, dissertações e teses.

A tabela abaixo (**Tabela 1**) tem por finalidade apresentar as palavras-chaves e seus respectivos resultados de busca (universo amostral) nas três plataformas de pesquisa utilizadas. Além disso ela mostra o número de artigos selecionados para conjunto de palavras-chaves. Ressalta-se aqui, que muitos dos artigos selecionados em uma plataforma aparecem em outras e, além disso, alguns artigos aparecem mais de uma vez dentro de palavras chaves diferentes; assim, a soma de artigos selecionados atingirá o número de 75 artigos pré-selecionados como apontado anteriormente. Lembramos também que, como optamos pelo uso de palavras chaves em nossas buscas, podem existir outros artigos que tragam uma abordagem mais ampla da Botânica associada ao ensino ou a CB e ZCH, mas que não contemplem nenhuma das palavras utilizadas neste trabalho.

**Tabela 1:** Universo amostral e número de artigos pré-selecionados nas plataformas Google Acadêmico, CAPES e SciELO. Os termos foram pesquisados entre aspas para restringir os resultados a sequência de palavras informadas.

Plataforma de Pesquisa	Palavra-Chave	Universo Amostral	Nº de Artigos Pré-Selecionados
Google Acadêmico	Cegueira Botânica	176	16
	Plant Blindness	951	27
	Zoochauvinismo	12	7
	Zoochauvinism	31	13
	Ensino de Botânica + Cegueira Botânica	145	15
	Ensino de Botânica + Zoochauvinismo	11	5
	Plant Teaching + Plant Blindness	6	3
	Plant Teaching + Zoochauvinism	0	0
CAPES	Cegueira Botânica	15	4
	Plant Blindness	132	17
	Zoochauvinismo	0	0
	Zoochauvinism	4	1
	Ensino de Botânica + Cegueira Botânica	12	3
	Ensino de Botânica + Zoochauvinismo	0	0
	Plant Teaching + Plant Blindness	97	8
	Plant Teaching + Zoochauvinism	4	1
SciELO	Cegueira Botânica	3	3
	Plant Blindness	9	2
	Zoochauvinismo	0	0
	Zoochauvinism	0	0
	Ensino de Botânica + Cegueira Botânica	3	3
	Ensino de Botânica + Zoochauvinismo	0	0
	Plant Teaching + Plant Blindness	2	2
	Plant Teaching + Zoochauvinism	0	0

**Fonte:** Produção do autor desta tese com base nas pesquisas em três plataformas distintas.

Após a seleção dos 75 artigos iniciais, assim como Fonseca e Ramos (2017), lemos os resumos de todos os trabalhos selecionados visando apurar apenas aqueles que fizessem uma menção direta aos conceitos de CB (Plant Blindness) e ZCH (Zoochauvinism ou Zoochauvinistic) atrelado ao Ensino de Botânica. Aqueles que não faziam referência a esses termos foram excluídos de nossas análises. Dessa maneira, com base nos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, dos 75 artigos encontrados selecionamos 20 para a análise. O **Quadro 3** mostra o *corpus* da nossa pesquisa e as plataformas das quais os artigos foram encontrados.

**Quadro 3:** Artigos selecionados para o *corpus* da pesquisa em suas respectivas plataformas de pesquisa (CAPES, SciELO e Google Acadêmico).

Composição do <i>Corpus</i> da Pesquisa	Código do Artigo	CAPES	SciELO	Google Acadêmico
ABRIE, 2016.	AC01	X	X	X
ALLEN, 2003.	AC02			X
AMPRAZIS E PAPADOUPOLOU, 2018.	AC03			X
BALAS E MOMSEN, 2014.	AC04	X		X
ÇIL E YANMAZ, 2017.	AC05	X		X
FONSECA E RAMOS, 2018.	AC06	X	X	X
HERSHEY, 1996.	AC07			X
HERSHEY, 2002.	AC08			X
JENKINS, 2015.	AC09			X
KAASINEN, 2019.	AC10			X
KROSNICK; BAKER; MOORE, 2018.	AC11	X		X
LOPES <i>et al.</i> , 2018.	AC12			X
NYBERG; HIPKISS; SANDERS, 2019.	AC13	X		X
PANY, 2014.	AC14	X		X
PANY <i>et al.</i> , 2019.	AC15	X		X
SALATINO E BUCKERIDGE, 2016.	AC16	X	X	X
SCHUSSLER E OLZAK, 2008.	AC17	X		X
URSI <i>et al.</i> , 2018.	AC18		X	X
WANDERSEE E SCHUSSLER, 1999.	AC19			X
WANDERSEE E SCHUSSLER, 2001.	AC20			X

**Fonte:** Produção do autor desta tese com base nas plataformas onde os artigos foram encontrados.

A análise do **Quadro 3** revela que todos os artigos que fazem parte do *corpus* de pesquisa foram encontrados no Google Acadêmico. Isso se deve ao fato de que essa plataforma de pesquisa busca e apresenta resultados de diversas outras bases de dados disponíveis na Web (MUGNAINI, 2008), mostrando-se assim eficiente para levantamentos bibliográficos, ao menos quando se trata do tema CB e ZCH. Já a busca realizada na SciELO demonstrou ser a menos eficiente quando se trata do tema de nosso trabalho. As análises da **Tabela 1** e do **Quadro 3** mostram que o número de artigos encontrados nesse *site* é muito baixo; apenas 20% dos artigos utilizados em nossa análise estavam disponíveis na plataforma SciELO. Por fim, metade dos artigos utilizados também estavam disponíveis no Portal de Periódicos da Capes.

Em comparação ao SciELO, o número de artigos encontrados para CB no Portal de Periódicos da Capes permite inferir que essa plataforma, por apresentar um número maior dos artigos que abordem o tema de nossa pesquisa, contempla melhor os objetivos deste capítulo quando comparado à SciELO.

Nas três bases de dados utilizadas o número de artigos encontrados é bem destoante, porém, existem algumas características que são comuns para ambas. O resultado de busca para ZCH (Zoochauvinism) é muito menor do que os resultados obtidos para CB (Plant Blindness). Isso denota, assim como será demonstrado na próxima seção deste capítulo, que existem poucos trabalhos que possuem um foco central no ZCH. Esse termo aparece nos artigos como suporte para explicações e discussões referentes à CB.

Para buscas combinadas dos termos Cegueira Botânica e Zoochauvinismo com Ensino de Botânica (Plant Teaching), observa-se uma redução acentuada no número de artigos encontrados (**Tabela 1**) quando comparamos os resultados individuais à CB e ZCH. Esse resultado sinaliza para a importância da intensificação de pesquisas em Ensino de Biologia e Botânica que visem, investigar e até mesmo propor novas metodologias e práticas de ensino que tenham como foco a prevenção da CB e do ZCH.

Esclarecemos que a busca combinada é sugerida quanto se propõe a encontrar assuntos correlacionados em um mesmo artigo, sendo necessário uma consulta nos códigos de busca de cada plataforma. Nas que utilizamos, as aspas restringem aqueles conteúdos de maneira combinada e não independente nos artigos.

Somado a isso, infelizmente podemos destacar o fato de que os resultados de busca para os termos em português são muito menores que os resultados obtidos quando esses mesmos termos são utilizados na língua inglesa. Isso ocorre, pois, as pesquisas que versam sobre o tema Cegueira Botânica no Brasil ainda são muito incipientes. Buscamos, então, com esse trabalho contribuir e incentivar que novas pesquisas no ramo da Biologia sejam direcionadas a esses temas, visto que as plantas estão corriqueiramente ao nosso redor, mas na maioria das vezes acabam ignoradas.

Adicionalmente trazemos as informações detalhadas dos artigos que utilizamos em nossas análises. Eles se encontram devidamente caracterizados no **Quadro 4**.

**Quadro 4:** Dados descritivos dos artigos selecionados para as análises do Capítulo 1.

Artigo	Autores	Ano	Título	Periódico
AC01	Abrie, A.L.	2016	The Botanical content in the South African curriculum: A barren desert or a thriving forest.	South African Journal of Science v.112.
AC02	Allen, W.	2003	Plant Blindness	BioScience v.53.
AC03	Amprazis, A.; Papadopoulou, P.	2018	Primary School Curriculum Contributing to Plant Blindness: Assessment Through the Biodiversity Perspective	Science Stays True Here
AC04	Balas, B.; Momsen, J.L.	2014	Attention “Blinks” Differently for Plants and Animals	CBE Life Sciences Education v. 13.
AC05	Çil, E.; Yanmaz, D.	2017	Determination of Pre-service Teachers Awareness of Plants	International Electronic Journal of Environmental Education v.7.
AC06	Fonseca, L.R.; Ramos, P.	2018	Ensino de Botânica na Licenciatura em Ciências Biológicas de uma Universidade Pública do Rio de Janeiro: Contribuições dos Professores do Ensino Superior	Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências v.20.
AC07	Hershey, D.R.	1996	A Historical perspective on Problems in Botany Teaching	The American Biology Teacher v.58.
AC08	Hershey, D.R.	2002	Plant Blindness: “We Have Met the Enemy and He is Us”	Plant Science Bulletin v.48(3).
AC09	Jenkins, D.	2015	Plants: an ideal living material for teaching science	SSR v.97.
AC10	Kaasinen, A.	2019	Plant Species Recognition Skills in Finnish Students and Teachers	Education sciences v.9.
AC11	Krosnick, S.E.; Baker, J.C.; Moore, K. R.	2018	The Pet Plant Project: Treating Plant Blindness by Making Plants Personal	The American Biology Teacher v.80(5).
AC12	Lopes, R.P.; Reis, C.S.; Quaresma, S.; Trincão, P.R.	2018	Árvores monumentais como forma de contrariar o plant Blindness: concepções das crianças antes e depois de atividades de ciência.	Indagatio Didactica v.10(2).
AC13	Nyberg, E.; Hipkiss, A.M.; Sanders, D.	2018	Plants to the fore: Noticing plants in designed environments.	Plants People Planet v.0
AC14	Pany, P.	2014	Students interest in useful plants: A potential key to counteract plant Blindness.	Plant Science Bulletin 60(1).

AC15	Pany, P. <i>et al.</i>	2019	Using students interest in useful plant to encourage plant vision in the classroom.	Plants People Planet v.1.
AC16	Salatino, A.; Buckeridge, M.	2016	“Mas de que te serve saber Botânica?”.	Estudos Avançados v.30.
AC17	Schussler, E.E.; Olzak, L.A.	2008	It’s not easy being green: student recall of plant and animal images.	Education Reserach v.42(3).
AC18	Ursi, S.; Brbosa, P.P.; Sano, P.T.; Berchez, F.A.S.	2018	Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica.	Estudos Avançados v.32.
AC19	Wandersee, J.H.; Schussler, E.E.	1999	Preventing Plant Blindness	The American Biology Teacher v.61 (2).
AC20	Wandersee, J.H.; Schussler, E.E.	2001	Toward a Theory of Plant Blindness	Plant Science Bulletin v.47 (1).

**Fonte:** Elaborado pelo Autor.

## 1.2 Aspectos e Características da Análise

Nesta seção serão apresentados os aspectos e características da análise realizada para com os artigos que fazem parte do *corpus* desta pesquisa. Analisamos os artigos com base em três aspectos: o primeiro voltado às formas de abordagem da CB e do ZCH para com os diferentes Níveis de Ensino; o segundo, com foco nas Estratégias de Pesquisa e Ensino adotadas para identificar a presença da CB e do ZCH no pensamento de estudantes ou para desenvolver processos de ensino e aprendizagem envolvendo esses dois conceitos; e o terceiro, focado nos Fatores Desencadeadores da CB e do ZCH obtidos a partir de ensaios teóricos sobre esses termos. Com o primeiro e segundo aspectos da análise pretendemos conhecer e compreender as pesquisas que tratam da CB e do ZCH em diferentes níveis de aprendizagem aplicadas em diferentes países e quais as principais estratégias de ensino adotadas para a prevenção à CB e ao ZCH respectivamente. No que tange ao terceiro aspecto, os ensaios teóricos, esperamos trazer as concepções de diferentes pesquisadores sobre o tema e, apresentar uma breve discussão do que esses pesquisadores entendem por CB e ZCH.

Para tal, com base na leitura integral dos artigos selecionados (FONSECA; RAMOS, 2017), agrupamos os 20 artigos selecionados segundo os três aspectos de análise e fizemos uma primeira classificação dos mesmos conforme indicado no **Quadro 5**. É importante

ressaltar que alguns artigos foram enquadrados em mais de um aspecto, pois trabalharam com mais de um nível de ensino ou apresentaram mais de uma estratégia de ensino e coleta de dados.

**Quadro 5:** Aspectos da Análise estabelecidas em nosso trabalho.

<b>Aspectos da Análise</b>		<b>Artigos</b>
<b>Nível de Ensino</b>	Fundamental (EF)	AC03; AC09; AC10; AC12; AC14; AC15.
	Médio (EM)	AC09; AC10; AC14; AC15.
	Superior (ES)	AC04; AC05; AC10; AC11; AC17.
	Geral	AC02; AC07; AC08; AC16; AC18; AC19; AC20.
	Outros	AC06; AC09; AC13; AC18.
<b>Estratégia de Ensino e Coleta de Dados Adotadas</b>	Teste com Imagens	AC04; AC10; AC17.
	Atividades Práticas	AC11; AC12; AC13; AC15;
	Questionários	AC05; AC06; AC12; AC13; AC14; AC15.
	Análise Curricular	AC01; AC03; AC09.
<b>Fatores Desencadeadores da Cegueira Botânica e do Zoochauvinismo</b>	Ensaaios Teóricos Sobre os Temas	AC02; AC07; AC08; AC16; AC18; AC19; AC20.

**Fonte:** Produção do autor desta tese. Denominamos por “Outros” os estudos realizados com professores licenciados e análise curricular para implementação de metodologias que atinjam alunos de diferentes níveis de escolaridade. Já em Níveis de Ensino colocamos Geral para indicar os trabalhos que trazem ensaios teóricos sobre o tema e que não se enquadram especificamente em um nível de ensino, sendo então abordados no último Aspecto de nossa análise.

Nas próximas sessões deste capítulo, será apresentada a análise dos 20 artigos, abordando cada um dos três aspectos de análise. Esclarecemos aqui que essa estrutura analítica foi estabelecida levando em consideração nossos próprios interesses, a fim de que nosso trabalho possa contribuir para os mais diversos níveis de ensino com informações teóricas e estratégias práticas de ensino e aprendizagem. Elucidamos também que nossa pesquisa não visa discutir a fundo dados quantitativos da revisão bibliográfica, e sim apresentar dados qualitativos procurando contribuir de maneira inovadora para as pesquisas acerca da CB e do ZCH no Brasil.

Somado a isso, esclarecemos também que as análises apresentadas a seguir foram feitas a partir da Análise de Conteúdo, no entanto, sem seguir rigorosamente suas etapas.

A partir daqui os artigos serão referenciados apenas pelos códigos apresentados no **Quadro 3**.

### **1.3 Quanto à abordagem da Cegueira Botânica e do Zochauvinismo vinculados ao Ensino de Botânica**

A análise e leitura dos 20 artigos selecionados revela que mais da metade desses (65%, 13 artigos) são vinculados de alguma maneira ao Ensino de Botânica. Logra destaque o fato desses artigos selecionados trazerem metodologias e propostas de ensino distintas em diferentes países (Áustria, Brasil, EUA, Europa, Finlândia, Grécia, Portugal, Suécia e Turquia), exibindo assim a preocupação de pesquisadores de diversas partes do mundo para com a interpretação mais adequada do papel que as plantas desempenham em nossa sociedade (WANDERSEE; SHUSSLER, 1999; 2001).

As plantas estão entre os elementos chaves da Terra e somos totalmente dependentes delas (KAASINEN, 2019). Em um cenário onde o Ensino de Botânica se mostra desestimulante e rotineiro, além de supervalorizar nomenclaturas, regras e definições associadas a uma abordagem rápida do assunto (GALLO, 1999; BENNETTI; CARVALHO, 2002; KINOSHITA *et al.*, 2006; MELO *et al.* 2012), às plantas acabam sendo compreendidas pelos alunos como um empecilho ao seu aprendizado e à obtenção de notas satisfatórias. Assim sendo, abordar a CB e o ZCH de jeitos distintos, como foi apresentado pelos artigos selecionados, tende a contribuir para que esse panorama do ensino de plantas seja modificado.

Não existe uma receita para o Ensino de Botânica de modo a se estreitar os sintomas e características da CB e do ZCH. Para Pany *et al* (2019), iniciar o trabalho com espécies vegetais de interesse e importância para os alunos, como plantas medicinais e especiarias, é uma ótima abordagem inicial. Já para Lopes *et al* (2018), o trabalho com árvores monumentais, ou seja, árvores que se destacam pelas suas características excepcionais (formato, idade e valor histórico-cultural, por exemplo), é uma via mais valiosa para contrariar a CB. Enfim, o importante é que trabalhos diferenciados que não envolvam a simples memorização, como citado anteriormente, sejam desenvolvidos a fim de despertar o interesse nos alunos para com as plantas. Os artigos selecionados e analisados de acordo com o Nível de Ensino e Estratégia de Ensino e Coleta de Dados, seguem essa abordagem e se mostram de extrema preciosidade para o entendimento do ensino vinculado à CB e ao ZCH.

### 1.3.1 Nível de Ensino

O primeiro aspecto de nossa análise, o Nível de Ensino tem por intuito investigar se em todos os níveis educacionais escolares a Botânica vem sendo ensinada de modo a minimizar os efeitos da CB e do ZCH. O total de artigos voltados para o Ensino Fundamental (EF), Ensino Médio (EM) e Educação Superior (ES) são praticamente os mesmos: 5 para EF e ES e 4 para EM, revelando assim uma preocupação quase que equitativa para com o Ensino de Botânica nos vários níveis escolares (EF, EM e ES) dentro do período em que este trabalho foi realizado. Esclarecemos que não foi encontrado nenhum trabalho discutindo esses conceitos no âmbito da Educação Infantil.

Historicamente no Brasil, os conteúdos de Botânica surgiram principalmente nas atividades denominadas “Estudo do Meio” ou nos assuntos abordados na disciplina de Ciências da Natureza no âmbito do Ensino Fundamental (FRACALANZA; MEGID-NETO, 2003). Atualmente, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC – EF), os conteúdos de Botânica estão presentes de modo explícito no núcleo temático “Vida e Evolução” no 2º ano do EF, onde são bem marcantes, e no 7º ano do EF, onde aparece bem discretamente nos conteúdos referentes à flora local associada aos biomas (BRASIL, 2017). Como a BNCC é um documento que apresenta orientações mais gerais para a organização dos conteúdos de ensino, é possível lidar com Botânica em outros anos escolares, como também associá-la aos dois outros núcleos temáticos da BNCC, “Matéria e Energia” e “Terra e Universo”.

Os cinco artigos que tratam do Ensino de Botânica no contexto do Ensino Fundamental trazem essa compreensão sobre a importância e possibilidades desse ramo da Biologia no ensino escolar de crianças e jovens. Para Lopes *et al* (2018), AC12, para que os objetivos da Ciências de plantas sejam preconizados, é importante favorecer o contato direto das crianças com as plantas, através da experimentação e saídas de campo. É nesse período escolar que os alunos se interessam mais pelos fatos e fenômenos que são apresentados a eles (BRASIL, 2017). Sendo assim, deve-se aproveitar ao máximo despertar a curiosidade do aluno para que o mesmo passe a ver as plantas como elemento chave da sobrevivência de nosso planeta. Apresentar o conteúdo vegetal nesse momento escolar de maneira decorativa e pouco atrativa pode diminuir o interesse de crianças e jovens, aumentando assim a chance de eles desenvolverem a CB.

Permitir que as crianças tenham um contato direto com as plantas em espaços naturais, constitui uma oportunidade para que a sensibilidade inata que as caracteriza seja explorada, estimulando assim sua curiosidade e empatia para com o mundo vegetal, além de

aumentar sua responsabilidade para com esse espaço (DIENNO; HILTON, 2005 *apud* LOPES *et al.*, 2018). Percebemos, então, que uma saída de campo onde o aluno possa ter contato com as plantas de uma forma prática e prazerosa pode evitar bastante os sintomas da CB que o mesmo pode vir a desenvolver caso o ensino seja baseado em dados e elementos apenas teóricos. Enfatiza-se, aqui, que uma saída de campo não necessariamente envolve uma viagem de uma cidade para outra, por exemplo. O contato com plantas pode ser feito em ambientes naturais dentro da própria escola ou uma praça que se encontre ao entorno dela.

Os trabalhos realizados por Peter Pany e colaboradores (AC14 e AC15) são exemplos para que alunos de EF se sintam atraídos por Botânica. Os pesquisadores usaram uma estratégia de interesse (BRASIL, 2017) para prender a atenção e despertar a curiosidade dos alunos. Plantas medicinais, especiarias, plantas fitoterápicas, plantas ornamentais e plantas comestíveis foram escolhidas como elementos chave para o trabalho. Essas plantas estão presentes na vida dos alunos e, diferentemente ao que foi revelado por Balick e Cox (1997), elas não são esquecidas na vida dos alunos. A percepção dos alunos de que essas plantas são protagonistas e não funcionam apenas como um plano de fundo aos animais demonstra que elas contribuem para a diminuição de uma visão zoológico e maior evolução da percepção das plantas.

Já os trabalhos AC03 e AC09 são marcados pela análise curricular do EF e a identificação de possíveis elementos que podem apoiar a CB. Para Amprazis e Papadopoulou (2018), o currículo determina o quadro de aprendizagem através da descrição analítica de atividades educacionais e objetivos institucionais sobre cada assunto. Identificar possíveis elementos atratores à CB no currículo escolar e propor elementos para substituí-los é de extrema importância, visto que vários professores seguem à risca o currículo e os temas propostos para suas aulas.

No que diz respeito ao Ensino Médio (EM), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2018), a Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC-EM) propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais relativos às condições de vida e do ambiente. Nesse momento escolar, o aluno, munido de conhecimentos mais específicos sobre Botânica, tem a oportunidade de relacionar toda a sua bagagem teórica com o conhecimento prático e aplicabilidade de plantas. Assuntos como Fisiologia Vegetal e Anatomia Vegetal fornecem uma adição teórica para que os professores tenham uma ferramenta a mais ao enfrentar o fenômeno da CB.

Segundo a BNCC-EM (BRASIL, 2018), nesse momento da vida escolar os estudantes têm maiores condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizar novas leituras do mundo e tomar decisões mais responsáveis, uma vez que são munidos de maior vivência e maturidade. Para a desvinculação do Ensino de Botânica da CB, é necessário que uma releitura das atribuições das plantas seja realizada, a fim de que sejam compreendidos, por exemplo, seu papel junto aos ciclos biogeoquímicos, seu funcionamento e evolução (como apontado por uma das competências específicas das Ciências da Natureza pela BNCC-EM), suas características únicas e que elas não são, de forma alguma, inferiores aos animais, o que denota uma visão vinculada ao Zooloquismo.

Pensando nisso, os trabalhos de Peter Pany e colaboradores (AC15) no ramo de plantas de interesse para a prevenção à CB junto aos alunos do EM traz resultados que mostram que as vivências anteriores dos alunos mais velhos, tanto no meio escolar como fora dele, refletem em interesses diferentes. Por exemplo, segundo os autores alunos de 15 anos ou mais constroem conexões mais fortes com medicamentos estimulantes à base de plantas, mesmo que a definição do termo ainda seja embaraçosa para eles. Isso expõe a relevância de que as plantas utilizadas durante as aulas sejam adaptadas à faixa etária a qual se ensina, para que o fascínio junto a elas seja maior, possibilitando assim, um maior entendimento e compreensão das características e valores que devem ser atribuídos ao conteúdo vegetal.

A preocupação com o fato de as pessoas desenvolverem os sintomas da CB levou Arja Kaasinen (AC10) a desenvolver um trabalho junto a alunos de diferentes níveis de escolaridade. O conhecimento mais aprofundado de Botânica fornecido aos alunos do EM possibilitou com que esses identificassem uma maior quantidade de plantas em nível popular.

No que compete ao EM o artigo AC10 revela que as orientações fornecidas sobre Botânica permitem que os alunos consigam reconhecer um número de plantas muito semelhante àquele reconhecido por alunos de um curso de formação de professores em Biologia. Pensamos que, embora esse resultado seja satisfatório, para que os efeitos da CB e do ZCH sejam mais diluídos, apenas o reconhecimento dessas espécies não é suficiente. Entender seu funcionamento, bem como seu indispensável papel em um ecossistema também é de extrema importância (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2007). Infelizmente, nos artigos tratados até então nenhum esforço nesse sentido foi realizado, ficando as pesquisas restritas à identificação de uma possível CB e a proposição de alternativas para superá-las.

Agora, quando nos reportamos ao Ensino Superior (ES), observamos um alto grau de aprofundamento no conteúdo de Botânica. É nesse momento, por exemplo, que a formação

de professores via cursos de licenciatura ocorre, o que requer um alto grau de atenção no que se ensina e como se ensina, pois, serão esses que transmitirão o conteúdo de Biologia Vegetal aos estudantes da educação básica, sobretudo nos anos finais do EF e no EM.

Abro aqui um parêntesis para comentar sobre minha formação como professor no curso de licenciatura, onde tive algumas oportunidades para perceber a falta de empatia que alguns alunos apresentam para com a Botânica, tópico que será melhor discutido e explanado na seção 1.4 deste trabalho. Alguns pontos positivos na disciplina de Botânica e nas disciplinas de Ensino (Estágio Supervisionado) merecem ser mencionados.

Merece menção imediata o fato de que as aulas teóricas de Botânica do meu curso de licenciatura eram vinculadas às atividades práticas, permitindo assim uma maior percepção e entendimento sobre os fenômenos anteriormente explicados (KINOSHITA *et al.* 2008). Como supracitado, a possibilidade de o aluno ter contato com o material prático acaba sendo o ponto inicial para a desvinculação do Ensino ao ZCH. Saídas de campo para fazendas experimentais, jardins botânicos e ambientes naturais (Cerrado) também fizeram parte da minha experiência como aluno de graduação durante as aulas de Botânica. Nesses momentos, o contato com as plantas em seus respectivos ambientes, permitiu levantar questionamentos e conclusões diferentes daquelas obtidas quando estamos analisando o material coletado para a aula prática. Para Salatino e Buckeridge (2016), atividades de campo como essas, bem como aquelas desenvolvidas a curto prazo em laboratórios, são preciosas vias para a prevenção à Cegueira Botânica.

Ressalto também a oportunidade de aprender de maneira prática alguns processos fisiológicos das plantas durante as aulas de Fisiologia Vegetal. Lembro que durante as aulas de hormônios vegetais, realizávamos atividades práticas com caráter investigativo nos laboratórios da universidade. Diferentemente do que ocorria nas aulas práticas de Botânica (Morfologia e Anatomia), onde elas possuíam roteiro, as de Fisiologia Vegetal possuíam um caráter investigativo, a qual despertava o interesse em entender qual fator chave, nesse caso um hormônio, levou ao fenômeno observado. Embora essas práticas tenham sido realizadas em laboratório, é importante ressaltar que pátios e áreas externas podem ser utilizados para a realização de atividades práticas desde que atendam às necessidades da atividade planejada sem acarretar em prejuízos para os alunos (BORGES; MORAES, 2002).

Quanto às disciplinas de Estágio Supervisionado, uma delas merece destaque. a disciplina conhecida pelos estudantes como Estágio III foi decisiva e contribuiu muito para minha formação como professor. Ela possui, visto que no ano de 2019 atuei como monitor dessa

disciplina, um caráter investigativo, na qual todas as leituras e atividades propostas, bem como a explanação de pesquisas realizadas sobre temas das aulas, seguem essa linha investigativa de ensino. Nesse contexto, metodologias onde o aluno pode investigar fenômenos relativos ao que se observa, associando-os com o conteúdo ministrado, tende a aumentar seu interesse pelas plantas (KROSNICK; BAKER; MOORE, 2018).

Retornando, os artigos selecionados que se referem ao ES, AC04, AC05, AC10, AC11 e AC17, tiveram como objeto de estudo alunos de graduação, porém as estratégias de ensino expostas nesses artigos podem ser adaptadas para outros níveis de ensino. Por exemplo, o estudo coordenado pela professora Shawn Krosnick (AC11) intitulado de P<sup>3</sup> (*Pet Plant Project*) foi realizado com alunos de Ensino Superior, os quais puderam compreender de maneira prática e teórica o ciclo de vida de uma planta. Um trabalho como esse pode ser expandido a alunos de Ensino Fundamental e Médio, resguardando os conceitos teóricos de acordo com o nível de ensino. Até o momento, vale mencionar que esse trabalho envolveu uma competição entre os alunos levando em conta a planta “mais bonita” e a “mais bem vestida”, algo que iria despertar o interesse e a curiosidade de um aluno, por exemplo, do ensino fundamental.

Elisabeth Schussler e Lynn Olzak (AC17) conduziram um estudo com alunos de ES de dois cursos distintos: Psicologia e Curso de Introdução à Botânica. O trabalho em si, diferentemente do AC11, não traz nenhuma proposta metodológica, concentrando os esforços em entender como a CB se manifesta nesses alunos. Como era de se esperar, os efeitos da CB se mostram presentes pois apenas 65% das plantas utilizadas foram reconhecidas. Mas como esse trabalho pode ser útil para níveis anteriores de ensino? Ele traz informações para professores que buscam realizar atividades práticas em suas aulas de Botânica: segundo o artigo, meninas recordam mais de plantas do que meninos. Sendo assim, alguns modelos mais generalistas de vegetais, como palmeiras, cactos, rosa e girassol precisam ser introduzidos nas aulas práticas para que esse efeito de gênero seja minimizado. E surpreendentemente, usar plantas carnívoras não é uma boa escolha; segundo o artigo, majoritariamente elas são percebidas pelos meninos, ao passo que poucas meninas conseguem se recordar delas.

Benjamin Balas e Jennifer Momsen (AC04) conduziram um trabalho no qual propõem algumas medidas imediatas que devem ser implantadas para que a prevenção à CB seja eficaz no EF e EM. A primeira delas é que os termos CB (Plant Blindness) e ZCH devam ser trabalhados abertamente em sala de aula a fim de que o aluno compreenda seu significado e a importância de não contrair seus sintomas. Outra medida seria a inclusão de ações do

cotidiano dos alunos com as plantas. Como apontado, isso estreita as relações que o aluno estabelece com o Reino Vegetal, facilitando seu entendimento e estimulando sua curiosidade sobre a origem e o funcionamento daquilo que está ingerindo ou utilizando.

Em outro artigo, Emine e Durmus (AC05) conduziram um estudo com alunos-professores da universidade onde constataram que a maior parte do conhecimento sobre plantas daquelas pessoas vem de experiências reais que elas obtiveram. Isso nos mostra como o vínculo do Ensino de Botânica com o cotidiano do aluno é uma maneira válida para se prevenir a CB. Além disso, aqueles em que o conhecimento de plantas vem de experiências reais, incluem um menor número de animais quando questionados sobre quais seres vivos conhecem. Temos aqui uma informação clara de que a valorização das experiências do cotidiano dos alunos pode prevenir posicionamentos zoolochauvinistas.

Os autores ainda reforçam a importância de que seja investido no ensino de professores do EF, pois grande parte da sua fonte de conhecimento vem da vida real e suas respectivas vivências. Como comentado anteriormente, professores interessados tendem a formar alunos interessados, rompendo assim o que Salatino e Buckeridge (2016) definem como “espiral do silêncio”.

Os quatro últimos trabalhos, AC06, AC09, AC13 e AC18, são trabalhos que não possuem foco em um nível específico de aprendizagem, mas mantêm o foco nos alunos. Os três primeiros trazem suporte a professores que desejam prevenir junto a seus alunos os efeitos da CB, ao passo que o último deles traz projetos de ensino nos quais alunos e professores podem participar. O artigo AC09 traz um importante elemento de apoio ao Ensino de Botânica que será discutido e apresentado no próximo aspecto de análise. Por ora ressaltamos que esse trabalho realizado por Dan Jenkins traz uma orientação importante para professores do EF e EM: práticas em Botânica (ou qualquer outro ramo da Biologia), onde o tempo de execução excede semanas ou meses, tendem a diminuir o interesse do aluno, visto que o mesmo pouco se lembrará dos procedimentos realizados nas semanas ou meses anteriores. Uma prática bem elaborada, segundo o autor do artigo não é aquela prática extensa, mas sim aquela que fornece ao aluno subsídios para o entendimento do fenômeno estudado e/ou observado.

Eva Nyberg e colaboradores (AC13), por sua vez, trabalharam com alunos do curso de Didática em Biologia, os quais foram imersos a dois ambientes diferentes: Laboratórios do Departamento de Ciências da universidade e Jardim Botânico. Como era de se esperar, levar alunos a ambientes naturais estimula mais seus sentidos visuais, pois é nesse ambiente que as plantas exibem sua riqueza em expressões estéticas (NYBERG; HIPKISS;

SANDERS, 2018). No Jardim Botânico, onde as plantas estão em primeiro plano, elas foram observadas em maior frequência quando comparadas aos animais.

Vale relatar aqui, brevemente, algo que ocorreu durante o meu mestrado e se correlaciona ao resultado obtido pelos autores supracitados. Em uma das atividades da sequência de ensino investigativo que planejei e apliquei a alunos de 7º ano do Ensino Fundamental, apresentei aos alunos uma série de plantas que coletei e que representavam os quatro principais grupos de plantas. Embora na época tenha feito uma triagem do material e o foco não era o entendimento da CB, constantemente os alunos me questionavam sobre algum “bichinho” que encontravam junto às plantas. Esse animal fez então com que o foco da aula destoasse, sendo necessário o resgate dos alunos para com o tema da aula. Como as plantas foram coletadas, seus elementos chamativos, como cor e cheiro, foram de certa forma prejudicados, o que me leva a pensar que, se essa atividade tivesse sido realizada com plantas *in vivo*, um fato como esse poderia ser minimizado (PIASSA, G. 2019).

O trabalho realizado por Eva Nyberg (AC13) também traz como discussão a necessidade de que plantas que melhor competem por atenção com os animais sejam apresentadas aos alunos. De certa forma, discordamos que essa seja uma competição saudável, visto que, assim como as plantas, os animais também possuem seu papel e são igualmente importantes. O foco aqui não é degredir o conteúdo animal e supervalorizar as plantas, mas sim demonstrar que nenhum ser é mais importante que outro, e que todos eles trabalham em conjunto para a manutenção de um ecossistema. Essa visão comunga com as ideias de Wandersee e Schussler (1999) quando definem o termo CB e seus efeitos e implicações.

Dois trabalhos recentemente realizados (AC06 e AC18) merecem destaque no ramo das Ciências de plantas associada a CB. Liliane Fonseca (AC06) conduziu um trabalho junto a professores da área de Botânica na licenciatura em Ciências Biológicas em uma universidade fluminense, na qual a percepção dos alunos é passada através da percepção de seus professores. Notamos, a partir dos relatos dados pelos educadores, que muito dos alunos manifestam visões zoocêntricas e acentuação de sintomas da CB. Por exemplo, no trabalho é relatado por uma professora que possivelmente mais de 60% de seus alunos de licenciatura não acreditam que a planta seja um ser vivo.

Nesse trabalho, os professores também relatam a preferência que os alunos de licenciatura apresentam pela Zoologia quando comparada à Botânica – uma visão zoochauvinista bem evidente. Uma das justificativas dadas é que o Coeficiente de Rendimento do aluno será maior se ele for bem em Zoologia do que em Botânica, o que o leva a se esforçar

mais para obter notas satisfatórias em Zoologia. Resultados como esses nos levam a pensar na qualidade do EB que esse licenciando conseguirá transmitir quando for professor. Relatos assim levaram os professores a uma reformulação do curso de Botânica a fim de que essa se tornasse mais atrativa aos alunos. Segundo o artigo AC06, essa reformulação foi eficaz, por exemplo pelo fato de vários alunos do primeiro semestre da Licenciatura em Ciências Biológicas da universidade quererem prosseguir estudos e pesquisas em Botânica.

Esforços que geram mudanças positivas no EB são válidos tanto para alunos que ainda cursam a licenciatura em Ciências Biológicas, como para aqueles professores que já se formaram e não tiveram uma formação adequada na universidade. Pensando nisso, destacamos o trabalho realizado por Suzana Ursi e colaboradores (AC18) junto à Universidade de São Paulo (USP). As iniciativas trazidas por esse artigo, que visam melhorar a prática do Ensino de Botânica são várias, dentre as quais destacamos duas delas:

A primeira é o Grupo de Pesquisa Botânica na Educação (BotEd) que elabora, aplica e avalia estratégias e recursos didáticos diversos para o ensino e aprendizagem contextualizado de Botânica. Temos aqui um importante mecanismo de ensino acessível, via *internet*, a qualquer professor que deseje tornar suas aulas mais interessantes e atrativas.

O Herbário Virtual, outra iniciativa apresentada no artigo, mostra-se uma possibilidade de se ensinar Botânica à distância de forma prática e contextualizada. O projeto foi desenvolvido junto a alunos de uma disciplina de Prática de Ensino da licenciatura em Biologia da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (Univesp) e pode ser projetado para dentro de uma sala de aula. A coleta de material botânico, sua preservação junto a herbários e identificação das espécies pode tornar o Ensino de Botânica mais dinâmico e menos maçante aos alunos (CARVALHO; BARRETO, 2017; CORRÊA *et al.* 2016). Vale ressaltar que o custo para a construção de um herbário transitório, ou seja, aquele construído nas escolas pelos alunos com materiais coletados por eles é baixo e instruções de como fazê-lo podem ser encontradas na *internet* em vídeos produzidos pelo próprio grupo de pesquisa.

Com base no exposto até aqui, e com base nessa revisão de pesquisas desenvolvidas em diferentes países, podemos concluir que existe uma preocupação com o Ensino de Botânica em todos os níveis de ensino (EF, EM e ES). A CB e o ZCH são fenômenos evidentes que precisam ser combatidos a partir dos anos iniciais, quando o aluno está no EF, ou até mesmo na educação infantil, e intensificado ao longo do EM e ES. Para aqueles que seguem a carreira de biólogo e desejam seguir como professores, a prevenção à CB deve ser ainda mais acentuada. Os artigos apresentados, e aqui analisados a partir do Nível de Ensino, trazem relatos

e dados valiosos de como esses conceitos CB e ZCH têm sido compreendidos e tratados no contexto escolar em várias partes do planeta, o que indica uma preocupação mundial para com o EB e a valorização das plantas e da biodiversidade.

Na próxima seção, analisaremos os artigos de nossa revisão de literatura a partir das Estratégias de Pesquisa e Ensino adotadas, a fim de identificar os mecanismos mais usuais na luta contra a CB e o ZCH.

### 1.3.2 Estratégias de Pesquisa e Ensino Adotadas

O segundo aspecto de nossa análise definida de acordo com a Estratégia de Ensino e Coleta de Dados adotada tem por desígnio apontar as principais estratégias utilizadas durante o Ensino de Botânica na prevenção à Cegueira Botânica e ao Zoolochauvinismo nas pesquisas identificadas e selecionadas em nosso levantamento bibliográfico.

Esse aspecto de análise foi dividido em: Testes com Imagens; Atividades Práticas; Questionários; e Análise Curricular. Objetivamos com essa análise apontar as principais estratégias adotadas, bem como suas vantagens e possíveis desvantagens para a prevenção à CB e ao ZCH. Apresentaremos também detalhes sobre algumas metodologias, que podem ser projetadas para o ensino em vários níveis de aprendizagem.

A utilização de questionários foi a mais frequente levando em consideração nosso *corpus* da pesquisa. Em seguida temos as atividades práticas que envolvem dinâmicas práticas aplicadas tanto dentro como fora da sala de aula, seguida dos testes com imagens de animais e plantas e, por fim, a análise curricular. Esclarecemos aqui, que nosso objetivo nessa revisão bibliográfica, ao analisar tais artigos, não é trazer um levantamento quantitativo dessas estratégias aplicadas e sim analisar sua aplicabilidade junto a seus respectivos alunos a fim de se entender como ela pode auxiliar nos objetivos de nosso trabalho.

Para a apresentação das estratégias de ensino seguiremos a ordem em que essas encontram-se organizadas no **Quadro 5**. Assim sendo, iniciaremos as análises com a estratégia referente ao Teste com Imagens, em que três artigos serão abordados: AC04, AC10 e AC17.

Se retomarmos as possíveis explicações sobre a origem da CB, iremos nos recordar do trabalho de Wandersee e Schussler (2001), no qual os pesquisadores acreditam que a origem desse fenômeno está na neurofisiologia. A capacidade de processamento visual e interpretação de imagens em nosso cérebro é baixa (NORRETRANDERS, 1998 p. 126), o que o leva a priorizar certos elementos. Na tentativa de fornecer aporte a essa hipótese, pesquisas realizadas com imagens mostram-se de grande relevância.

Elisabeth Schussler e Lynn Olzak (AC17) foram os primeiros a fornecerem um suporte experimental sobre a CB relacionada à percepção ou a um fenômeno cognitivo. Os pesquisadores realizam um teste com 50 imagens divididas de maneira equitativa entre plantas e animais, o qual foi aplicado a estudantes de Psicologia e estudantes de um curso introdutório à Botânica. Após os alunos verem o conjunto de imagens, foram brevemente distraídos e, posteriormente, foi solicitado que listassem o maior número de imagens de animais e plantas que lembrassem. Mesmo os estudantes de Botânica recordaram mais de animais do que de plantas: cerca de 92% dos animais foram nomeados, ao passo que apenas 65% das plantas foram lembradas. Este resultado sugere uma possível codificação de plantas inferior à codificação de animais.

Além disso, outro objetivo do trabalho foi testar a influência do curso dos alunos participantes da pesquisa. Os resultados obtidos rejeitam a hipótese de que existe uma influência entre as populações estudantis, permitindo afirmar que os sintomas da CB podem se manifestar em qualquer pessoa, seja ela conhecedora da Botânica ou não. Porém, não se pode dizer o mesmo em relação à influência de gênero. No estudo realizado, foi constatado que as mulheres reconhecem mais plantas do que os homens. E a explicação para isso, segundo o artigo AC17, pode estar associada à sociabilização maior que as mulheres têm com as flores, as quais são consideradas na sociedade ocidental como “elementos mais feministas” (SCHUSSLER; OLZAK, 2008). Esse resultado nos concede uma importante informação para se prevenir a CB: a sociabilização, ou seja, a relação da pessoa com o meio ao qual ela se insere, aumenta seu reconhecimento sobre os elementos ao seu redor.

Preocupado com o fato de que o único trabalho disponível sobre CB associado a um caráter cognitivo ou neurofisiológico havia sido conduzido por Schussler e Olzak (2008), Benjamin Balas e Jennifer Momsen (AC04) também realizaram um trabalho em 2014 testando a CB e o ZCH a partir de imagens. Semelhante ao que foi realizado no trabalho anteriormente explanado, os pesquisadores também tiveram como participantes de sua pesquisa estudantes de Psicologia, os quais foram expostos a uma série de imagens de plantas e animais, além de outros elementos como pedra e água, categorizados como elementos distratores.

Para ensaiar como as imagens eram reconhecidas pelos estudantes, os pesquisadores lançaram mão de uma estratégia conhecida como *Piscar de Atenção* (*Attention Blinks*). O piscar de atenção consiste em um fenômeno visual onde a detecção de um primeiro alvo, em uma sequência de imagens, compromete a capacidade de detectar o segundo alvo em um curto período de tempo (RAYMOND *et al.* 1992 *apud* BALAS; MOMSEN, 2014).

Curiosamente o resultado dessa pesquisa revelou que as plantas, quando presentes no conjunto de imagens aleatórias, são menos detectadas, mas quando estão ausentes são mais relatadas pelos estudantes. Isso levou os autores a acreditar que as pessoas reconhecem a importância das plantas e sentem falta delas, mas, quando elas estão presentes junto a animais, acabam sendo negligenciadas.

Os resultados obtidos em AC04 indicam uma diferença realista na percepção humana sobre plantas e animais, apoiando assim a inclusão de um componente visual (neurofisiológico) na definição da CB como sugerido por Wandersee e Schussler (1999; 2001). Dessa forma, podemos rematar dizendo que o Teste com Imagens contribui para a identificação das origens da CB.

Arja Kaasinen (AC10) conduziu um outro estudo também utilizando de uma estratégia de ensino e coleta de dados associada à identificação de imagens. Porém, diferentemente do que foi apresentado pelos dois trabalhos anteriores deste tópico (AC04 e AC17), a pesquisadora não incluiu imagens de animais ou de elementos distratores. O teste foi realizado com 70 imagens de plantas, as quais foram fornecidas a alunos de diferentes graus de escolaridade, para que os mesmos pudessem identificá-las a nível popular ou até mesmo taxonômico. É importante mencionar que as imagens representam plantas como árvores e musgos presentes na Finlândia (local onde a pesquisa foi conduzida) e em livros didáticos utilizados pelas escolas.

Os resultados desse estudo sugerem que o reconhecimento de plantas é muito baixo tanto por parte dos estudantes finlandeses como dos professores. Novamente se destaca o fato de que as meninas se beneficiam mais quando o assunto é identificar plantas, além de alunos de áreas rurais também terem vantagem. Nota-se aqui um dado curioso: os alunos de áreas rurais são aqueles que possuem mais conexões diárias com espécies de plantas (KAASINEN, 2019) e, esse, reforça a importância da valorização das vivências extraescolares dos alunos bem como da aplicação de atividades práticas durante as aulas regulares.

Diante do exposto, o Teste com Imagens se provou eficiente para a abordagem da CB e do ZCH. Elementos importantes como suporte a uma origem neurofisiológica da CB, bem como as supostas diferenças na percepção de homens e mulheres para o mesmo fenômeno nos alertam para a melhor maneira de conduzir as aulas práticas a fim de se obter o maior proveito delas. No que tange especificamente à aplicação de testes de imagens junto a alunos de EF e EM, por exemplo, julgamos ser uma metodologia válida. Esse teste poderia ser aplicado em alunos de uma forma introdutória à matéria de Botânica, para que dados como o interesse que

os alunos têm sobre as plantas e como eles a reconhecem sejam obtidos. A partir disso o professor poderia traçar estratégias para aumentar a percepção dos alunos caso essa seja baixa.

Outra maneira de se aplicar esse procedimento aos alunos seria selecionar imagens de plantas e animais marcantes de seu cotidiano e fornecer aos alunos para que os mesmos as identifiquem antes mesmo do conteúdo teórico de Botânica ser trabalhado. Objetiva-se assim, a partir do resultado obtido, discutir os conceitos de CB e ZCH com os alunos, como proposto por Balas e Momsen (2014), para que os mesmos passem a dar mais atenção aos vegetais e ao conteúdo posteriormente ensinado. Caso a escola possua uma área verde interna ou de seu entorno, seria interessante que essas imagens de plantas incluam as que estão presentes nesses locais, a fim de aumentar a chance de o aluno manter um contato próximo com as mesmas. Outra possibilidade seria solicitar que os estudantes fotografassem plantas existentes em suas residências e arredores e trouxessem para o trabalho de reconhecimento em sala de aula.

Embora seja válido aplicar testes como esses junto aos alunos, devemos lembrar que a CB é um fenômeno multidimensional (KAASINEN, 2019) e, sendo assim, diferentes metodologias precisam ser aplicadas para que todos os sintomas da CB, ao menos grande parte deles, sejam combatidos. O teste com imagens atua apenas em um caráter cognitivo, não requerendo do aluno conhecimentos procedimentais, além do ato de observar e identificar, ou conhecimentos atitudinais, como a possibilidade de discutir, debater e interpretar seus resultados mais profundamente (PEREIRA, 2002). Não indicamos, então, que apenas um teste com imagens seja aplicado aos alunos caso se deseje prevenir que o mesmo desenvolva opiniões pautadas no ZCH e na CB.

Continuando nossa análise dos artigos com base na Estratégia de Ensino e Coleta de Dados adotada, discutiremos agora as Atividades Práticas, onde se destacam os artigos AC11, AC12, AC13 e AC15.

De antemão gostaríamos de esclarecer que uma atividade prática não é aquela que necessariamente ocorre dentro de um laboratório com uso de materiais e ferramentas específicas (CORREA *et al.*, 2016; BORGES, 2002). As aulas podem ser realizadas em espaços intra-escolares como o próprio pátio (PEREIRA; PUTZKE, 1996), bem como em ambientes naturais, como áreas verdes da escola, ou espaços extra-escolares como praças públicas (RODRIGUES; MIGUEL; LOPES, 2013).

Uma aula onde o aluno não é convidado a participar ativa e intensa, ficando limitado apenas à assimilação memorística dos conteúdos transmitidos, não é um ambiente propício para o desenvolvimento de todo o seu potencial.

A busca pela formação de cidadãos autônomos requer uma quebra na passividade do aluno dentro da sala de aula (CHAPANI; CAVASSAN, 1997). As atividades de Ciências propostas pelo professor devem envolver o aluno, permitindo que este assuma um papel ativo durante as aulas. Seus questionamentos devem ser vistos como importante contribuição para possíveis debates e discussões dentro do ambiente escolar. Esses questionamentos colaboram para o desenvolvimento de ações intelectuais nos alunos em detrimento de ações manipulativas (CARVALHO, 2013).

Tomando as devidas proporções, os trabalhos analisados a seguir tiveram como foco principal, por meio de atividades práticas realizadas dentro e/ou fora de uma sala de aula, demonstrar como a CB e seus sintomas e consequências podem ser combatidos de maneira simples e integrada com o conteúdo teórico dado ao longo do período letivo. Os três primeiros artigos apresentados (AC12, AC13 e AC15) são trabalhos que envolvem atividades campo, ou seja, aquelas que foram desenvolvidas fora da sala de aula. Já o artigo (AC11) envolveu uma atividade desenvolvida em conjunto à sala de aula e a residência dos estudantes que participaram da pesquisa.

O trabalho realizado por Raquel Lopes e colaboradores (AC12) envolveu a temática de árvores monumentais (árvores que se destacam pelas suas características excepcionais como porte, idade e formato) como forma de prevenção a CB. Junto a alunos de primeiro a quarto ano do ensino fundamental os pesquisadores avaliaram a influência de árvores monumentais locais (localizadas no recinto escolar e nas imediações da escola) no reconhecimento e identificação de plantas. Durante o pré-teste realizado com os alunos, os pesquisadores puderam notar que não tinham boas definições do que seriam essas árvores monumentais, sendo constantemente por eles associadas aos monumentos arquitetônicos. Além disso, os desenhos solicitados aos alunos no pré-teste eram muito precários em detalhes, sendo representado na maioria das vezes apenas o tronco principal e a copa das árvores (LOPES *et al.*, 2018).

Para combater a CB, os pesquisadores apresentaram uma série de atividades divididas em três etapas: exploratórias, experimentais e lúdico-didáticas, as quais envolveram desde observações até piquenique, a fim de aumentar o contato do aluno com as plantas. Essa organização muito se assemelha a uma Sequência de Ensino Investigativa, a nosso ver, a qual permite que o aluno construa conhecimentos a partir das interações que realiza com o meio físico e social (CARVALHO, 2011). Sequências como essas, de caráter investigativo, tendem a aumentar a curiosidade e autonomia do aluno na busca por suas próprias resoluções do problema proposto e conclusões.

Ao final das atividades propostas, os alunos participaram de um pós-teste. Esse, por sua vez, revelou que as árvores monumentais constituem um recurso de exploração, onde o aluno pode combinar seu interesse, motivação e rotina com atividades de exploração ao ar livre (LOPES *et al.*, 2018). Nos desenhos solicitados no pós-teste, ou seja, após as atividades práticas, nota-se uma maior riqueza de detalhes, como flores, sementes e frutos junto às árvores, expondo assim uma maior compreensão das plantas e seu ciclo de vida por parte dos alunos. Já no questionário aplicado no pós-teste, os alunos associaram as árvores monumentais a árvores antigas, grandes e altas, além de citarem frequentemente exemplos de carvalhos e castanheira. Assim sendo, podemos concluir que as árvores monumentais são instrumentos para prevenção à CB.

Outro trabalho que se destaca de maneira similar ao anterior é o AC13, realizado por Eva Nyberg e colaboradores. Os pesquisadores lançaram mão de um questionário aberto, o qual foi aplicado a alunos que visitaram dois locais distintos: Floresta tropical localizada no Departamento de Ciências da universidade e Estufas localizadas num Jardim Botânico, ambos situados na Suécia. Esse trabalho realça a importância de selecionarmos adequadamente o local onde desejamos realizar uma atividade de campo, uma vez que os resultados e observações podem variar de um local a outro.

Na floresta tropical, onde os alunos tinham contato com animais e plantas típicas de um ambiente tropical, a frequência nas observações de plantas foi menor quando comparados os resultados obtidos no Jardim Botânico. Nessa segunda área, as plantas estavam em primeiro plano e, além disso, estavam identificadas, o que despertava mais a curiosidade do aluno em conhecer aquilo que estava observando (NYBERG; HIPKISS; SANDERS, 2018). Vale ressaltar que no Jardim Botânico existia um lago e formigas, elementos que podem ser considerados distratores à atenção dos alunos.

Acreditamos que uma atividade prática só irá fornecer ao aluno os reais objetivos que se esperam alcançar se ela for bem planejada. Assim como planejamos uma aula tradicional em lousa ou slides para atender aos tópicos listados, as atividades práticas devem ser planejadas com antecedência, levando em consideração, por exemplo, seu tempo de execução e custo. Outrora, quando se deseja realizar uma atividade de campo, o local, como vemos em AC13, irá exercer uma grande influência. Assim sendo, salientamos que ambientes naturais são modelos para se prevenir a CB, desde que essas atividades sejam orientadas pelos professores, a fim de se manter o foco do aluno, evitando que o mesmo se distraia com os animais locais ou outros elementos presentes naquele ambiente.

Somado a esse trabalho, e semelhante ao mesmo, o AC15 também traz uma atividade prática associada a uma saída de campo. Peter Pany e colaboradores avaliaram os resultados obtidos em dois trabalhos anteriores de sua própria autoria. Esses trabalhos envolveram dois grupos de alunos, os quais puderam ter contato com materiais vegetais vivos em duas situações distintas: ambiente escolar e Jardim botânico da Universidade de Viena. Nesse contato, os alunos foram expostos a plantas com certa utilidade e aplicabilidade: estimulantes à base de plantas e especiarias.

Objetivando testar o melhor grupo de plantas para o EB e prevenção à CB, os autores constataram que usar interesses pré-existent nos alunos é uma maneira promissora de contrariar a CB. Adicionado a isso, é sinalizado que a aprendizagem baseada em perguntas pode ser o primeiro passo para desenvolver um interesse mais duradouro em tópicos relacionados a plantas (HIDI; RENNINGER, 2006 *apud* PANY *et al.*, 2019). Para tanto, as plantas medicinais, especiarias e plantas fitoterápicas, por exemplo, se mostraram eficientes.

Pensando então em táticas eficientes de prevenção à CB, o importante papel desempenhado pelas plantas na Terra em seus diversos ecossistemas, bem como os interesses individuais e coletivos pré-existent dos alunos podem e devem ser explorados ao máximo. Introduzir plantas que atraiam a atenção dos alunos em atividades práticas realizadas dentro e fora da escola pode despertar o interesse dos alunos, fazendo com que o mesmo passe a compreender melhor o papel que as plantas desempenham em seu ecossistema; bem como diminuir a visão zoológico-centrada de que elas são inferiores aos animais (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2002; PANY, 2019).

Diferentemente do que foi apresentado até aqui, o trabalho realizado por Shawn Krosnick e colaboradores (AC11) também envolve uma atividade prática, a qual foi realizada através de uma perspectiva diferente: o aluno a realiza em casa, recebendo todo suporte durante as aulas regulares.

No início do semestre os alunos receberam uma semente desconhecida, a qual deveria ser cultivada até a sua maturidade. Entende-se aqui como maturidade o momento no qual a planta passa a exibir frutos maduros. O objetivo foi estimular a aproximação do aluno para com sua planta, chamada de “Pet”, da mesma maneira que acontece quando este possui um animal (gato, cachorro, passarinho) em casa. Espera-se então que o aluno reconheça que as plantas não são menos importantes que os animais e, da mesma forma, merecem atenção e cuidados. Buscou-se com esse trabalho estimular um sentimento de carinho e cuidado para com

as plantas, desde o momento em que ela começa a germinar, até o momento no qual se inicia a produção de seus frutos.

A cada 15 dias os alunos eram instruídos a anotar as modificações de suas plantas e, conforme as aulas teóricas eram ministradas, novas observações eram solicitadas aos alunos. Dentre os temas das aulas teóricas que os alunos deveriam correlacionar com sua respectiva planta estavam: germinação, alongamento do caule, desenvolvimento radicular, floração, polinização e desenvolvimento de frutos e sementes. O papel do professor, por sua vez, era de orientar os alunos quanto ao que observar e qual procedimento tomar caso algo de “anormal” fosse notado para com seu “Pet” vegetal. Ao final dos trabalhos, uma competição de tamanho da planta e seus frutos, bem como a planta mais bonita foi feita com os alunos.

Na busca por demonstrar como essa atividade desafia a CB, Krosnick, Baker e Moore (2018) apresentam e discutem alguns resultados do trabalho, dentre os quais se destacam: 1) Aumento da linguagem acadêmico-científica, que por sua vez contribui para a alfabetização científica, fator crucial para o aumento do interesse do aluno para com o tema estudado (CASCAIS; TERÁN, 2013; SASSERON; MACHADO, 2017); 2) Compreensão de que as plantas precisam de elementos importantes para sua sobrevivência como, por exemplo, sol, água e ar, fator esse que esbarra com um dos sintomas da CB propostos por Wandersee e Schussler (2001), de que os alunos não compreendem quais fatores as plantas precisam para sobreviver; e 3) Maior interesse dos alunos para com as aulas teóricas, a fim de que os mesmos possam entender com maior facilidade os eventos observados em seus respectivos “Pets”.

Assim, com base no que foi apresentado, podemos concluir que as Atividades Práticas representam um procedimento metodológico de ensino e aprendizagem adequados e promissores para prevenção à CB e ao ZCH. A possibilidade de trabalhar conceitos botânicos a partir de várias dimensões (KAASINEN, 2019), como, por exemplo, a percepção a partir dos vários sentidos humanos, permite que o aluno interaja ao máximo com as plantas. Além disso, uma atividade prática permite que o aluno assuma um papel mais participativo e ativo (CARVALHO, 2011; KINOSHITA *et al.*, 2006), abrangendo assim uma maior variedade de conhecimentos procedimentais (observação, classificação, medição, comparação, identificação e interpretação, por exemplo), bem como de conhecimentos atitudinais (interrogação, evidenciação, discussão, reflexão e trabalho em equipe, por exemplo).

Ao envolver o aprendiz, de todas as formas possíveis e acessíveis, com as plantas durante as atividades práticas, assumimos que esse passará a desenvolver um interesse e uma curiosidade maior durante seus estudos. Sendo assim, realizar atividades práticas mostra-se

eficiente ao se rebater os sintomas da CB e até mesmo preveni-la. Sintomas como a Negligência Botânica, baixo entendimento das necessidades das plantas e suas funções vitais e que plantas apenas assumem um papel de coadjuvante aos animais são derrubados durante uma atividade prática (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2001; URSI *et al.*, 2018).

Diferentemente do que foi levantado para a Análise de Imagens, que requer outras atividades como complemento ao se objetivar a prevenção à CB, atividades práticas, desde que sejam bem planejadas, podem alcançar com êxito esse propósito. Além disso, embora não seja o foco desse trabalho, a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) que envolva atividades práticas associadas a leituras de texto, debates e até mesmo às aulas teóricas pode contemplar com maior êxito ainda esse objetivo. Recomendamos aqui, caso seja de interesse, a leitura do texto da Professora Ana Maria P. Carvalho (CARVALHO, 2011) no qual é fornecido orientações sobre as SEI.

Por fim, gostaríamos de mencionar novamente a importância de que as atividades práticas sejam bem planejadas, estruturadas e contextualizadas a fim de que não se tornem algo cansativo e desgastante para os alunos (KRASILCHIK, 2019). Além disso, uma prática mal pensada pode fazer com que o aluno passe a se interessar menos por Botânica, dando a atenção excedente a outros ramos da Biologia, como a Zoologia, passando assim, a exibir características do ZCH. Mostrar a esses alunos as belezas e exuberâncias, como cores e cheiros, além de características particulares das plantas poder se uma conduta na abordagem à CB e ao ZCH.

Outra Estratégia de Ensino e Coleta de Dados bastante adotada nos trabalhos que visam coletar e interpretar dados referentes a prevenção à CB e o ZCH são os Questionários. Salientamos de início que essa estratégia, bem como a que será apresentada posteriormente (Análise Curricular), em nossos artigos foi encontrada associada à outras Estratégias de Ensino (Teste com Imagens ou Atividades Práticas), o que permite inferir que, aparentemente, são mais eficientes quando associadas a outras metodologias de ensino. Esse dado não inviabiliza a aplicação de questionários, pois esses, como será comentado abaixo, mostram-se eficientes na coleta de dados iniciais para o planejamento de atividades posteriores ou análise de preferências dos alunos.

Do nosso *corpus* de pesquisa, seis artigos (AC05, AC06, AC12, AC13, AC14 e AC15) adotam Questionários como estratégia de ensino. Esses seis artigos serão apresentados em dois blocos diferentes. O primeiro bloco é formado por dois artigos que utilizaram os questionários como estratégia única de ensino, e o segundo bloco pelos demais artigos que utilizaram essa estratégia em conjunto com outras.

Questionários para coleta de dados deveriam ser mais empregados em pesquisas em Ciências (CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011). Para Gil (1999 *apud* CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011), o questionário pode ser definido como uma técnica de investigação composta por um número pré-determinado de questões que têm por objetivo, por exemplo, o conhecimento de opiniões, crenças, interesses e situações vivenciadas pelos entrevistados. O fato desta técnica de investigação atingir um grande número de pessoas, implicar em um menor gasto e permitir a coleta rápida de informações para posterior análise, são pontos atraentes dessa estratégia de investigação. Além disso, em muitos casos essa estratégia de “investigação” se torna também uma estratégia de “ensino”, uma vez que o pesquisador utiliza os questionários não apenas para sondar concepções e percepções dos participantes da pesquisa, mas também para promover reflexões, discussões e mudanças de concepções. Porém, o fato de que não há garantia do total envolvimento adequado da pessoa para com a pesquisa bem como o fato de que pessoas com dificuldades de leitura e escrita podem não preencher o questionário com êxito são pontos negativos dessa metodologia (GIL, 1999 *apud* CHAER; DINIZ; RIBEIRO, 2011).

Aparentemente, quando questionários são aplicados a fim de se obter dados para combater a CB, eles assumem um caráter livre, ou seja, as questões devem ter respostas dissertativas além de serem bem abrangentes.

Emine e Durmus (AC05) aplicaram um questionário simples, composto por duas questões a cerca de 300 alunos-professores de uma universidade. A primeira questão pedia para que o participante listasse o nome de 10 seres vivos que vinham a sua mente e, a segunda, perguntava qual era a fonte do conhecimento utilizada para responder à questão anterior. Temos aqui um questionário simples, onde as perguntas conversam entre si, o qual pode revelar uma relação de causa (primeira questão) e efeito (segunda questão).

Dentre os seres mais listados, os três que possuem maior frequência fazem parte do Reino Animal: Cachorro (66,5%), Gato (64,9%) e Pássaro (38,9%). No que compete ao Reino Vegetal, a frequência de plantas foi bem baixa, sendo a Margarida a planta mais frequente, com apenas 13,9% de frequência nas respostas. Além disso, as plantas, diferentemente dos animais, eram na maioria dos casos referenciados apenas como árvores ou flores, não havendo qualquer distinção quanto à espécie ou qualquer outro nível taxonômico (ÇIL; YANMAZ, 2017). Esse dado é bem preocupante, visto que existem mais de 400 mil espécies de plantas no nosso planeta, sendo que 350 mil são do grupo das angiospermas (CHAPMAN, 2009), e o aluno não consegue citar alguns nomes, mesmo que populares, para algumas plantas. Observamos então

uma clara demonstração do ZCH, onde animais são mais bem associados e recordados pelos alunos do que plantas (BONZIAK, 1994).

No que compete à segunda pergunta, a qual questiona a fonte de conhecimento sobre esses seres, analisamos aqui as respostas dadas em relação às plantas: para mais da metade dos participantes da pesquisa (56,1%) a fonte de conhecimento sobre as plantas citadas vem de suas experiências reais. Ressaltamos a importância de que as experiências anteriores e vivências dos alunos sejam valorizadas a fim de que elas sejam resgatadas em momentos posteriores. A porcentagem de alunos que respondeu que sua fonte de conhecimento vem de livros é muito baixa – apenas 3,2%, o que nos faz pensar se o livro didático fornecido a esses alunos não traz mais elementos de animais do que plantas ou se simplesmente elas são negligenciadas pelos autores desses materiais (UNO *et al.*, 1994; SCHUSSLER; OLZAK, 2008; TOLMAN, 1998 *apud* LINK-PÉREZ *et al.*, 2010; CARNEY, 2002 *apud* LINK-PÉREZ *et al.*, 2010). Esse assunto será discutido no próximo capítulo desta tese.

Dando continuidade à análise, temos o trabalho de Peter Pany (AC14), o qual pode ser entendido como um questionário de interesse (PANY, 2014), uma vez que por meio de 15 itens busca entender por quais tipos de plantas (medicinais, fitoterápicas, especiarias, comestíveis ou ornamentais) alunos de 10 a 19 anos se interessam mais. Temos então uma estratégia que pode ser aplicada dentro de uma sala de aula, quando se deseja entender quais são os interesses dos estudantes para os quais se irá lecionar. Essa busca por interesses comuns pode aumentar a eficiência de atividades que serão desenvolvidas posteriormente com esse mesmo grupo de alunos, aumentando assim as chances de se prevenir a CB (PANY *et al.*, 2019).

Com esse questionário, por exemplo, AC14 nos traz dados preciosos quanto à melhor planta para se escolher para uma aula prática, desmitificando o fato de que plantas ornamentais são interessantes para os alunos (PANY, 2014). Talvez o baixo interesse que os alunos possuem para com as plantas ornamentais esteja associado ao fato de que elas se tornaram elementos comuns dentro de suas casas, passando muitas vezes despercebidas ou simplesmente ignoradas, o que evidencia a CB e NB respectivamente.

Dito isso, acabamos de apresentar duas abordagens diferentes que trazem como única Estratégia de ensino e Coleta de Dados os Questionários. A primeira (AC05), traz questões associadas a conhecimentos prévios dos alunos e resgata suas experiências anteriores como fonte do conhecimento; já a segunda (AC14), carrega elementos de interesse aos alunos. Os objetivos de ambos os trabalhos foram muito bem contemplados com a aplicação isolada dos questionários, possibilitando inferir que questionários são eficientes para a coleta de dados

iniciais e estratégia de ensino e aprendizagem no que se refere à CB e ZCH. Porém, quanto a estes dois conceitos, outras atitudes e procedimentos se mostram mais eficientes do que o simples exercício de preencher questionários. Sendo assim, compreendemos que combiná-los com outras estratégias de ensino acaba por ser mais eficiente. Os próximos artigos apresentados AC06, AC12, AC13 e AC15 adotam essas estratégias e serão brevemente explanados visto que foram explicados nas Atividades Práticas.

Destacamos nessa segunda parte dois artigos, AC12 e AC13, os quais aplicaram um questionário associado a uma atividade prática correlacionada a uma saída de campo. O primeiro trabalho traz questões mais abertas, não restritas apenas à atividade prática realizada. Já o segundo artigo traz questões relativas ao que foi observado durante a atividade prática.

No artigo apresentado por Raquel Lopes e colaboradores (AC12), as questões podem ou não ser influenciadas pelas saídas de campo conduzida pelos pesquisadores. Questões como: “que árvore você desenhou”, ou “que árvore você conhece?” são questões mais abertas e permitem ao aluno não só resgatar o que aprendeu durante a atividade prática como suas vivências anteriores. O aluno poderia então ter desenhado qualquer tipo de árvore, e não apenas as monumentais que foram foco desse trabalho. Já a terceira questão: “o que é uma árvore monumental?” se relaciona com as atividades práticas de uma maneira mais direta, visto que o aluno só conseguiria respondê-la se retomasse os conceitos que aprendeu anteriormente.

Quanto ao artigo da Eva Nyberg e colaboradores (AC13), todas as questões foram elaboradas pensando na atividade prática aplicada. Perguntas como: “o que você viu, algum animal ou planta em específico” e “como descreve brevemente a visita?” fazem com que o aluno reflita sobre suas aprendizagens obtidas pela atividade prática para, então, sistematizá-las na resposta ao questionário. Diferentemente do artigo anterior, aqui o aluno não tem a oportunidade de interlaçar seus conhecimentos anteriores com os novos conhecimentos adquiridos para a resolução das questões propostas.

Por fim, vimos que a aplicação de questionários pode atender às necessidades de uma atividade voltada à coleta de dados antes e depois dessa ser aplicada e/ou caso se deseje obter dados iniciais dos conhecimentos prévios do aluno. Quando nos referimos a essa estratégia de ensino para a prevenção à CB e ao ZCH, devemos nos atentar ao fato de que questionários aplicados de maneira isolada irão permitir que o aluno relacione de maneira íntima aquele organismo estudado. Agora, quando esse questionário é aplicado junto a outras estratégias, favorece que demais conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais, como observação, identificação, trabalho em equipe e discussão, sejam desenvolvidos

(PEREIRA, 2002). Recomendamos, então, caso se deseje aplicar um questionário junto aos alunos, que o mesmo seja feito em conjunto com outras atividades, a fim de se envolver ao máximo o aluno com as plantas, permitindo a percepção de características únicas dessas, que podem não ser identificadas apenas com as respostas a um questionário.

No que compete ao ZCH, entendemos que o emprego dessa estratégia permite identificar se, dado um conjunto de seres vivos, os alunos têm preferência pelo conteúdo animal ao invés das plantas. A partir dessa identificação, o professor pode traçar estratégias de ensino que visem minimizar ou até mesmo exaurir a visão zoológico-centrada eventualmente manifestada a partir de atividades que revelem a importância que as plantas assumem em nosso cotidiano e para com o ecossistema (HERSHEY, 1996; WANDERSEE; SCHUSSLER, 1999, 2001).

O próprio currículo escolar (JENKINS, 2015; AMPRAZIS; PAPADOPOULOU, 2018) bem como a BNCC (BRASIL, 2017; URSI, *et al.*, 2018; PIASSA, 2019) traz poucos exemplos e áreas destinadas ao conteúdo de plantas. As pesquisas sobre currículo escolar podem revelar importantes falhas nesses documentos, permitindo que o professor as corrija durante suas aulas. Entendemos, aqui, que Estratégias de Ensino relacionadas à Análise Curricular não são estratégias adequadas para se aplicar junto aos alunos. Porém, as pesquisas comentadas são de extrema valia, pois fornecem subsídios para que o professor desenvolva atividades e prepare suas aulas de maneira mais adequada à formação de seus alunos.

Dos artigos selecionados para nossa análise, três deles (AC01, AC03 e AC09) utilizam a estratégia “Análise Curricular” nas pesquisas realizadas. A análise do currículo inglês feita por Dan Jenkins aponta para a necessidade de que explicações mais antigas também sejam levadas em consideração no ensino atual. Por exemplo, o processo de fotossíntese que muito se fala nas escolas e pouco se explica sobre a importância das equações químicas que estão envolvidas no processo. Nota-se aqui a importância da interdisciplinaridade para com o conteúdo de Biologia. Para Jenkins (2015), a razão pela qual as plantas sejam vistas como entediante aos estudantes talvez esteja relacionada ao fato de que eles não enxergam para além dessa equação e as possibilidades de avanço evolutivo que ela permitiu.

O projeto SAPS (*Science & Plants for Schools*), trazido pelo artigo AC09, foi desenvolvido com base na identificação da precarização do currículo inglês. O SAPS cria então oportunidades para professores e alunos descobrirem mais sobre plantas e se interessarem mais pela Botânica. Exemplos que exploram fotossíntese, captação de água pelas plantas, solubilidade, difusão e síntese de moléculas orgânicas encontram-se no site do projeto que está disponível, em acesso livre na *internet* ([www.saps.org.uk](http://www.saps.org.uk)), para alunos e professores. É

importante realçar que, nesse artigo, temos a identificação de um problema e uma possível solução para o mesmo, uma vez que os professores interessados em complementar suas aulas e, assim, aumentar o interesse dos alunos pelas plantas, podem fazer uso de todo o material disponibilizado pelos pesquisados.

Amélia Abrie (AC01) também traz informações importantes sobre o currículo, dessa vez voltado ao currículo da África do Sul intitulado CAPS (*Curriculum and Assessment Policy Statements*). A autora, no que compete a análise curricular, compara em seu artigo o conteúdo de plantas e animais organizados no CAPS. O resultado obtido, principalmente para os anos iniciais, é assustador: 57 horas do currículo é destinada aos animais, ao passo que as plantas devem ser vistas em apenas 11 horas, o que revela uma clara posição zoológico-botânico nesse currículo. Acrescentando a isso, temos, por exemplo, que para o ciclo de vida dos insetos são destinadas 15 horas do currículo, ao passo que para se entender as necessidades básicas de uma planta, apenas 4 horas. Para Wandersee e Schussler (1999; 2001), não identificar os elementos essenciais à vida das plantas é um claro sintoma da CB.

Para a autora, a NB, fato onde o aluno ignora as plantas, é bem marcante nos anos iniciais (3ª série, por exemplo). Além disso, o interesse da comunidade para com o conteúdo de Botânica na África do Sul é muito baixo (ABRIE, 2016). Em conclusão, o artigo sugere que uma revisão nesse currículo, onde o conteúdo de Biologia Vegetal possa estar mais presente e evidente, pode contribuir para a mudança generalizada desse quadro característica do Ensino de Ciências nesse país.

Já o trabalho AC03 analisa o currículo grego de Ciências a partir de três perspectivas: 1) o que as crianças aprendem sobre a vida vegetal; 2) se o currículo dá destaque à importância das plantas no contexto da biodiversidade; e 3) se os animais são mais enfatizados no currículo? O trabalho, embora seja inconclusivo perante seus resultados, traz um fato importante: nos anos escolares iniciais não existe uma aparente preferência de animais em relação às plantas nas três disciplinas analisadas que envolvem conteúdos botânicos (Estudo do Ambiente, Ciências e Geografia). Porém, quando o artigo tenta projetar essa equivalência para os anos finais, identifica que o conteúdo de Botânica acaba não sendo equivalente para as disciplinas de Ciências e Geografia.

Levando em consideração que a escola grega seja uma das mais tradicionais em ensino do mundo (AMPRAZIS; PAPADOPOULOU, 2018), e que os efeitos do ZCH aparentam estar ali presentes, sinalizamos aqui a importância de que trabalhos relacionados à análise do currículo de Ciências e Biologia sejam também conduzidos no Brasil, a fim de se

identificar possíveis concepções zoológicas que contribuam para o desenvolvimento da CB em nossos alunos.

Concluimos então, a partir da análise dos 20 artigos selecionados, que as Atividades Práticas são as mais adequadas a prevenção à CB uma vez que permitem ao professor estimular o aluno de várias maneiras possíveis junto às plantas. Além disso, essa estratégia permite que o aluno adquira uma série de conhecimentos, como aqueles apontados por Pereira (2002), que podem aumentar seu interesse pela investigação de fenômenos realizados pelas plantas. Ressaltamos também que essa estratégia de ensino permite ao professor planejar uma sequência de ensino que envolva outras estratégias como aplicação e discussão de questionários, uso de testes com imagens e discussão das percepções dos estudantes, entre outras. Também notamos a necessidade de se fazer uma análise do currículo prescrito ou em ação de modo a verificar se está havendo um reforço ou não a CB e ZCH.

O Teste com Imagens ou os Questionários também se mostraram eficientes quando aplicados, porém, no que compete aos questionários deve-se tomar um cuidado maior em relação ao planejamento dos resultados que se busca obter. Ambas as estratégias podem ser bem aproveitadas quando se deseja fazer uma atividade de sondagem dos conhecimentos prévios ou posteriores que os alunos apresentam. Quanto à Análise Curricular, entendemos que essa não se expande para além do meio acadêmico no contexto dos artigos apresentados, porém seus resultados podem e devem ser aproveitados em níveis de ensino anteriores e favorecer um processo reflexivo e crítico sobre os currículos da educação básica. A proposição de metodologias e estratégias frente a um possível *déficit* identificado no currículo escolar pode abrilhantar e complementar a aula daquele professor preocupado com o ensino e com a importância dada às plantas.

Diante do exposto, arrematamos dizendo que inúmeras são as estratégias possíveis para aqueles que desejam, junto a seus alunos, se contrapor à CB e ao ZCH prevenindo seus sintomas (WANDERSEE; SCHUSSLER, 2001; SALATINO; BUCKERIDGE, 2016; URSI *et al.*, 2018). Independente da estratégia de ensino que seja adotada, deve-se ter em mente a necessidade de permitir que o aluno se envolva ao máximo junto ao estudo de plantas. Quanto maior for a aquisição de conhecimentos diversos pelos nossos alunos, maior será o carinho e admiração que o mesmo passará a exibir para com as plantas. A questão, aqui, não é estabelecer uma batalha para com os animais, pois, como referenciado anteriormente, os mesmos desempenham papéis importantes em nosso ecossistema, e sim mostrar aos nossos alunos que as plantas necessitam da mesma atenção e cuidado.

#### **1.4 Quanto aos Fatores Desencadeadores da Cegueira Botânica e do Zoochauvinismo**

Para Wandersee e Schussler (1999), autores do termo, a CB é definida como a incapacidade de ver ou notar as plantas em seu ambiente levando à incapacidade de (a) reconhecer a importância das plantas para a biosfera e os seres vivos; (b) apreciar as características morfológicas e únicas dos seres vivos pertencentes ao Reino Vegetal; e (c) dar importância equitativa a plantas e animais, o que leva a uma conclusão errônea de que plantas são inferiores aos animais (WANDERSEE; SCHUSSLER, 1999).

Durante as aulas de Botânica que cursei em minha graduação de Licenciatura em Ciências Biológicas, curso destinado à formação de professores, inúmeras vezes vi antigos colegas de classe que exibiam um comportamento característico da CB. Lembro-me de dois eventos que ficam bem marcados e me fizeram refletir sobre que tipo de profissional aquela pessoa se tornaria e, que tipo de ensino voltado às plantas aquele, até então aluno de licenciatura, poderia prover a seus alunos.

A primeira situação ocorreu durante uma aula prática de Morfologia Vegetal, na qual a professora solicitou aos alunos que identificassem algumas estruturas de um conjunto de plantas que ela havia trazido para a aula. A dinâmica de aula ocorria em grupo, o que possibilitava a aquisição de alguns conhecimentos atitudinais voltados ao trabalho em grupo, debates e discussões por exemplo (PEREIRA, 2002). Em meu grupo havia uma aluna que não fez nada durante as aulas e, ao final, quando o grupo terminou, ela pediu que passássemos a resposta para que ela completasse e entregasse à professora. Ao ser questionada por um membro de nosso grupo, a aluna respondeu que não se importava em aprender aquilo, pois achava aquele conteúdo “desinteressante e chato”. Segundo ela, “era mais fácil e interessante aprender as características dos animais”.

Temos, então, a partir desse relato, alguns pontos a serem levantados. O primeiro é a evidente preocupação da aluna apenas com a nota que iria tirar nessa atividade. O segundo aspecto é a clara preferência e priorização de animais em relação às plantas, o que conduz essa aluna a manter uma visão zoochauvinista, a qual pode ser transposta a possíveis alunos durante suas futuras aulas.

Outra situação que também foi marcante em minha graduação ocorreu em uma viagem de campo que fiz junto a outros alunos durante a disciplina de Angiospermas. Nessa atividade, as professoras que ministravam as aulas nos levaram até um cerrado onde deveríamos aprender as características de uma planta de maneira prática para que fôssemos capazes de identificá-las. Lembro que havia um aluno nessa turma que, enquanto os demais alunos se

organizavam em grupos para adentrar ao cerrado, ele ficou sentado em um banco. Uma das professoras, ao perceber isso, foi conversar com o aluno o qual disse que só estava lá “porque era obrigado e não queria perder nota”, que para ele “tanto fazia o grupo em que estaria, pois achava aquela atividade irrelevante para sua formação”. Completando a fala, disse que “entrou na faculdade pensando na área molecular e não na área ambiental”.

Observamos aqui que esse aluno exibe uma insensibilidade para com as plantas e suas características únicas, bem como as negligencia, fenômeno definido por Hershey (1996) como Negligência Botânica.

E os exemplos não param por aí. Sintomas claros de ZCH também poderiam ser relatados na graduação durante as aulas de Zoologia, na qual o professor apresentava as características dos animais, bem como suas classificações, sem ao menos relacionar as plantas integradas, por exemplo, aos *habitats* desses animais, ou discutindo a dinâmica dos ecossistemas em que esses animais viviam. Contrário à isso, e ao que é apontado por alguns autores onde ocorre uma priorização de exemplos de animais durante o ensino (LINK-PÉREZ *et al.*, 20; BALAS; MOMSEN, 2014; URSI *et al.*, 2018), as aulas de Ecologia que tive na universidade, dadas pelo Professor José Roberto Trigo, eram bem orientadas no sentido de que não fosse dada prioridade a nenhum grupo de seres vivos. Para ele, todos os seres tinham a mesma importância, e por isso seus exemplos não se concentravam em animais, mas traziam outros elementos como plantas, microrganismos e fungos.

A análise dos próximos artigos AC02, AC07, AC08, AC16, AC18, AC19 e AC20, os quais se encontram no aspecto Fatores Desencadeadores da CB e do ZCH, objetiva apresentar as concepções de alguns pesquisadores sobre o tema Cegueira Botânica e Zoochauvinismo, bem como suas causas e principais sintomas. É importante reforçar que os artigos que se enquadram nesse aspecto de nossas análises não são artigos empíricos, ou seja, os autores não trazem dados empíricos obtidos por eles, porém, informações de outras pesquisas para justificar suas ideias e concepções que são utilizadas. Em muitas situações, inclusive, são relatadas situações de sala de aula que exemplificam as reflexões apresentadas pelos autores dos ensaios.

No começo dessa seção reapresentamos as definições para a CB, a qual se baseia nas concepções de James Wandersee e Elisabeth Schussler expostas no artigo AC19. Tanto esse artigo, como o AC20, trazem as definições dadas por esses dois autores. Além disso, alguns sintomas como: desatenção em relação às plantas presentes em seu cotidiano; visão de que plantas são apenas um plano de fundo para os demais seres vivos (animais, por exemplo); falta

de compreensão sobre os papéis dos vegetais nos ciclos biogeoquímicos (carbono e nitrogênio, por exemplo); não reconhecimento das características únicas de um vegetal; negligenciar a importância das plantas para assuntos diários; redução da proteção à biodiversidade; baixa compreensão dos elementos indispensáveis à vida de uma planta; diminuição da empatia para com as plantas; desconhecimento sobre as funções vitais de uma planta; e insensibilidade aos seres vegetais são trazidos como elementos de destaque presentes nesses artigos.

Esclarecemos que, embora os autores reconheçam trabalhos anteriores (Darley, 1990; Hershey, 1993, 1996; Uno, 1994) que trazem como causa do desinteresse e desatenção para com as plantas explicações zoocêntricas, para Wandersee e Schussler a CB pode ser mais bem explicada com base em pesquisas sobre percepção humana e cognição visual. Sendo assim temos que as explicações e exemplos zoolochauvinísticos dados em sala de aula seriam um fator secundário que contribui para a NB e consequente CB, ao passo que o processamento visual, por exemplo, seria um fator primário.

Segundo Wandersee e Schussler (2001), as explicações para a CB não necessariamente possuem uma ligação à Zoologia. Algumas das explicações se relacionam com o menor conhecimento que as pessoas têm sobre as plantas; com a homogeneidade espacial que elas exibem quando não estão florescendo; com o agrupamento populacional, os quais formam grandes populações de plantas concentradas em um único local; e o fato delas não consistirem em elementos ameaçadores. Enfim, independente de qual a explicação dada ao fenômeno, a CB existe e precisa ser combatida.

Uma das estratégias para a prevenção à CB, proposta por Wandersee e Schussler (AC19 e AC20) e reafirmada por William Allen (AC02), diz respeito aos mentores. Para eles o “mentor de plantas” seria um adulto, não necessariamente os pais da criança, que as auxiliaria no interesse e compreensão das plantas e do papel que elas desempenham através, por exemplo, do cultivo de algumas delas. Ressaltamos que o artigo AC02 comunga com as demais ideias e percepções sobre a CB encontradas em AC19 e AC20.

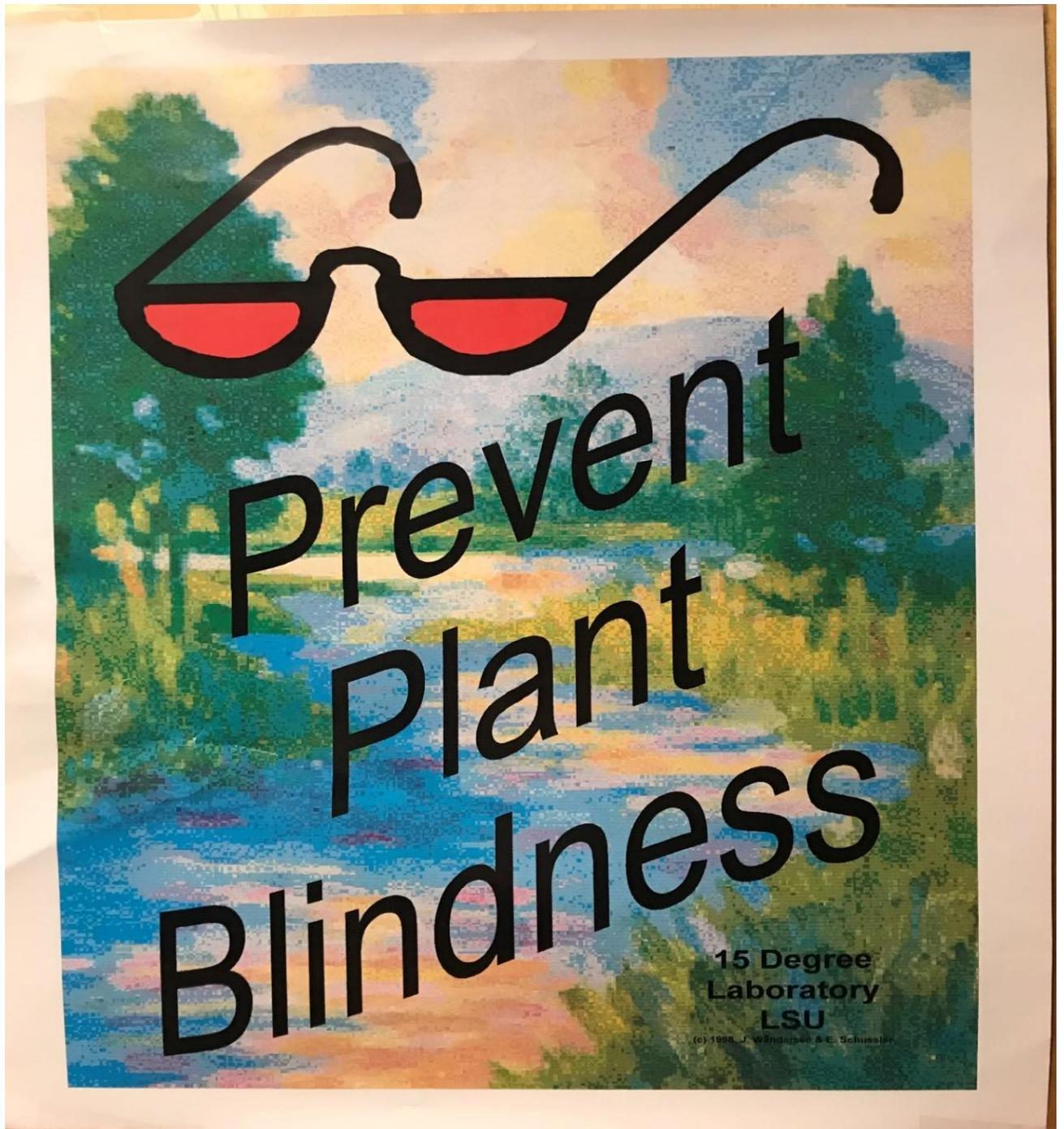
Abordar abertamente o tema CB, como demonstrado anteriormente, também pode contribuir para uma maior compreensão e aproximação das plantas. *Prevent Plant Blindness* (Previna a Cegueira de Plantas) é o título de um cartaz (**Figura 3** e **Figura 4**) elaborado pelo 15° Degree Laboratory (<http://www.15degreeelab.com/>) e distribuído em salas de aula nos EUA, como parte de uma campanha nacional para aumentar a consciência dos alunos pelas plantas. O pôster mostra uma árvore em sua paisagem ribeirinha e, acima desta, um grande par de óculos vermelhos. A implicação para os autores do pôster é que alguém, vestindo aqueles óculos

vermelhos, não seria capaz de ver nenhuma das plantas verdes que eram mostradas na figura abaixo. Sendo assim, ao filtrarmos a visão de uma pessoa, a mesma pode deixar de ver as plantas presentes no ambiente. O verso do pôster fornece definições completas sobre a CB, além de sintomas e instruções de atividades para se evitar o fenômeno. Temos, então, um exemplo simples de intervenção que pode despertar a curiosidade do aluno para com as plantas. Exemplos como esses podem e deveriam ser desenvolvidos no Brasil para posterior distribuição junto à comunidade escolar.

Diferentemente das concepções sobre as causas da CB propostas por Wandersee e Schussler (1999, 2001), David Hershey (AC07 e AC08) acredita que as mesmas estão associadas à Negligência Botânica e ao Zoochauvinismo. Para ele, a priorização do conteúdo animal e a consequente desvalorização das plantas gera uma negligência onde as pessoas, e não apenas alunos, passam a ignorar a presença das plantas em seu cotidiano.

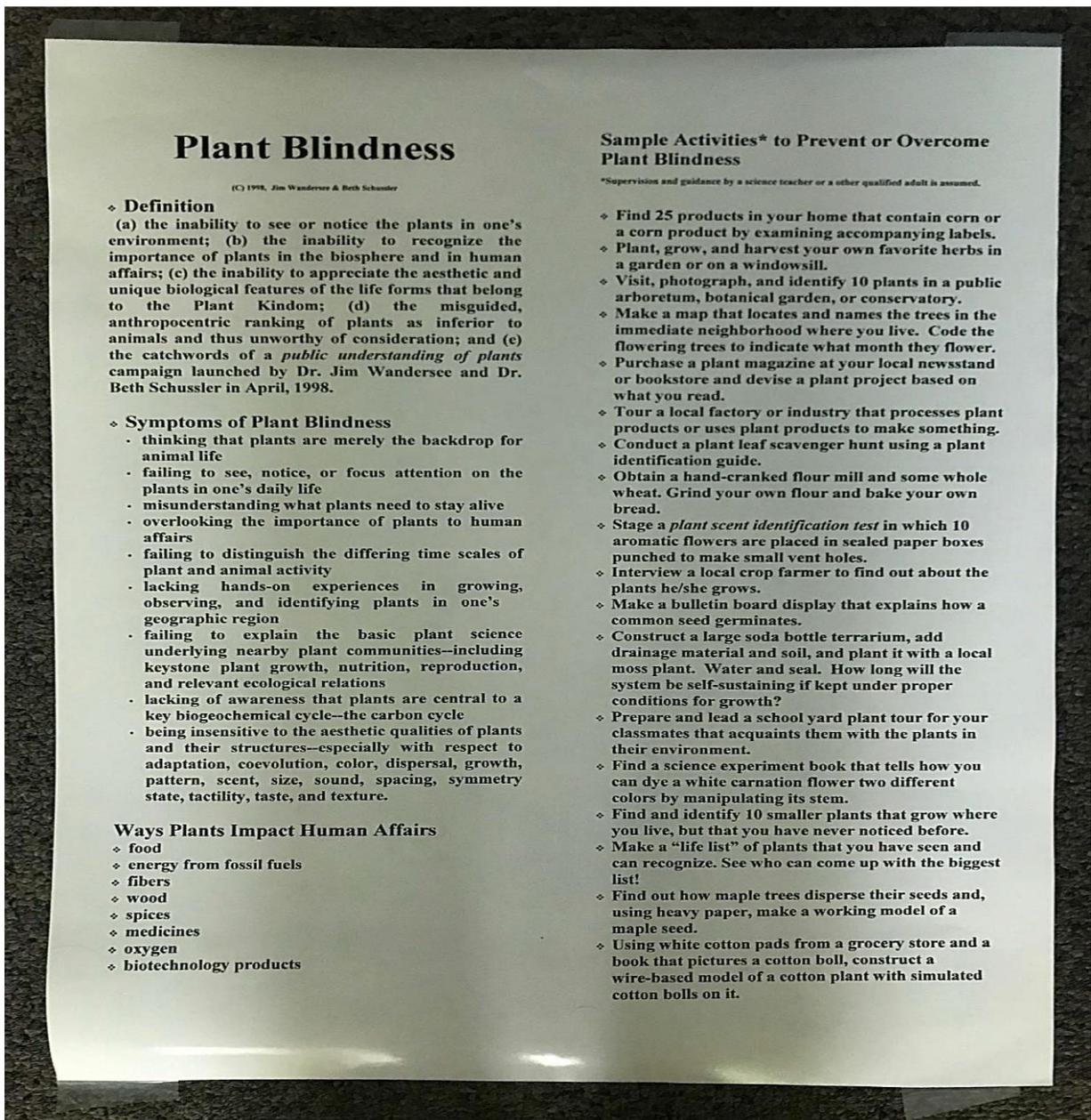
Vale aqui um posicionamento quanto ao real reforço à CB. Acreditamos que o posicionamento dado por Hershey (1996, 2002) parece ser mais adequado neste momento. Não é difícil vermos exemplos em nosso cotidiano de pessoas que simplesmente ignoram as plantas e não escondem preferir os animais. Testes simples de imagens podem ser aplicados a um grupo de pessoas e a preferência pelos animais será constatada. Quando iniciei a leitura sobre o tema CB para definir o que faria no doutorado, apliquei um teste de imagens com meus alunos durante uma aula para ver se o fenômeno da CB era real. Cerca de 300 alunos participaram dessa atividade de sondagem, na qual, por exemplo, em uma imagem onde uma abelha polinizava um girassol, menos de 30% dos meus alunos disseram ter visto a planta.

**Figura 3:** Vista frontal do pôster elaborado pelo 15 Degree Laboratory sobre a Cegueira Botânica que foi distribuído as escolas no EUA.



**Fonte:** 15° Degree Laboratory (<http://www.15degreelab.com/>).

**Figura 4:** Verso do pôster elaborado pelo 15 Degree Laboratory sobre a Cegueira Botânica que foi distribuído as escolas no EUA.



**Fonte:** 15° Degree Laboratory (<http://www.15degreelab.com/>). Nele encontramos definições, sintomas e proposições de atividades para prevenir a CB.

Antonio Salatino e Buckeridge (AC16) trazem elementos onde a CB, embora suas causas sejam incertas, pode ser intensificada pela NB e pelo ZCH. Além disso, a mídia, ao apresentar exemplos de animais de maneira muito mais frequente às plantas, também contribui para o ZCH e a intensificação da CB. Segundo o autor, o baixo interesse das pessoas pelas plantas faz com que a mídia também tenha um baixo interesse em produzir materiais destinados a esse grupo de organismo. Forma-se então uma nova “espiral do silêncio” onde a baixa procura implica em baixa oferta e vice-versa (SALATINO E BUCKERIDGE, 2016).

Já as consequências da CB são muito similares às aquelas supracitadas por Wandersee e Schussler (1999, 2001), bem como a intervenção através dos mentores, o que, segundo ele, deve ser pensado a longo prazo. Salatino e Buckeridge (2016) sugerem que se deve contrapor à CB através de: atividades de campo e laboratório, que estimulem a manipulação das plantas e aumente a afinidade que o aluno tem para com elas; apresentação e valorização cultural e econômica das plantas, que pode ser realizado por meio da apresentação de lendas que envolvam as plantas; e valorização do valor histórico das plantas que traz ao aluno um panorama histórico de diversos tipos de plantas, como as especiarias e as comestíveis.

Suzana Ursi e colaboradores (AC18) apontam para a necessidade de se promover a alfabetização científica nos alunos para a melhora significativa no Ensino de Botânica (URSI *et al.*, 2018). Entendemos que essa alfabetização pode sim aumentar a afinidade para com as plantas, porém deveria ser expandida não apenas para alunos, mas também a toda comunidade científica, ligada ou não à Botânica. Para Salatino e Buckeridge (2016) é evidente que a CB e o ZCH abrangem até mesmo pessoas de elevado nível científico e bem intencionadas quanto a divulgação e progresso da ciência.

Para Ursi (2018), aos desafios do Ensino de Botânica, somam-se às ideias zoolochauvinistas que por diversas vezes são encontradas em LD e algumas propostas didáticas. Todos esses desafios contribuem para o agravamento da CB. Percebemos então que o artigo AC18 comunga com as ideias propostas por Hershey (1996, 2002) no que diz respeito a CB ter como uma das causas o ZCH. Concluímos, assim, que existe a necessidade de que estratégias pedagógicas sejam discutidas, planejadas e propostas a fim de se aproximar a Botânica aos estudantes e professores, fazendo com os processos de ensino e aprendizagem, nos vários níveis escolares, sejam mais motivadores e estimulem o apreço para com as plantas.

Concomitante a isso, as estratégias planejadas e pensadas devem demonstrar que as plantas consistem em elementos essenciais e imprescindíveis na dinâmica dos ecossistemas, bem como na origem e manutenção da vida na Terra. O protagonismo das plantas deve ser levado para a sala de aula não apenas nos momentos destinados ao ensino dos capítulos sobre plantas, mas a todo momento em que o assunto as envolva.

Embora os sete artigos analisados nesta sessão tragam algumas concepções diferentes sobre as causas da CB, eles concordam quanto à existência da CB. Em nenhuma de nossas referências encontramos autores que dissessem que esse fenômeno não passava de uma ideia equivocada de outros pesquisadores. Sendo assim, devemos ter a consciência de que a CB bem como o ZCH, independentemente de suas reais causas precisam ser trabalhados junto aos

alunos, para que os mesmos se formem mais sensíveis às Plantas, suas características e seu importante papel no planeta.

### **1.5 Considerações Finais do Capítulo**

O objetivo deste capítulo foi, por meio de uma revisão bibliográfica, identificar como a Cegueira Botânica e o Zoolochauvinismo vêm sendo trabalhados no contexto escolar, bem como apresentar algumas concepções sobre o tema dada por alguns pesquisadores ao longo dos anos. Com a análise pudemos verificar que, em se tratando do nível de ensino, existe uma preocupação em todos os segmentos (EF, EM e ES) para com a melhora no Ensino de Botânica e que visões zoocêntricas ainda são características do ensino de Ciências e Biologia.

Nesse sentido, realçamos a importância de que trabalhos sejam feitos, principalmente com alunos de EF, período no qual ocorre grande parte da construção do conhecimento básico de nossos estudantes.

Nossas análises também nos mostram que, em todos os níveis de ensino, trabalhos vêm sendo desenvolvidos para a melhora nesse quadro, e que alguns desenvolvidos para o ES podem ser projetados a níveis anteriores de ensino, caso a divulgação científica para além da comunidade acadêmica se intensifique. Infelizmente, como apontado por Megid Neto (1999), o cenário desta divulgação científica é restrito ao meio acadêmico geralmente, não alcançando as escolas da educação básica e seus professores, o que dificulta essa projeção de novas metodologias aos diversos níveis de ensino.

No que tange às estratégias de pesquisa, identificamos que as atividades práticas, bem como os testes com imagens, são melhores para as abordagens da CB e ao ZCH, pois permitem ao aluno uma maior interação com o material vivo, além de permitir que o mesmo adquira maiores conhecimentos sobre as plantas. Já os questionários são mais frequentes em pesquisas no ramo da CB, mas não permitem ao aluno uma interação direta para com o material estudado, sendo necessário a complementação dessa estratégia com outras metodologias, atividades práticas, discussão e debates. Mas tanto os questionários, como a análise curricular são importantes pois nos fornecem dados iniciais para o planejamento de nossas aulas e atividades.

Quanto aos artigos que trazem um ensaio teórico, relatamos que as causas da CB ainda são incertas, pois a análise de artigos mais recentes não estabelece uma causa única para o fenômeno. Para nós, a principal causa da CB é o Zoolochauvinismo, visto que a literatura traz dados consistentes da interação entre os dois fenômenos por meio de diferentes estratégias de

pesquisa. Porém, não podemos afirmar que essa seja a causa da CB. Novas pesquisas no Brasil e em outras partes do mundo precisam ser conduzidas para que o fator cognitivo, uma das causas defendidas por Wandersee e Schussler (1999, 2001), seja eliminada ou suportada.

Por fim, indicamos aqui a necessidade do professor, seja de EF, EM ou ES, compreender que os alunos possuem uma disparidade inerente no seu conhecimento sobre plantas e animais (SCHUSSLER; OLZAK, 2008) que precisa ser combatida. Nosso trabalho fornece ao professor, que esteja interessado em prevenir os efeitos da CB, diferentes estratégias que podem ser aplicadas junto a seus alunos, bem como um referencial teórico para orientar seus estudos e o planejamento de suas atividades.

## CAPÍTULO 2

### CEGUEIRA BOTÂNICA E ZOOCHAUVINISMO EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA<sup>4</sup>

Esta parte da pesquisa teve por objetivo analisar **a presença ou ausência de conceitos e abordagens que corroborem a Cegueira Botânica e o Zoolochauvinismo em livros didáticos (LD) de Biologia de ensino médio aprovados pelo PNLD 2018**, e ainda **verificar como a Botânica e a Zoologia são abordadas em algumas áreas da Biologia de modo integrado no sentido de reforço ou não a Cegueira Botânica e Zoolochauvinismo**.

Tivemos por intenção investigar o seguinte problema de pesquisa: **a abordagem da Botânica e da Zoologia em Livros Didáticos de Biologia do ensino médio reforça ou previne a Cegueira Botânica e o Zoolochauvinismo?**

Dentre as 10 coleções didáticas de Biologia aprovadas na última edição do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o Ensino Médio (EM), referente ao ano de 2018, selecionamos cinco coleções para análise conforme critérios de seleção detalhados mais à frente. Como aporte analítico, adotamos a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016, p.125) e definida pela mesma como sendo um conjunto de técnicas a serem adotadas para análises de comunicações, a qual permitiu a construção e estudo das tabelas e gráficos apresentados, bem como as discussões e considerações desse capítulo.

Visando melhor entendimento e compreensão de nossos resultados, apresentaremos uma pequena discussão acerca do PNLD e as principais características das coleções de Biologia aprovadas pelo PNLD 2018. Após, expomos o percurso metodológico adotado nesse trabalho, juntamente com as coleções selecionadas para nossas análises e respectivos resultados e discussões. As considerações finais e diálogo com o capítulo anterior desta tese finalizam o presente capítulo.

---

<sup>4</sup> Uma versão condensada deste capítulo já foi aceita para publicação na Revista Terrae Didática e deverá ser publicada nos próximos dias. Piassa, G.; Megid Neto, J.; Simões, A.O. Negligência botânica e zoolochauvinismo em livros didáticos de Biologia no ensino médio. **Terrae Didática**, v. p. 2023. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8673697>

## **2.1 O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) e as Coleções de Biologia Aprovadas no PNLD 2018.**

Os LD impressos são o principal recurso para o ensino e aprendizagem em muitas salas de aula (LINK-PÉREZ *et al.*, 2010). Um LD deve contemplar, entre outros aspectos, os eixos temáticos propostos pela BNCC (BRASIL, 2017) e necessários para a formação estudantil. Além disso, linguagem textual adequada à faixa etária, ilustrações e atividades contextualizadas e próximas ao cotidiano dos alunos, estímulo à reflexão e senso crítico, bem como atividades experimentais de fácil execução, são características que, segundo Megid Neto e Fracalanza (2006), tornam um livro didático de boa qualidade.

Desde a década de 1990, o governo federal avalia periodicamente as coleções didáticas a serem adquiridas pelo Ministério da Educação (MEC) e distribuídas gratuitamente aos estudantes de escolas públicas de todo o país, após escolha pelos professores e respectivas escolas.

O PNLD é administrado financeiramente pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento para a Educação (FNDE). O programa foi criado em 1985 estabelecendo como meta o atendimento de todos os alunos de 1ª a 8ª séries do 1º grau – atual Ensino Fundamental (EF) – das escolas públicas (BRASIL, 1985 p.2). No período de 2003 a 2010, foram criados os programas responsáveis pela avaliação dos livros didáticos de ensino médio (PNLD/EM) e de educação de jovens e adultos (PNLD/EJA). Posteriormente, todos estes programas foram unificados em 2017 pelo decreto 9.099, consolidados no atual Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD), que passa a atender desde a educação infantil até o ensino médio, além da educação de jovens e adultos (SOARES, 2019).

Além do nível de abrangência escolar, o PNLD carrega outras características que o torna tão singular dos outros programas propostos até então. Dentre elas destacam-se a indicação da escolha do LD pelo professor e a reutilização do livro, implicando assim na abolição de um material descartável. Para Nuñez (2003), a escolha dos melhores LD deve ficar a cargo do professor e, no que se refere à reutilização do material, o ciclo de vigência é definido em edital do MEC (SOARES, 2019). Para os últimos programas – PNLD 2018, PNLD 2019, PNLD 2020 e PNLD 2021 – os editais indicam que o LD deve ser utilizado por um período de três anos (triênio).

Segundo Soares (2019), a realização do programa em triênios para todos os níveis de ensino implica em fatores que podem ser prejudiciais ao processo educacional. Entre esses fatores relevam-se a adoção de coleções com quatro volumes que não chegariam a completar

um ciclo de avaliação (triênio), sendo trocadas antes de sua utilização completa, o que pode trazer prejuízos ao planejamento escolar e possibilidade de unificação ou não dos materiais por influência da Secretaria de Educação, acarretando no favoritismo a determinadas editoras e menor autonomia na escolha dos professores.

A escolha e distribuição do LD que será utilizado por um período de três anos envolve uma série de etapas que vão desde a elaboração do Edital, composição das equipes de especialistas e definição de critérios de avaliação, desenvolvimento da avaliação e divulgação de seus resultados por meio do Guia dos Livros Didáticos (GLD), até a escolha e indicação dos LD por professores das escolas cadastradas no Censo Escolar (HÖFLING, 2006).

O GLD traz uma breve contextualização da disciplina em seu respectivo nível de ensino, no caso desta tese Biologia do Ensino Médio, os princípios e critérios de avaliação, as coleções aprovadas acompanhadas de uma resenha e, por fim, as fichas de avaliações (BRASIL, 2018).

Aqui, como o objetivo deste capítulo é analisar a eventual abordagem da CB e do ZCH, optamos por trabalhar com coleções de Biologia do Ensino Médio aprovadas pelo PNLD 2018, avaliação em vigência no momento de realização desta análise. As obras aprovadas pelo PNLD 2018 em sua totalidade, bem como suas características e o número de coleções distribuídas encontram-se no **Quadro 6**. Estas obras foram recebidas pelas escolas públicas no início do ano letivo de 2018 e deveriam permanecer em 2019 e 2020, ano em que a análise para compor este capítulo foi realizada. Todavia, devido a atrasos no cronograma da nova avaliação de coleções didáticas de Ensino Médio pelo MEC, tais coleções também permaneceram nas escolas públicas no ano letivo de 2021.

**Quadro 6:** Obras de Biologia aprovadas pelo PNLD 2018 para o Ensino Médio

<b>Coleção</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano/Edição</b>	<b>Editora</b>	<b>Tiragem</b>
<b>Biologia Moderna</b>	Gilberto Rodrigues Martho e José Mariano Amabis	2016/1 <sup>a</sup>	Moderna	1.946.755
<b>Biologia Hoje</b>	Fernando Gewandsznajder; Helena Pacca e Sérgio Linhares	2016/3 <sup>a</sup>	Ática	1.536.348
<b>BIO</b>	Sérgio Rosso e Sônia Lopes	2016/3 <sup>a</sup>	Saraiva	882.603
<b>Conexões com a Biologia</b>	Eloci Peres Rios e Miguel Thompson	2016/2 <sup>a</sup>	Moderna	654.326

<b>Ser Protagonista</b>	André Catani <i>et al.</i>	2016/3 <sup>a</sup>	SM	607.232
<b>#Contato Biologia</b>	Leandro Godoy e Marcela Ogo	2016/1 <sup>a</sup>	Quinteto	589.561
<b>Biologia</b>	Caldini; César e Sezar	2016/12 <sup>a</sup>	Saraiva	549.582
<b>Biologia</b>	Vivian L Mendonça	2016/3 <sup>a</sup>	AJS	529.615
<b>Biologia – Unidade e Diversidade</b>	José Arnaldo Favaretto	2016/1 <sup>a</sup>	FTD	467.632
<b>Integralis Biologia Novas Bases</b>	Nélio Bizzo	2016/1 <sup>a</sup>	IBEP	71.837

**Nota:** A Tiragem corresponde ao número de exemplares distribuídos pelo MEC em 2018 às escolas públicas do país.

**Fonte:** Produção do autor da tese a partir de informações extraídas do Guia do Livro Didático (BRASIL, 2017) e de informações sobre a tiragem disponíveis no site do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

A seguir apresentamos uma visão geral das dez obras aprovadas pelo PNLD 2018 com base em informações extraídas do Guia do Livro Didático (BRASIL, 2017), ficando as nossas percepções, bem como o apontamento das obras selecionadas para esse trabalho para a **seção 2.3.**

#### **a) Biologia Moderna**

Autores: Gilberto Rodrigues Martho; José Mariano Amabis.

Editora: Moderna; 1<sup>a</sup> Edição – 2016.

A coleção aborda os conhecimentos biológicos em nível crescente de complexidade, destacando-se o uso do pensamento evolutivo para aquisição de novos conhecimentos. Além disso aspectos históricos, sociais e culturais são interligados ao conhecimento biológico, assim como os novos conhecimentos são apresentados e interligados à vida cotidiana dos alunos principalmente em boxes denominados “Ciência e Cidadania” e “Amplie seu Conhecimento”.

Temáticas que repercutam na vida ético-social do aluno, como clonagem, célula-tronco e análises de DNA, são abordadas ao longo do texto, bem como no box “Ciência e Cidadania”, onde assuntos como saúde e problemas socioambientais são frequentes

Quanto ao projeto gráfico da coleção, imagens, gráficos e quadros auxiliam os estudantes na compreensão do conteúdo, em especial, as estruturas microscópicas. O material se preocupa com a proposição de atividades diversificadas, as quais se encontram disponíveis no livro do estudante e no manual do professor.

### **b) Biologia Hoje**

Autores: Fernando Gewandsznajder; Sérgio Linhares; Helena Pacca.

Editora: Ática; 3ª Edição – 2016.

Nessa coleção a Biologia é abordada junto a outras temáticas relacionadas a saúde, sociedade e ambiente, buscando-se, assim, uma melhor contextualização do conteúdo. Outros boxes buscam abordar temas polêmicos como aborto, biotecnologia, drogas e ética afim de que discussões sejam criadas em sala de aula para enriquecimento do aluno.

Quanto à interdisciplinaridade da Biologia com outras áreas das Ciências da Natureza ou outras áreas de conhecimento do currículo escolar, ocorre uma indicação não enfatizada ao longo do texto, sendo essa encontrada, principalmente, como apontamentos e indicações em textos e atividades, sem que haja uma priorização de projetos que integrem outras áreas junto a Biologia. O projeto gráfico inclui ilustrações claras e objetivas, tendo destaque as utilizadas na introdução de cada capítulo, que auxiliam na contextualização do assunto que será abordado.

“Atividade Prática” e “Trabalho em Equipe” são sessões que estimulam a participação dos estudantes no processo de aprendizagem, sendo atividades de cunho experimental de fácil acesso e organização em grupo para pesquisas, respectivamente, o objetivo dessas sessões. Por fim, o boxe “Biologia e Profissões” busca estimular que o aluno busque informações sobre determinadas profissões de interesse.

### **c) BIO**

Autores: Sergio Rosso; Sônia Lopes.

Editora: Saraiva Educação; 3ª Edição – 2016.

A coleção, assim como a coleção Biologia Moderna, adota um enfoque evolutivo para permear a abordagem do conteúdo ao longo dos três volumes. O texto principal prioriza a transmissão dos conceitos biológicos, ficando a contextualização sociocultural a cargo dos boxes “Tema para Discussão” e “Colocando em Foco” distribuídos pelos capítulos. Além disso,

esses boxes objetivam despertar o interesse dos estudantes por meio de temas como saúde, sustentabilidade e biotecnologia.

A interdisciplinaridade com outras áreas da Ciências da Natureza e Matemática ocorre ao longo do texto principal e nas atividades propostas. A obra [...] procura mostrar a ciência como uma atividade coletiva, inserida no contexto histórico-social e não produtora de conhecimentos prontos e acabados.

A obra dá grande visibilidade a cientistas de nosso país, porém, caso haja o interesse por parte do professor em abordar perspectivas históricas e filosóficas da Ciência é necessário consultar outras fontes complementares.

O projeto gráfico apresenta inúmeras ilustrações, estando essas articuladas ao texto principal. As imagens são claras e funcionais e os infográficos possibilitam uma visão geral dos conceitos apresentados.

#### **d) Conexões com a Biologia**

Autores: Eloci Peres Rios; Miguel Thompson.

Editora: Moderna; 2ª Edição – 2016.

A obra aborda conceitos como construção do pensamento evolucionista, Biologia molecular da aplicação à pós-genômica e concepções de saúde e bem estar de maneira atualizada e integrada ao projeto gráfico, o qual se mostra de boa execução com ilustrações claras, precisas e adequadas a seu propósito.

A contextualização, como analisada em outras coleções, também se mostra presente, tendo destaque os textos de abertura de cada capítulo. Já nos quadros “Ciência e Saúde”, “Ciência e Sociedade” e “Ciência e Tecnologia” abordam-se as relações entre sociedade, cultura e ciência, buscando estimular reflexões e o posicionamento dos alunos sobre os diversos assuntos.

O quadro “Uma Profissão” apresenta para os alunos diversas atividades ligadas a Biologia, oferecendo possibilidades na escolha de sua carreira. Ademais, os conhecimentos biológicos são utilizados para abordar aspectos interculturais, considerando, por exemplo, a diversidade de aspectos sociais e étnicos bem como a diversidade da população brasileira (sexo biológico, identidade de gênero e orientação) e suas diferenças (síndromes e inclusões).

#### **e) Ser Protagonista**

Autores: André Catani; Elisa Garcia Carvalho; Fernando Santiago dos Santos; João Batista Aguiar; Sílvia Helena de Arruda Campos.

Editora: SM; 3ª Edição – 2016.

Além de utilizar os princípios da teoria evolutiva, em uma visão não linear, para nortear os demais conhecimentos biológicos, a obra intenta integrar como princípios unificadores, de maneira não finalista, a teoria celular, o conceito de gene, a homeostase e o aproveitamento de energia para transmitir ao aluno os conhecimentos previstos em cada ano escolar (BRASIL, 2017).

Apresenta a Biologia como construção histórica, relacionada aos aspectos socioculturais e tecnológicos não imutável, estando sujeita a revisões e atualizações. Além da interdisciplinaridade, encontrada no boxe “Biologia e...”, e da contextualização dos conteúdos, o material desenvolve competências e habilidades alinhadas com a BNCC, que possibilitam a apresentação de variados temas em boxes e sessões sob enfoques históricos, sociais, culturais, éticos e atrelados ao conhecimento científico (BRASIL, 2017).

A coleção valoriza o trabalho com atividades práticas e experimentais de fácil acesso, além da construção de modelos e utilização de mídias não convencionais para o ensino. O projeto gráfico é claro, adequado e articulado com o texto principal.

#### **f) #Contato Biologia**

Autores: Leandro Godoy; Marcela Ogo.

Editora: Quinteto; 1ª Edição – 2016.

Segundo o Guia do Livro Didático do PNL D 2018, a obra é coerente tendo como proposta didática a problematização dos conhecimentos biológicos, voltados à promoção da contextualização e da interdisciplinaridade.

Além disso, a Biologia aparece associada a temáticas sociais e culturais no boxe “Biologia e...”, o qual se encontra subdividido em Ambiente, Cultura, Sociedade e Tecnologia. Já no boxe “Trocando Ideias e Explorando o Tema”, temos respectivamente temáticas associadas a questões culturais e questões associadas aos direitos humanos.

O projeto gráfico é atraente para os estudantes do ensino médio visto que as imagens apresentam escalas de tamanho e de cores adequadas e, de modo geral, fornecem um panorama da população brasileira e diversidade de seres vivos.

#### **g) Biologia**

Autores: Nelson Caldini Júnior; César da Silva Júnior; Sezar Sasson.

Editora: Saraiva Educação; 12ª edição – 2016.

A coleção apresenta a Biologia integrada a atividades variadas, buscando proporcionar a participação ativa dos estudantes em seu processo de aprendizagem. Isso é feito por meio do projeto gráfico que estimula, em algumas situações, o estabelecimento de relações entre a Biologia e outras linguagens.

A seção “Mais Aprofundamento” possibilita uma compreensão ampla e sólida de assuntos abordados no texto principal. No início de cada capítulo há um texto introdutório com situações cotidianas, bem como questões que estimulam a curiosidade encontradas na seção “Leitura”.

Os conteúdos buscam a interdisciplinaridade, seja no texto principal bem como nos “Projetos Interdisciplinares” propostos no final de cada atividade. A biodiversidade e a sustentabilidade, por exemplo, favorecem o debate crítico e a contextualização, tendo o professor como mediador do processo.

#### **h) Biologia**

Autores: Vivian L. Mendonça.

Editora: AJS; 3ª Edição – 2016.

De acordo com o Guia do Livro Didático do PNLD 2018, a coleção busca apresentar a Biologia por meio do caráter investigativo e dinâmico da ciência, o que pode ser observado em sessões como “Vamos Criticar o que Estudamos?” e “Pense e Responda”.

Atividades práticas roteirizadas são previstas na seção “Aula Prática” e em atividades complementares sugeridas ao professor. Quanto ao projeto gráfico, existe uma boa articulação com a proposta da obra, a qual pode ser reforçada na seção “Trabalhando com Gráficos”.

#### **i) Biologia – Unidade e Diversidade**

Autores: José Arnaldo Favaretto.

Editora: FTD; 1ª Edição – 2016.

A obra fundamenta-se na criticidade e autonomia dos estudantes em relação aos conhecimentos de Biologia, princípios esses fortalecidos nas seções “Texto & Contexto” e “Conexões”, caracterizados, respectivamente, por questões socioculturais e temáticas contemporâneas.

O projeto gráfico inclui, além de imagens, gráficos, tabelas e mapas, diferentes linguagens para o aprendizado, como músicas, poemas e pinturas. A contextualização fica a cargo da seção “A notícia”, onde temas relativos a questões de realidade sociocultural, política, econômica e globais são abordados. A participação ativa é valorizada bem como a realização de trabalhos interdisciplinares junto a outras áreas do conhecimento.

#### **j) Integralis – Biologia: Novas Bases**

Autores: Nélio Bizzo.

Editora: IBEP; 1ª Edição – 2016.

A obra aborda os conceitos de maneira contextualizada, principalmente do ponto de vista histórico. Enfatiza as pesquisas realizadas por homens e mulheres cientistas, bem como sua importância histórica, além de demonstrar como a Evolução de técnicas e aparelhos foram importantes para o Ensino de Biologia.

Na seção “Ponto Final”, ocorre a aproximação do conteúdo biológico junto ao cotidiano do aluno em uma perspectiva interdisciplinar. Já as atividades experimentais e lúdicas ficam a cargo das últimas páginas do livro. A seção “Biochat” busca antecipar questões de possíveis dúvidas dos estudantes, promovendo debates e discussões acerca do conhecimento científico. A representação gráfica é de boa qualidade buscando contribuir para a compreensão dos conceitos por parte dos estudantes.

### **2.2 Algumas considerações sobre a Botânica nos Livros Didáticos**

Tradicionalmente nos livros didáticos, a abordagem da Botânica se baseia na memorização excessiva de termos (ROCKENBACK, 2012) e sem referências à vida do aluno (FIGUEIREDO, 2012), o que acaba por favorecer um desinteresse do mesmo em relação às plantas, reforçando assim a CB. O suporte a essa afirmação se encontra no trabalho de Souza (2019) onde, segundo o autor, a Botânica passa a ser desconsiderada pelos estudantes, que acabam apresentando incompreensões sobre a importância ecológica das plantas, desconhecendo, por exemplo, o motivo dos vegetais dominarem os ecossistemas.

Para Wandersee e Schussler (1999), essas condutas refletem sintomas clássicos da CB, além de contribuir para sua intensificação nos processos educacionais, sendo necessário então uma maior contextualização da Biologia Vegetal em sala de aula.

A forma como a Botânica vem sendo organizada em livros didáticos precisa ser repensada. Ela se mostra cada vez mais decorativa frente ao uso excessivo da taxonomia

(SANTOS, 2006 p. 226) e destituída de seu real papel histórico na construção do conhecimento biológico (SANTOS, 2006 p. 223), além das características de cada grupo vegetal serem mostradas sem nenhuma correlação entre eles (AMORIM, 1999). Como apontado por Kinoshita e colaboradores (2006) o Ensino de Botânica é muitas vezes baseado na aprendizagem de nomenclaturas, definições e regras, havendo dificuldades na integração de conteúdos junto ao estudo das plantas.

Análises recentes de materiais didáticos, encontradas na literatura, mostram dois cenários completamente distintos. O trabalho realizado por Marinho (2015), baseado na análise de três coleções publicadas nos anos de 1974, 1999 e 2011, mostra que os LD vêm cada vez mais priorizando a interação entre os conteúdos dentro da Botânica e também com conteúdo de outras áreas. Já o trabalho apresentado por Azevedo (2020), a partir da análise de gravuras das coleções de Biologia do PNLD 2018, desvela uma priorização do conteúdo animal, definido por ele como “zoocentrismo didático”. Sabemos que, para Hershey (1996), é esse zoocentrismo, definido por ele como zoolochauvinismo, a principal causa da CB.

Para Azevedo (2020), o negligenciamento do estudo das plantas nos LD e a priorização do conteúdo animal traz às coleções um caráter diferente daquele que se objetivava obter. Representações exacerbadas de animais, mesmo nos capítulos referentes à Biologia Vegetal, tendem a transformar o LD em uma ferramenta pedagógica zocêntrica (AZEVEDO, 2008). Além disso, em capítulos de Ecologia, onde as plantas deveriam aparecer em igual e/ou maior intensidade que os animais, comumente se encontra a definição de conceitos como extinção, mudanças evolutivas, populações e comunidades com exemplos exclusivamente zoológicos (SANTOS, 2012; COUTINHO, 2013).

Frente ao exposto e com base nas coleções de Biologia do PNLD/2018, objetivamos neste capítulo analisar a presença ou ausência de conceitos e abordagens que corroborem a Cegueira Botânica e o Zoolochauvinismo em livros didáticos (LD) de Biologia de ensino médio aprovados pelo PNLD 2018, e ainda verificar como a Botânica e a Zoologia são abordadas em algumas áreas da Biologia de modo integrado no sentido de reforço ou não a CB e ZCH. De antemão gostaríamos de salientar que as coleções a serem analisadas muito provavelmente não tratam explicitamente dos conceitos de CB ou ZCH. Sendo assim, nossas análises procuraram identificar indícios da presença desses conceitos com base nos modos como as áreas de Botânica e Zoologia são tratadas nas coleções bem como no modo como essas áreas são abordadas de modo integrado a outras áreas da Biologia. As correlações das abordagens da Botânica nos LD para com a CB e o ZCH que apresentaremos em breve são, então, fruto de

nossas próprias interpretações, as quais buscam associar esses indícios com a literatura. Para tal, neste capítulo, usaremos princípios teórico-metodológicos da Análise de Conteúdo detalhada a seguir proposta por Bardin (2016).

### 2.3 Análise de Conteúdo e Objeto de Pesquisa

Como explicado anteriormente, o objeto de análise desta pesquisa é a abordagem (explícita ou implícita) dos conceitos de CB e ZCH em coleções didáticas de Biologia aprovadas no PNLD 2018.

Para análise das coleções, optamos por utilizar a Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2016), definida como um conjunto de técnicas que permitem a análise dos meios de comunicações a partir de procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo dessas mensagens.

Para Bardin (2016), a análise de conteúdo se divide em sessões que se iniciam com uma pré-análise, passando pela codificação e finalizando com a inferência. Segundo a autora, a pré-análise consiste na organização do material a ser utilizado onde se intenta sistematizar as ideias iniciais permitindo, assim, um bom desenvolvimento das etapas posteriores.

O universo de documentos a serem analisados foi definido *a priori*, visto que já tínhamos o objetivo claro deste capítulo: a análise da Cegueira Botânica e do Zoochauvinismo junto a coleções didáticas de Biologia do PNLD 2018. O *corpus* da pesquisa, definido por Bardin (2016) como o conjunto de documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos, foi determinado por meio da regra de representatividade. Para a autora, na regra da representatividade:

A análise pode efetuar-se numa amostra desde que o material a isso se preste. A amostragem diz-se rigorosa se a amostra for uma parte representativa do universo inicial. Nesse caso, os resultados obtidos para a amostra são generalizados ao todo (BARDIN, 2016).

A amostra de coleções desta pesquisa foi, então, estabelecida a partir dos seguintes critérios:

- As três coleções (LD01, LD02 e LD03) com maior número de exemplares adquiridos pelo MEC no PNLD 2018 e distribuídos às escolas públicas do Brasil, conforme se pode observar na coluna “Tiragem” do **Quadro 6**;
- Uma coleção (LD04) escolhida por sorteio entre as coleções aprovadas no PNLD 2018 e não selecionadas pelos dois critérios anteriores;

- Uma coleção (LD05) cujo autor ou autores sejam também pesquisadores da área de Ensino de Biologia ou Educação em Ciências.

A partir desses critérios, selecionamos cinco coleções indicadas no **Quadro 7**:

**Quadro 7:** Coleções analisadas nesse trabalho com os respectivos autores.

<b>Coleção</b>	<b>Autores e Edição</b>	<b>Código para Análises</b>
Biologia Moderna	Amabis e Martho – 1ª Edição	LD01
Biologia Hoje	Fernando Gewandsznajder; Helena Pacca e Sérgio Linhares – 3ª Edição	LD02
BIO	Sérgio Rosso e Sônia Lopes – 3ª Edição	LD03
Ser Protagonista	André Catani <i>et al.</i> – 3ª Edição	LD04
Integralis Biologia Novas Bases	Nélio Bizzo – 1ª Edição	LD05

**Fonte:** Produção do autor da tese.

**Nota:** Na última coluna encontram-se os códigos estabelecidos e utilizados por nós durante as análises a seguir.

Lembramos que cada coleção é composta por três livros do aluno e respectivos manuais do professor. Nesta pesquisa optamos por analisar exclusivamente os livros destinados ao aluno pois nos interessou investigar o material que efetivamente o aluno tem acesso. É possível que uma pesquisa complementar a nossa, realizando uma análise dos manuais do professor possa trazer resultados, até certo ponto, distintos e/ou complementares aos aqui encontrados. Se considerarmos que existe uma coerência entre o que é apresentado no livro do aluno e o no manual do professor, muito provavelmente as interpretações que faremos sobre os indícios da CB e do ZCH nos livros do aluno sejam corroboradas por análises realizadas nos manuais do professor.

Após a seleção das coleções didáticas, foi realizada uma leitura flutuante do material, sendo importante para que um primeiro contato com as coleções seja mantido (BARDIN, 2016). Feito isso, passamos para a etapa de codificação onde ocorre a transformação dos dados brutos do texto, permitindo alcançar uma representação do conteúdo ou expressão (BARDIN, 2016). Ainda segundo a autora, é nessa etapa que a escolha das unidades de registro (UR), unidades de contexto (UC) e categorização se efetua.

A UR nos norteia quanto aos elementos do texto precisam ser levados em conta para atender os objetivos da análise, uma vez que a UR “[...]corresponde ao segmento de

conteúdo considerado unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial” (BARDIN, 2016).

Nesta pesquisa, optou-se pela análise do “tema” como UR, sendo considerados dois temas centrais: **Cegueira Botânica (CB)** e **Zoochauvinismo (ZCH)**. Ainda sobre o tema, Berelson 1952 (*apud* Bardin, 2016) o define como uma afirmação acerca de um assunto comumente encontrada em uma frase ou resumo. Fazer uma análise temática “consiste em descobrir os “núcleos de sentido” que compõem a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido” (BARDIN, 2016).

Em uma análise como essa, o tema é localizado através de índices (ou indícios, indicadores), os quais são interpretados pelas unidades de contexto (UC). Para Bardin (2016), o índice é um sistema de análise categorial onde a classificação das palavras se faz a nível de conceitos chaves. Cada um desses conceitos reúne certo número de unidades de significação, as quais podem ser, por exemplo, palavras, fórmulas, frases, imagens. Na prática os índices são elementos que permitem a percepção e identificação das UR. Nesse trabalho, os índices referem-se a **plantas, Botânica, animais, Zoologia, grupos vegetais, grupos animais** ou outros termos, conceitos e categorizações ligados às áreas de Botânica e da Zoologia e identificados em palavras, figuras ou textos nas coleções didáticas. Palavras, figuras ou textos podem ser entendidos como sendo os indícios ou indicadores de nossa pesquisa (BARDIN, 2016), porém optamos por não fazer uso dessa terminologia.

Quanto às unidades de contexto (UC), servem para a codificação e compreensão das UR e correspondem ao segmento da mensagem, nesse caso o parágrafo ou seção ou capítulo, cujos aspectos são os mais claros possíveis para compreender a significação exata da UR (BARDIN, 2016). Em suma, a UC representa a interação dos índices como sendo indicador do tema, em nosso caso CB e ZCH, levando em consideração o contexto em que aparecem. Em relação às regras de contagem das UR, como optarmos por uma análise quantitativa, ela se fundamenta na frequência de aparição de determinados elementos da mensagem (BARDIN, 2016).

Por fim, para que nossos resultados sejam apresentados e discutidos, a última etapa da Análise de Conteúdo – a categorização – precisa ser devidamente esclarecida. Entende-se por categorias como sendo rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (UR em nosso caso) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos (BARDIN, 2016). Muitas vezes as categorias nesta perspectiva da

análise de conteúdo são constituídas a partir de referencial teórico estabelecido pelo pesquisador, outras vezes elas emergem da análise empírica dos dados e acabam com frequência se configurando como grupos ou agrupamentos da UR. A partir dessa compreensão optamos por configurar nosso sistema de análise a partir de Focos de Análise, ou invés de usar a denominação de categorias, grupos ou agrupamentos. Assim, os focos de análise definidos foram estabelecidos levando em consideração a frequência com que a Botânica e a Zoologia apareceram ao longo das 5 coleções analisadas. O **Quadro 8** revela os focos de análise para o estudo e interpretação da abordagem de CB e ZCH nas coleções.

**Quadro 8:** Focos de Análise definidas durante a etapa de categorização que foram utilizadas nesse trabalho.

<b>Focos de Análise</b>	<b>Nome</b>	<b>Descrição</b>
1	Botânica em Zoologia	Abordagem do conteúdo (Textos e Imagens) de Botânica dentro dos capítulos destinados à Zoologia.
2	Zoologia em Botânica	Abordagem do conteúdo (Textos e Imagens) de Zoologia dentro dos capítulos destinados à Botânica.
3	Botânica ou Zoologia em Ecologia	Abordagem do conteúdo (Textos e Imagens) de Botânica ou Zoologia e da relação de frequência das UR de Botânica e Zoologia nos capítulos destinados à Ecologia.
4	Botânica ou Zoologia em Genética	Abordagem do conteúdo (Textos e Imagens) de Botânica ou Zoologia e da relação de frequência das UR de Botânica e Zoologia nos capítulos destinados à Genética.
5	Botânica ou Zoologia em Evolução	Abordagem do conteúdo (Textos e Imagens) de Botânica ou Zoologia e da relação de frequência das UR de Botânica e Zoologia dentro dos capítulos destinados à Evolução.

**Fonte:** Produção do autor da tese.

A determinação desses focos de análise contempla então, as áreas que apresentam maior potencial para abordar conceitos de Botânica e Zoologia segundo nossa compreensão, visto que tradicionalmente a Fisiologia Humana e Histologia se concentram em assuntos pertinentes ao ser humano, o qual não foi considerado para as análises apresentadas a seguir. Neste critério, selecionamos três áreas dentro da Biologia: Ecologia, Genética e Evolução. Esclarecemos que os Focos de Análise foram estabelecidos prevendo-se uma produtividade dos mesmos, ou seja, ricos em UR para os fins desejados de nossa pesquisa.

Comumente na disciplina de Biologia é abordado questões relativas à Saúde, porém entendemos que Saúde não se enquadra tradicionalmente em uma área da Biologia. Além disso, as coleções analisadas não trazem capítulos específicos sobre Saúde, no entanto, realizamos um levantamento exploratório dos momentos em que Saúde aparece nos LD (Fisiologia Humana, Vírus, Reino Monera e Fungos). Neste levantamento poucos casos foram encontrados relacionando explicitamente Botânica e Zoologia, não se mostrando assim, “produtivo” para os propósitos de nossas análises. Sugerimos como complemento a esta tese que um estudo da CB e do ZCH nos tópicos de Saúde em LD seja realizado, afim de que essas situações sejam analisadas de maneira apropriada.

Os resultados e análises obtidos para cada foco de análise serão apresentados a seguir.

## 2.4 Resultados e Discussão

Nesse projeto analisamos cinco coleções aprovadas pelo PNLD 2018 e, antes de exibirmos o resultado de nossas análises, iremos apresentar o **Quadro 9**, com a distribuição dos temas e conteúdos de cada coleção selecionada com seus respectivos volumes. Ressaltamos que, a partir daqui, as coleções serão referenciadas de acordo com os códigos que estabelecemos anteriormente no **Quadro 7**.

**Quadro 9:** Distribuição dos conteúdos programáticos nas cinco coleções analisadas.

Col.	Volume 1	Volume 2	Volume 3
<b>LD01</b>	Unidade 1 – A natureza da vida; Unidade 2 – Citologia; Unidade 3 – Metabolismo Energético; Unidade 4 – Reprodução e Desenvolvimento	Unidade 1 – Classificação biológica e os seres mais simples; Unidade 2 – O reino das Plantas; Unidade 3 – O reino dos animais; Unidade 4 – Anatomia e fisiologia humana	Unidade 1 – Fundamentos da Genética; Unidade 2 – A Evolução biológica; Unidade 3 – Fundamentos da Ecologia
<b>LD02</b>	Unidade 1 – Uma visão geral da Biologia; Unidade 2 – A química da vida; Unidade 3 – Célula: unidade da vida	Unidade 1 – A diversidade da vida; Unidade 2 – Vírus e seres de organização mais simples; Unidade 3 – Plantas; Unidade 4 – Animais;	Unidade 1 – Genética: o trabalho de Mendel; Unidade 2 – A Genética depois de Mendel; Unidade 3 – Evolução; Unidade 4 –

		Unidade 5 – Anatomia e fisiologia humana	Ecologia; Unidade 5 – Biosfera e poluição
<b>LD03</b>	Unidade 1 – O mundo em que vivemos; Unidade 2 – Origem da vida e Biologia celular	Unidade 1 – Sistemática, vírus, procariontes, protistas e fungos; Unidade 2 – Plantas; Unidade 3 – Os animais	Unidade 1 – A espécie humana; Unidade 2 – Genética; Unidade 3 – Evolução
<b>LD04</b>	Unidade 1 – Introdução à Biologia; Unidade 2 – A Biologia das células; Unidade 3 – Biologia do desenvolvimento; Unidade 4 – Os tecidos celulares humanos	Unidade 1 – Taxonomia e sistemática; Unidade 2 – Plantas; Unidade 3 – Os animais; Unidade 4 – Fisiologia humana	Unidade 1 – Genética; Unidade 2 – Evolução; Unidade 3 – Ecologia
<b>LD05</b>	Unidade 1 – O estudo da vida; Unidade 2 – As bases da vida; Unidade 3 – Contexto microscópico; Unidade 4 – O organismo vivo	Unidade 1 – Vírus, microrganismos e invertebrados; Unidade 2 – Cordados I; Unidade 3 – Cordados e a vida terrestre; Unidade 4 – Fungos, algas e plantas	Unidade 1 – O ser humano; Unidade 2 – Genética; Unidade 3 – Evolução biológica; Unidade 4 – Populações em ambientes interligados

**Fonte:** Informações disponíveis no Guia do Livro Didático PNL D 2018 (BRASIL 2017). Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/pnld-2018/> Acesso em 26.fev.2021.

**Nota:** Na coleção LD01, as unidades são referenciadas como módulos, mas, a fim de padronizar o quadro, substituímos esse termo, sem alteração de sentido e/ou diferenças na interpretação, pelo termo unidade, o qual também foi encontrado nas demais coleções.

Em linhas gerais, as coleções analisadas seguem o mesmo padrão de distribuição dos conteúdos ao longo dos três volumes, os quais são endereçados ao primeiro, segundo e terceiro ano do Ensino Médio respectivamente. Podemos observar que, no primeiro volume, as coleções abordam assuntos referentes a conceitos básicos de Biologia e citologia; no segundo volume, o enfoque é dado à diversidade de seres vivos e; no terceiro volume, aparecem os assuntos referentes a Genética, Ecologia e Evolução. A única exceção é a coleção LD03, que traz os assuntos referentes à Ecologia no volume 1, destinando assim o volume três à abordagem dos conceitos de Genética, Evolução e Fisiologia Humana.

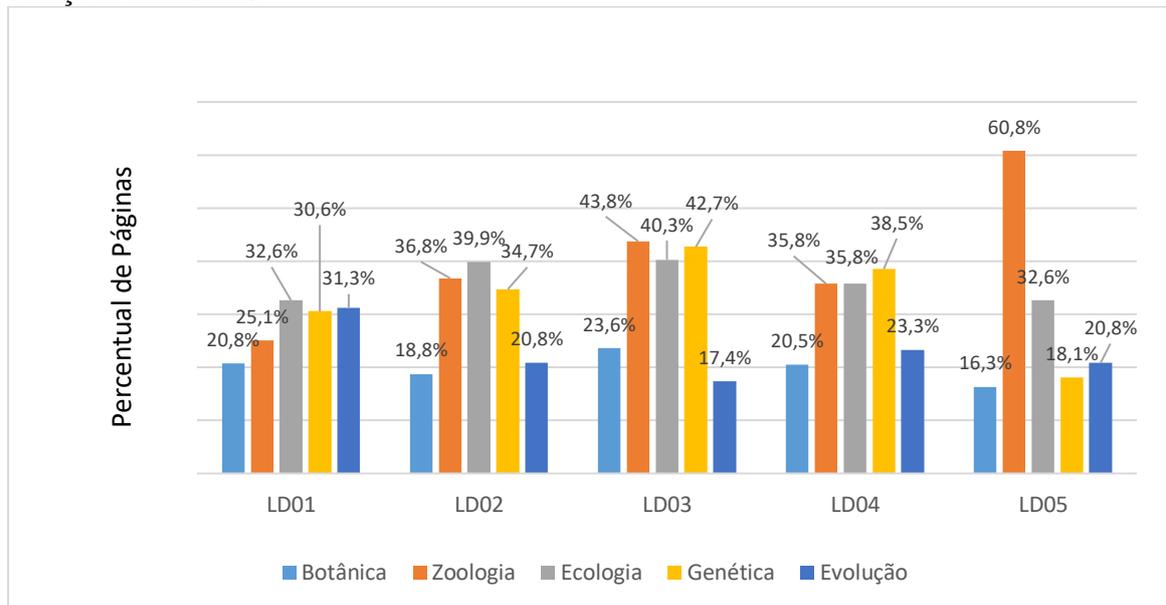
Em quatro das cinco coleções analisadas o conteúdo referente às plantas é abordado em uma unidade separada. Na coleção LD05, a Botânica aparece junto com os conteúdos referentes a fungos e algas, o que pode levar a uma interpretação errônea do aluno ao achar que esses três elementos pertencem ao mesmo grupo de seres vivos. No guia do livro didático do PNL D encontramos descrito que: a coleção traz conteúdos orientados por uma abordagem

evolutiva e organizados por complexibilidade conceitual. Em termos de complexibilidade conceitual não existe uma clara justificativa para a junção, porém em relação aos aspectos evolutivos, de fato, plantas e algas são bem próximas evolutivamente, no entanto, fungos são mais próximo ao grupo de animais. Além disso, esse agrupamento encontrado na coleção LD05 se remete a uma era pré filogenética, onde plantas e fungos eram considerados grupos associados. No mesmo volume, o conteúdo animal encontra-se distribuído em duas unidades. Somado a isso, se pensarmos na nova estrutura do EM que prevê a redução do número de aulas comuns a todos os alunos e implementação de itinerários formativos como horas complementares a partir dos interesses do aluno, o Ensino de Botânica pode ser ainda mais deficitário tendo como base um material que não aborde as plantas como um ser único dotado de suas características próprias.

Como mostramos no capítulo anterior deste trabalho, uma formação deficiente em Botânica leva a um analfabetismo botânico, em que educadores não conseguem assimilar com segurança conteúdos de Botânica e se sentem inseguros ao transmiti-los aos alunos, recorrendo, assim, ao caminho mais fácil que é o de minimizar o tempo destinado ao Ensino de Botânica (EB) ao longo de suas aulas (UNO *et al* 1994). Uma organização como essa encontrada na coleção LD05 possibilita ao professor, caso seja de seu interesse, destinar um tempo maior ao ensino de fungos e algas quando comparados ao EB. Recomendamos, então, uma adequação dessa distribuição de maneira que não se estimule a CB ou ZCH durante o planejamento e desenvolvimento das aulas.

Como supracitado, nossas análises envolvem cinco focos de análise, as quais permeiam os capítulos de Botânica, Zoologia, Ecologia, Genética e Evolução. O gráfico abaixo (**Gráfico 1**) mostra o número de páginas, contadas uma a uma, destinadas a essas áreas em cada coleção, de acordo com a organização proposta pelos autores, em relação ao total de páginas de cada volume.

**Gráfico 1:** Percentual de páginas destinadas as áreas da Biologia dentro das coleções analisadas.



**Fonte:** Elaborado pelo autor da tese.

Tradicionalmente ao longo do EM o conteúdo de Zoologia abordado é mais extenso que o conteúdo de Botânica. Isso ocorre pois, em Zoologia, são ensinados aos alunos nove filos de animais, enquanto em Botânica são ensinados quatro grupos botânicos e seus aspectos fisiológicos. Essa informação se confirma a partir da análise do gráfico acima, onde a porcentagem de páginas dedicadas à Zoologia é maior que a porcentagem encontrada para Botânica. A factível assimetria de conteúdos reflete uma realidade biológica visto que, em termos de diversidade morfológica, animais são mais diversos que plantas.

Embora maior, nenhum valor destoava tanto do outro como na coleção LD05; o motivo foi comentado anteriormente. Como a coleção LD05 opta por trazer as plantas junto a outros grupos de seres vivos (**Quadro 9**), espera-se uma tendência de que certos aspectos sobre as plantas sejam abordados para que a programação referente a essa unidade seja cumprida pelo educador. Nessa coleção, o número de páginas destinadas à unidade plantas, corresponde a aproximadamente 20% daquelas destinadas às unidades de Zoologia.

Já na coleção LD01 o número de páginas da unidade de Botânica corresponde a cerca de 80% do número de páginas da unidade de Zoologia, ao passo que nas coleções LD02, LD03 e LD04 é de cerca de 50%.

Quanto às demais áreas da Biologia, podemos notar que, com exceção das coleções LD01 e LD05, o percentual de páginas nas unidades de Ecologia e Genética são muito próximos, ficando a menor porcentagem destinada a Evolução. Em LD01, as três áreas têm percentuais parecidos, o que sinaliza uma distribuição equitativa de conteúdo dentro dessa

coleção, destoante do que ocorre em LD05 onde Ecologia aparece com maior percentual seguido dos conteúdos de Evolução e Genética.

Em linhas gerais, na coleção **LD01** o conteúdo de Botânica encontrado na unidade 2 encontra-se bem distribuído. Além do texto ser escrito de forma clara para os alunos, o material traz quadros onde é possível discutir a importância das plantas em diferentes contextos, além de aproximar conteúdos vistos em aula com o cotidiano do aluno. Além disso é rico em atividades práticas, as quais julgamos no primeiro capítulo deste trabalho ser a melhor forma de prevenir os efeitos da CB e do ZCH.

O conteúdo referente às plantas aparece na coleção **LD02** bem distribuído no texto principal e nas imagens que são de fácil entendimento. Quadros distribuídos pelo capítulo buscam aproximar as plantas do cotidiano dos alunos e as atividades práticas, sempre no final de cada capítulo, possibilitam manipulação do material botânico, permitindo ao aluno levar seus questionamentos frente aos resultados obtidos.

A coleção **LD03** traz ao longo do texto inúmeras imagens reais de boa qualidade, o que auxilia o professor na hora de exemplificar conteúdos teóricos, além de trazer temas do cotidiano do aluno que possibilitam uma aproximação maior deste com as plantas, eficiente maneira de se evitar a CB conforme Wandersee e Schussler (1999). Adicionado a isso, a seção “Ampliando conhecimento” permite ao aluno que tenha um interesse maior pela Botânica com a aquisição de conhecimentos extras sobre os grupos botânicos.

Em **LD04** encontramos, ao longo do texto de apresentação dos grupos vegetais, seções que tratam da importância desses grupos, permeada por papéis ecológicos – como no ciclo biogeoquímico e cadeias alimentares – e aspectos alimentares e ornamentais desses grupos. Ademais, em alguns momentos o material aproxima ciência, nesse caso Botânica, da tecnologia e sociedade na forma de textos para discussão, além de trazer atividades práticas que podem ser desenvolvidas em sala sem custos adicionais ao aluno.

Por fim, **LD05** traz imagens ricas em detalhes por serem obtidas através de microscopia eletrônica. Vale lembrar que, para uma interpretação como essa, é necessário o conhecimento do professor sobre essa técnica de obtenção de imagens. O texto é bem escrito, porém, a aquisição de conhecimentos por parte do aluno se concentra no texto principal e imagens, pois a discussão de outros temas associados às plantas aparece apenas no final da unidade, podendo então passar despercebido pelo professor. Além de tudo, diferentemente do que concluímos no primeiro capítulo deste trabalho, as atividades práticas – importantes rotas

para a prevenção da CB – aparecem uma única vez no trecho analisado, em meio a outras atividades no final do volume.

Passaremos agora a apresentar uma discussão mais detalhada de nossa pesquisa levando em consideração os focos de análise estabelecidos e detalhadas no **Quadro 8**, durante a análise de conteúdo.

Para auxiliar nas discussões, apresentamos também a **Tabela 2**, na qual as UR encontradas em nossas análises são expostas e farão parte das nossas discussões. É importante ressaltar que optamos por organizar nossas análises a partir dos focos de análises estabelecidos ao invés de organizá-las com base nas coleções analisadas.

#### **2.4.1 Botânica em Zoologia**

Aqui, buscamos identificar como os conteúdos e assuntos de Botânica são trabalhados nos capítulos destinados às temáticas de Zoologia nas cinco coleções analisadas. A análise da **Tabela 2** indica uma menor frequência das UR na coleção LD01, sendo a maior frequência dessas encontradas nas coleções LD02 e LD04. Relembramos aqui, que as UR foram identificadas nas cinco coleções analisadas por meio de índices, conforme detalhados na sessão 2.3 deste trabalho.

As relações entre plantas e animais nos capítulos destinados à caracterização desse último grupo é escassa em todos as coleções analisadas, o que sinaliza a necessidade de uma mudança na forma de escrita e abordagem caso se intente que o aluno compreenda que existe uma forte interrelação entre esses dois grupos de seres vivos. No que tange às temáticas CB e ZCH, essas podem ser reconhecidas em textos e imagens que se encontram distribuídas nos capítulos de Zoologia, sendo alguns exemplos de destaque apresentados a seguir.

**Tabela 2:** Unidades de Registro encontradas em cada um dos cinco focos de análise estabelecidas representadas pelos índices identificados nas cinco coleções analisadas.

<b>Coleção</b>	<b>Código</b>	<b>Botânica em Zoologia</b>	<b>Zoologia em Botânica</b>	<b>Botânica em Ecologia</b>	<b>Zoologia em Ecologia</b>	<b>Botânica + Zoologia em Ecologia</b>
<b>Biologia Moderna</b>	LD01	4	7	38	17	12
<b>Biologia Hoje</b>	LD02	21	14	73	95	35
<b>BIO</b>	LD03	18	8	57	58	32
<b>Ser Protagonista</b>	LD04	20	21	79	91	25
<b>Integralis Biologia</b>	LD05	17	9	87	64	18

continua

<b>Coleção</b>	<b>Código</b>	<b>Botânica em Genética</b>	<b>Zoologia em Genética</b>	<b>Botânica + Zoologia em Genética</b>	<b>Botânica em Evolução</b>	<b>Zoologia em Evolução</b>	<b>Botânica + Zoologia em Evolução</b>
<b>Biologia Moderna</b>	LD01	21	27	2	13	58	9
<b>Biologia Hoje</b>	LD02	31	34	1	6	52	5
<b>BIO</b>	LD03	34	35	2	7	52	2
<b>Ser Protagonista</b>	LD04	48	35	0	21	91	6
<b>Integralis Biologia</b>	LD05	23	18	1	14	49	1

**Nota:** Para os três últimos focos de análise (Botânica ou Zoologia em Ecologia; Botânica ou Zoologia em Genética; e Botânica ou Zoologia em Evolução) a tabela apresenta as UR da maneira que serão analisadas e exemplificadas dentro de cada foco de análise.

**Fonte:** Elaborada pelo autor da tese. Deverá ser interpretada como uma única tabela.

Em nossas análises observamos uma situação bastante frequente, a qual traz os animais como causadores de doenças em plantas. Todas as coleções trazem essa relação quando abordam o conteúdo relativo aos helmintos. As **Figuras 5 e 6** trazem excertos da coleção LD01 onde podemos observar a relação estabelecida entre nematódeos, pertencentes ao filo Nematoda, e as plantas.

**Figura 5:** Plantas citadas como hospedeiras para animais do filo Nematoda.

O filo **Nematoda** (do grego *nematos*, fio) reúne animais de corpo cilíndrico, alongado e afilado nas extremidades, chamados **nematódeos**. A maioria dos nematódeos mede menos de 2,5 mm de comprimento, mas há espécies com mais de 1 m. Das mais de 20 mil espécies, 30% são parasitas de animais e de plantas, causando prejuízos à agricultura e à pecuária, além de diversas doenças

**Fonte:** Trecho extraído da coleção LD01 p. 157.

**Figura 6:** Plantas citadas como hospedeiras para nematódeos.

1 Os nematódeos causam diversas doenças em plantas e animais. Geralmente eles não levam à morte do hospedeiro, o que pode ser interpretado como uma grande adaptação à vida parasitária. É vantajoso para o parasita que o hospedeiro resista bem à parasitose, pois, se este morrer, o primeiro perderá sua moradia e fonte de alimentação.

**Fonte:** Trecho retirado do boxe Ciência e Cidadania contido na coleção LD01 p. 160.

Embora essa relação seja prejudicial para as plantas, uma vez que muitos nematódeos se alimentam de suas raízes, a presença dessa informação previne a Cegueira Botânica ao trazer uma abordagem integrativa entre plantas e animais. Sugerimos ao professor a possibilidade de abordar os danos que esses animais causam nas plantações diminuindo a produtividade de grãos e frutos por parte das plantas afetadas.

Em registros como esses atentamos a uma relação negativa para as plantas, na qual a associação com um animal ocasiona um prejuízo para o vegetal em questão. Somado a isso, contextos sobre predação também são bastante frequentes. Podemos notar, por exemplo, na **Figura 7** extraída da coleção LD02, o caso do caramujo africano, uma espécie invasora que devasta plantações causando sérios prejuízos a elas e aos agricultores. Na imagem observamos que o elemento textual faz menção à destruição das plantações, mas o quadro prioriza a descrição do caramujo como exemplo de espécie invasora. Aqui, sugerimos que comentários acerca do pinheiro pertencente ao gênero *Pinus* e do Capim-Gordura (*Melinis minutiflora*) sejam incluídos na aula pelo professor como exemplo de espécies vegetais invasoras.

**Figura 7:** Relação de caramujos africanos com plantas.

## Biologia e ambiente



### Espécies invasoras

Uma causa importante da extinção de espécies são as espécies invasoras, isto é, aquelas que não estavam presentes em um ecossistema e que, por não terem inimigos naturais nas áreas onde chegam, proliferam e atacam espécies nativas, competindo com elas por recursos naturais.

Na década de 1980, foi importado da África o caramujo-gigante-africano (*Achatina fulica*; **figura 11.7**) para substituir o escargot, um caramujo comestível. O cultivo e a comercialização do caramujo fracassaram e eles escaparam dos locais de criação, espalhando-se pelo ambiente. Esse caramujo não possui inimigos naturais, alimenta-se da vegetação natural e se reproduz rapidamente, destruindo plantações e ser-

vindo de hospedeiro intermediário para vermes causadores de doenças no ser humano e em animais domésticos.



**Figura 11.7** Caramujo-gigante-africano (até cerca de 15 cm de comprimento).

**Fonte:** Trecho extraído da coleção LD02 p. 143 box Biologia e ambiente.

A omissão de exemplos vegetais nesse box é um clássico exemplo de CB e do ZCH. Quanto ao elemento imagético, temos um caramujo africano sobre uma planta de folhas grandes não referenciada; para Wandersee e Schussler (1999, 2001) e Vasques e colaboradores (2021), esse seria um sintoma clássico da CB, o que poderia transmitir uma ideia errônea de as plantas serem apenas para complementar o cenário para animais.

Conceitos como os supracitados trazem as plantas exclusivamente como provedoras de alimentos para os animais, não sendo abordado nenhum aspecto típico dos vegetais. Outrora, dependendo de como as plantas são trabalhadas nos LD o reforço à CB e ZCH pode ou não ocorrer. Para exemplificar este ponto de vista, trazemos dois exemplos que abordam a dispersão de maneiras distintas. A **Figura 8** contida na coleção LD02 destaca no texto a importância do processo de dispersão para as plantas, ou seja, os autores trazem a dispersão como um processo fundamental para a reprodução das plantas pois promove a dispersão de suas sementes.

**Figura 8:** Diferentes relações tróficas entre plantas e animais.

O tipo de alimento varia conforme a espécie: sementes, frutas, néctar, insetos ou vertebrados, mesmo outras aves, e restos de animais (carniça). Muitas mantêm uma dieta mista. Há espécies que se alimentam do néctar das flores e promovem a polinização das plantas, e outras que, ao se alimentar de frutos, contribuem para a disseminação de sementes.

**Fonte:** Extraído do texto principal da coleção LD02 p. 205.

Essa valorização não ocorre quando imagens são trazidas para exemplificar os mesmos conceitos. Na **Figura 9**, tirada da mesma coleção, temos uma ave, identificada, se alimentando de frutos que não são identificados, transcendendo então a ideia de que a única finalidade dessa relação é prover alimento para a ave. Nessa coleção, em particular, as Figuras 8 e 9 estão ligadas por citações, porém, um aluno que esteja interessado apenas na imagem presente no livro ficará com uma informação incompleta no que se refere às plantas.

Aqui, cabe um esclarecimento quando as identificações. Não acreditamos que se um aluno souber o nome científico de uma planta, este manifestará menos sintomas da CB. Além disso, apresentar os nomes científicos das plantas e solicitar aos alunos que os guarde pode afastar ainda mais os alunos das plantas dado a grande quantidade de nomes científicos. Nosso questionamento se refere então à discrepância que existe na forma como plantas e animais são tratadas nas coleções, onde o primeiro grupo raramente é identificado, ao passo que os animais, frequentemente aparecem acompanhados de seus nomes científicos.

**Figura 9:** Papagaio se alimentando de um fruto.



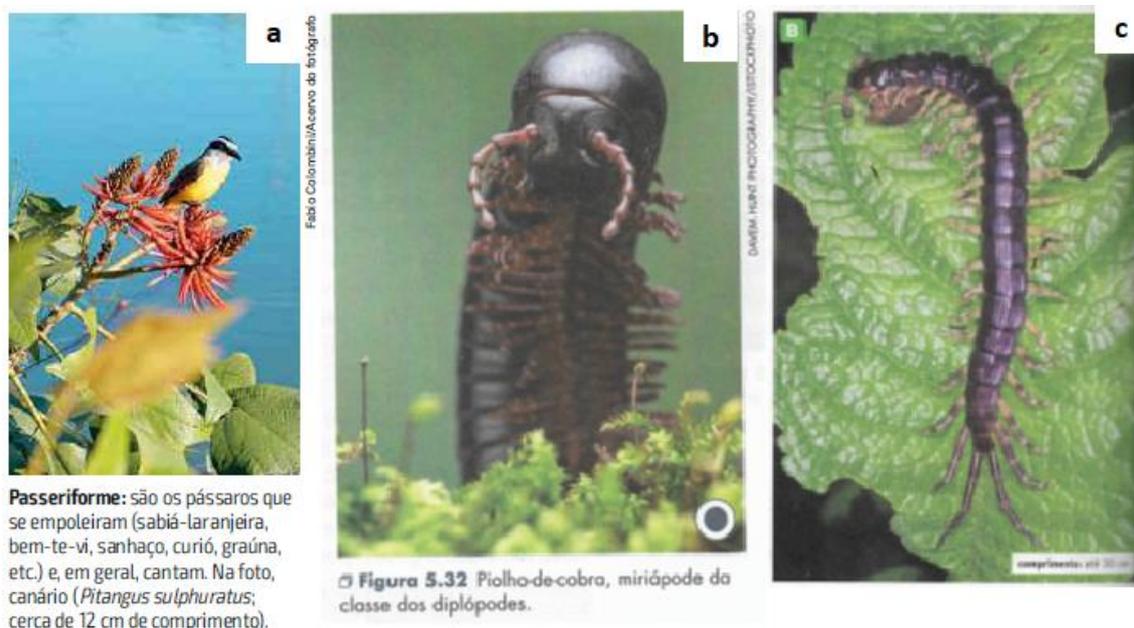
**Fonte:** Coleção LD02 p. 205.

E já que tocamos no assunto das identificações, Berlin (1974) revela que existem aspectos do ZCH nos LD desde a década de 1970. Segundo os autores, quando uma imagem

retrata um exemplo animal, este, na maioria das vezes encontra-se identificado a nível de espécie. O mesmo não acontece com as plantas quando essas aparecem sozinhas ou com animais. Elas raramente são identificadas a nível científico, sendo que, quando referenciadas, aparecem com seus nomes populares (BERLIN; BREEDLOVE; RAVEN, 1972).

A **Figura 10a** (LD02), **10b** (LD05) e **10c** (LD04) são exemplos disso. Nas imagens, plantas e animais aparecem em uma mesma imagem, sendo que apenas o animal é identificado na legenda, ficando as plantas sem receber um tratamento similar.

**Figura 10:** Situações onde plantas e animais aparecem na mesma imagem, tendo apenas os animais identificados.



**Fonte:** (10a) Pássaro pousado em uma planta do gênero *Erythrina* (LD02 p. 208). (10b) Piolho de cobra sob musgos (LD05 p.115). (10c) Lacreia *Scolopendra* pertencente ao grupo dos quilópodes sobre folha (LD04 p. 152).

Para Wandersee e Schussler (1999, 2001) e outros autores já citados, exemplos como esses trazem as plantas apenas como plano de fundo para os animais, revelando assim uma incapacidade de perceber sua real importância. Na **Figura 10a** e **10b** observamos muito mais que apenas uma folha de uma planta. É possível observar organismos completos, como no primeiro caso onde um exemplo típico de Angiospermas com flores é apresentado, ou no segundo, onde um musgo, grupo de plantas pertencente às Briófitas, aparece com suas estruturas reprodutivas – esporófito.

Em situações referentes à polinização isso é ainda mais frequente. Comumente observamos em nossas análises figuras que trazem plantas sendo polinizadas por animais. Nessas imagens raramente as plantas são identificadas ou valorizadas no contexto de

reprodução, sendo assim ostentadas apenas como plano de fundo ou coadjuvante para o fornecimento de néctar para os animais. Nas **Figuras 11 e 12** extraídas, respectivamente, das coleções LD03 e LD05, podemos ver exemplos que reforçam a CB e o ZCH ao tratarem da polinização de plantas. Na **figura 12**, por exemplo, a espécie do besouro é citada na legenda da imagem, mas a planta que pertence à família Asteraceae, de grande importância econômica e ecológica, não é identificada.

**Figura 11:** Borboleta pousada em uma planta em contexto de polinização.



**Figura 11.19.** Borboleta com asas membranosas. Mede cerca de 3 cm de comprimento.

Os insetos são os únicos invertebrados com adaptações ao voo (Fig. 11.19). Eles desempenham importante papel ecológico nos ecossistemas terrestres, onde são responsáveis pela polinização da maioria das plantas floríferas. Entretanto, existem insetos que causam sérios prejuízos à agricultura, tornando-se verdadeiras pragas que destroem ou danificam as plantações. Um exemplo são os gafanhotos, que chegam a formar as chamadas "nuvens", dizimando em pouco tempo plantações inteiras.

**Fonte:** Coleção LD03 p. 207.

**Figura 12:** Besouro polinizador (*Cetonia aurata*) que visita várias flores.



**Fonte:** Coleção LD05 p.119.

Mas será que em todos os casos em que o tema de polinização é abordado nas coleções didáticas analisadas, as plantas aparecem como figurantes no processo? A resposta é não. Na **Figura 13** da coleção LD02 encontramos um exemplo onde o texto e a legenda da

imagem ligada a ele abordam o contexto sobre polinização valorizando o processo tanto para plantas como para os animais.

**Figura 13:** Exemplo de polinização.

### Insetos: relações ecológicas

Os insetos têm notável importância ecológica. A reprodução de muitas espécies de plantas depende do transporte do grão de pólen feito por insetos (polinização; **figura 12.8**). Além disso, as abelhas também produzem o mel, alimento com importância cultural e econômica.



**Figura 12.8 A**  
polinização por insetos é fundamental para a reprodução de muitas plantas com flores (abelha, cerca de 1 cm de comprimento).

**Fonte:** Coleção LD02 p.157.

Nesse exemplo o elemento textual aborda o contexto do transporte de pólen que é feito pelos insetos durante o processo de polinização. Esse processo é de extrema importância para que ocorra a fecundação da planta, uma vez que o pólen representa o gametófito masculino responsável pela produção de gametas nas plantas com flores (RAVEN; EVERT; EICHHORN; 2007). Já a imagem associada ao texto, embora não traga a identificação da planta (que pertence à família Asteraceae), deixa claro que o processo representado é fundamental para a reprodução de muitas plantas com flores. Entendemos que a identificação do grupo Asteraceae é mais complicado do que identificar um animal como sendo uma abelha, porém, uma menção às Angiospermas supriria a deficiência da legenda.

Já na **Figura 14**, retirada da coleção LD04, o processo de polinização é dito como imprescindível para que a produção de frutos ocorra, ou seja, a entomofilia (polinização por insetos) garante a produtividade de grande parte dos vegetais.

**Figura 14:** Trecho mostrando a importância da polinização para as plantas.

Muitas espécies de ácaros, gafanhotos, formigas e moscas são pragas agrícolas. Outras atuam como polinizadoras e são imprescindíveis para a produção de diversos frutos e outros alimentos. De alguns insetos também se obtém seda, mel e cera, materiais que fazem parte da história do ser humano.

**Fonte:** Trecho extraído da coleção LD04 (p.156).

Na mesma coleção encontramos o seguinte excerto onde podemos notar que os autores compreendem que a relação entre inseto polinizador e planta é mútua, sendo que ambos evoluíram juntos para que esse processo seja maximizado.

**Figura 15:** Trecho com visão bilateral sobre o contexto da polinização.

e filariose. Por outro lado, cerca de 80% das espécies vegetais cultivadas dependem de polinizadores – a maioria insetos – para atingir níveis adequados de produção.

A interação dos insetos com as plantas angiospermas é muito antiga e provavelmente se iniciou com a origem dessas plantas. Ao longo de milhões de anos, insetos e plantas evoluíram juntos, e, se hoje as plantas dependem dos insetos para a reprodução, estes dependem das plantas para a alimentação.

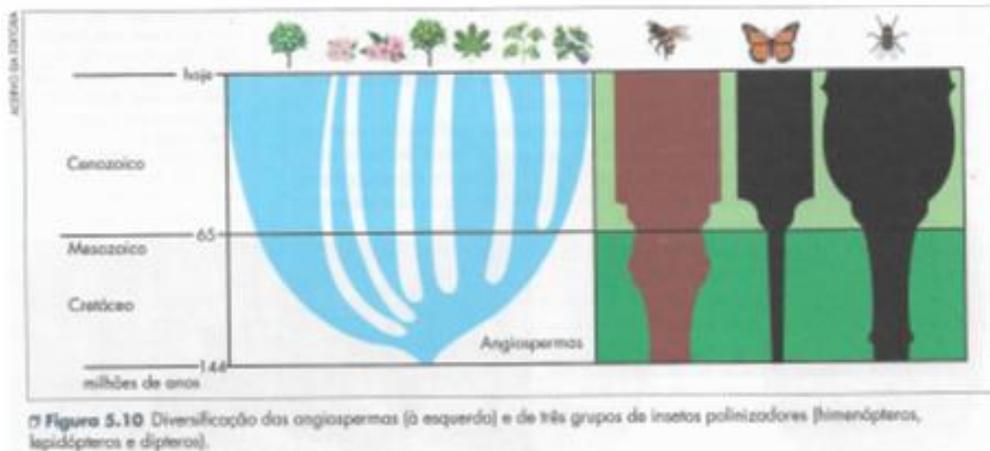
Entretanto, o ser humano tem interferido negativamente nessa relação. Os pesticidas agrícolas afetam indiscriminadamente tanto as espécies que causam prejuízos quanto as polinizadoras, assim como a remoção da vegetação nativa para a abertura de novas áreas de plantio faz desaparecer um número incalculável de insetos.

**Fonte:** Coleção LD04 p. 163.

Abordar o contexto de polinização a partir de uma visão bilateral como é feito na **Figura 15**, é uma ótima via para se prevenir os sintomas da CB uma vez que elas deixam de serem apresentadas como um cenário da vida animal. Na coleção LD05 essa visão bilateral também é trabalhada pelo autor ao definir a relação como um caso de coevolução. Já a **Figura 16** mostra a visão do autor para com o processo além de trazer um panorama histórico do surgimento das Angiospermas abrindo possibilidades para novas descobertas sobre as plantas por parte dos alunos.

**Figura 16:** Abordagem da polinização em um contexto de coevolução.

Com o aparecimento das angiospermas no Cretáceo, a diversificação dos insetos não diminuiu, ao contrário, se ampliou significativamente. Reveja o gráfico da **Figura 5.10**: o grande aumento das espécies dos três tipos de insetos polinizadores ocorreu simultaneamente à diversificação das angiospermas. A evolução das plantas (especialmente das angiospermas) e dos insetos passaram a depender uma da outra, evidenciando um processo denominado *coevolução*.



**Fonte:** Coleção LD05 p.105.

Por fim, gostaríamos de destacar que notamos uma valorização das plantas para além dos conteúdos supracitados. Plantas, animais e solo estabelecem uma relação íntima como é parcialmente mostrado na **Figura 17**. Anelídeos ao construírem seus túneis subterrâneos aumentam a oxigenação do solo e reciclam a matéria orgânica, permitindo assim uma devolutiva de sais para os vegetais. As plantas, por sua vez, conferem uma maior estabilidade ao solo, evitando a erosão, conceito que não foi abordado no texto da coleção LD02.

**Figura 17:** Relação entre plantas, minhocas e solo.

### As minhocas e o solo

As minhocas são importantíssimas para a fertilidade do solo (**figura 11.19**). Ao abrirem caminho por ele, comendo terra e restos vegetais e construindo túneis, elas tornam o solo mais poroso e arejado, o que facilita a circulação de ar e permite que a água se infiltre melhor. Com isso, as raízes das plantas conseguem oxigênio e água com mais facilidade.

Além disso, elas digerem a matéria orgânica dos detritos e eliminam fezes que servem de adubo para o solo. Produzem, assim, uma parte do húmus (matéria orgânica em decomposição), rica em sais minerais necessários às plantas, o que diminui a necessidade de se usar adubo químico. Funcionam então como arados e adubadores naturais.

**Fonte:** Coleção LD02 p.148.

Para Vasques e colaboradores (2021), em tradução ao artigo de Wandersee e Schussler (2001), não reconhecer o papel das plantas para os ciclos biogeoquímicos é um dos clássicos sintomas da CB. Entendemos, aqui, que existe a necessidade de incluir não apenas os esses ciclos, mas também toda a dinâmica dos solos que dependem das plantas. A não compreensão dos papéis que elas desempenham na estruturação do solo também deve ser considerado um sintoma da CB.

Entendemos que a correlação entre as áreas da Biologia seja uma via valiosa quando se busca um Ensino de Biologia que forneça ao aluno um olhar mais crítico e uma visão para além daquele conteúdo que estejam estudando. Porém, quando se optar por apresentar a Biologia como uma matéria única, e não fragmentada em áreas como Botânica, Zoologia e Ecologia, por exemplo, deve-se atentar ao fato de que todos os organismos são igualmente importantes, estando esses correlacionados entre si.

Na análise que fizemos a partir do primeiro foco de análise (Botânica em Zoologia), pudemos observar que, ao fazer a correlação com a Botânica, dentro dos assuntos de Zoologia, a primeira por deveras é desprestigiada, sendo que sua real importância nas relações estabelecidas acaba não sendo abordada na maioria dos casos. Como exemplo deste desprestígio retomamos os momentos em que elas aparecem apenas como um plano de fundo para animais, ou servem apenas como provedoras as condições de vida de um animal. Podemos afirmar, baseados na literatura exposta até aqui, que abordagens como essas tendem a acentuar em nossos alunos sintomas da CB, bem como passar a impressão de que os seres vegetais, são inferiores aos animais. Embora as situações que elencamos até aqui desvelem situações onde a Botânica não é tão valorizada, a frequência das intersecções entre Botânica e Zoologia é maior que aquela que encontramos para o nosso segundo foco de análise, como demonstrado a seguir.

#### **2.4.2 Zoologia em Botânica**

Analisamos aqui os capítulos das coleções didáticas destinados à Botânica procurando identificar situações em que o conteúdo de Zoologia é abordado. Atentando-se novamente a **Tabela 2**, podemos notar que as unidades de registro (UR) encontradas para esse foco de análise são bem semelhantes ao anteriormente analisada. Dessa forma, não podemos afirmar que essas diferenças nas UR, entre os dois primeiros focos analisados, seriam fatores decisivos para implementar nos alunos uma preferência por animais ou por plantas. Situações que abordem, por exemplo, polinização e nutrição, que encontramos no primeiro foco de análise são recorrentes aqui, dentro das mesmas coleções ou até mesmo em coleções distintas; além

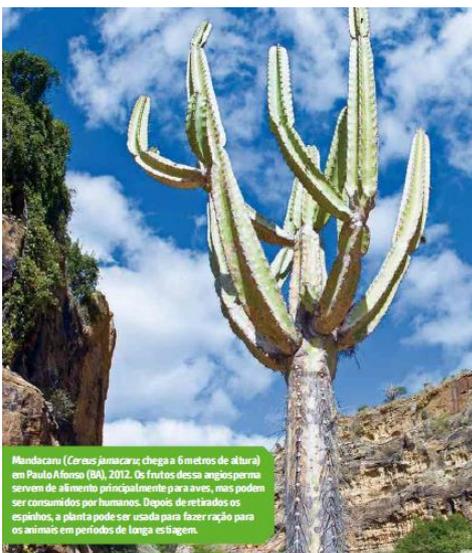
disso, outras situações que reforçam ou não a CB e ZCH foram identificadas nos capítulos de Biologia Vegetal.

A maior incidência da Zoologia junto às plantas foi observada na coleção LD04 que, curiosamente, foi a coleção que apresentou a maior frequência das UR no foco de análise anterior. Já a menor foi observada na coleção LD01, seguida das coleções LD03 e LD05.

No que compete à coleção LD01, ela foi também a que menos apresentou situações no foco de análise anterior, o que permite inferir que existe uma tendência da coleção por não apresentar a Biologia como uma área de conhecimento única, onde ramos da Zoologia e Botânica caminham juntos. Já na coleção LD04, por apresentar uma maior presença das UR, a intertextualidade acaba sendo maior.

Dentre as páginas analisadas, reconhecemos algumas interações biológicas principais onde os animais aparecem inseridos, sendo elas: alimentação, herbivoria, dispersão e polinização. É interessante observar que nessas coleções os contextos de alimentação, herbivoria e dispersão, que em tese estão associados, aparecem de formas diferentes. Por exemplo, nas **Figuras 18 e 19** extraídas da coleção LD02 testemunhamos situações onde o Mandacaru (*Cereus jamacaru*), planta típica do nordeste brasileiro e pertencente à família Cactaceae, é exposta como provedora de alimento para humanos e animais típicos daquele bioma, assim como acontece com os pinhões retirados da araucária (*Araucaria angustifolia*), espécie de gimnosperma recorrente na região Sul e Sudeste do Brasil, que servem de alimento para muitas aves e outros animais.

**Figura 18:** Mandacaru (*Cereus jamacaru*).



**Fonte:** Coleção LD02 p. 71. Na legenda pode-se ler: Os frutos dessa angiosperma servem de alimento principalmente para aves, mas podem ser consumidos por humanos. Depois de retirados os espinhos, a planta pode ser usada para fazer ração para os animais em períodos de longa estiagem. Nome científico também é apresentado.

**Figura 19:** Trecho onde o pinhão é tido apenas como fonte de alimento para animais, sem que o contexto de dispersão seja abordado.

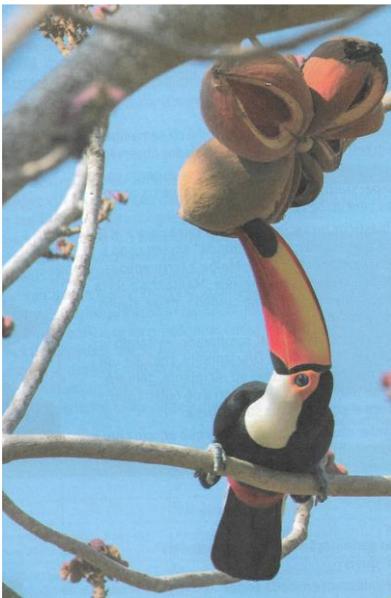
A semente do pinheiro-do-paraná, o pinhão, é aproveitada como alimento por aves e por alguns mamíferos, incluindo o ser humano (figura 6.3).

**Fonte:** Coleção LD02 p. 7

Abordagens como essas sugerem a importância das plantas apenas em um contexto de alimentação, onde o papel desempenhado por elas é basicamente disponibilizar alimento para os animais. Contextos relativos às características que concedem sobrevivência ao Mandacaru em um ambiente com condições tão adversas, drástica redução das Matas de Araucárias na região sul do Brasil e, principalmente, do contexto de dispersão enriqueceriam o conhecimento dos alunos fortalecendo assim a ideia de que os animais são superiores aos vegetais.

Ao abordar plantas e animais estritamente em uma relação de alimentação, a CB se mostrará presente. A **Figura 20** exemplifica este ponto de vista.

**Figura 20:** Tucano (*Ramphastos toco*) se alimentando da polpa do fruto de uma Angiosperma da família Malvaceae – antiga Steculiaceae.



**Fonte:** Coleção LD04 p.80.

Observamos um Tucano se alimentando de frutos de uma Angiosperma. O animal, como era de se esperar em uma abordagem como essa, encontra-se identificado, ao passo que a angiosperma não, prescrevendo ao aluno que se refira àquela planta como um fruto, simplesmente um fruto.

Vasques e colaboradores (2021) trazem em seu livro a imagem de um “meme” muito famoso na *internet*, quando buscamos pelo tema CB nos *sites* de busca (**Figura 21**). Nele observamos que uma pessoa não instruída infelizmente enxerga as plantas como mato e, nesse caso, basta substituir a palavra mato por fruto. Ou seja, ao invés de nossos alunos estarem familiarizados, ao menos com o nome popular da planta, passarão a referenciá-la como fruto.

**Figura 21:** Meme de internet sobre CB.



Fonte: Extraído de Vasques; Freitas & Ursi (2021).

Agora, quanto à dispersão, a **Figura 22** traz uma explicação para a coloração chamativa que encontramos com frequência nos frutos. Segundo os autores, seria essa característica responsável por maximizar a atração de animais dispersores.

**Figura 22:** Características exibidas pelos frutos para atração de dispersores.

Muitos tipos de frutos são coloridos, vistosos e perfumados. Essas características indicam aos animais, entre eles nossa própria espécie, a presença de alimento disponível. Ao comer o fruto, o animal descarta as sementes (ou as engole e as elimina com as fezes), levando-as a se dispersar pelo território.

Fonte: Coleção LD 01 p. 91.

Já nas **Figuras 23 e 24** notamos que a alimentação das plantas por parte dos animais é um processo imprescindível para que a dispersão das sementes e sua germinação ocorram. Segundo o autor, ao passar pelo trato digestivo de alguns animais, essas sementes sofrem ação de enzimas que a degradam, facilitando sua germinação. Temos aqui um exemplo de abordagem para o tema, que não transparece ao aluno a ideia de que as plantas são inferiores aos Animais, pois esses participam ativamente de um processo vital das plantas – a germinação.

Observamos, assim, uma relação mutualística (RAVEN; EVERT; EICHHORN; 2007), na qual ambos os organismos são beneficiados.

**Figura 23:** Excerto sobre o processo de germinação da semente associado aos animais.

As sementes das angiospermas são envolvidas por uma estrutura geralmente dura e resistente denominada **tegumento**. É essa estrutura que protege o embrião contra possíveis choques mecânicos, evitando também que ele fique desidratado. Para que o embrião germine, porém, é necessário que o tegumento se rompa. Isso pode ocorrer pelo contato com a umidade no solo ou, por exemplo, pela ação de enzimas digestivas no interior do trato digestório dos animais que consomem essas sementes.

**Fonte:** Coleção LD04 p.77.

**Figura 24:** Excerto sobre o processo de germinação da semente associado aos animais.

para este problema, mas o fruto ampliou seu alcance. Muitas sementes são resistentes aos sucos digestivos de animais dispersores (morcegos, por exemplo) e em alguns casos só germinam após sofrerem sua ação química. Outras ainda, como muitas espécies do Cerrado, germinam apenas depois de expostas a altas temperaturas, o que normalmente ocorre com as queimadas naturais.

**Fonte:** Coleção LD05 p.249.

Já a herbivoria é tratada como sinônimo de predação das folhas, e as abordagens que encontramos nas coleções são referentes às adaptações que os vegetais apresentam para minimizar os efeitos negativos causados por animais herbívoros. Na coleção LD04 (p.93), bem como na coleção LD03, exemplificada na **Figura 25**, mecanismos como espinhos e acúleos são mencionados como eficientes adaptações das plantas que diminuem os danos causados pelos animais. Destacamos aqui que, na **Figura 25**, existe uma confusão quanto às definições Botânicas de acúleos, pois as estruturas estão apresentadas como sinônimos. O mesmo não acontece na **Figura 26** onde as definições encontram-se corretas.

**Figura 25:** Menção aos espinhos como estruturas foliares responsáveis pela proteção a herbivoria.

Os **espinhos** (imagem C) são folhas modificadas em estruturas duras e pontiagudas. Eles protegem a planta dos animais herbívoros e evitam a perda excessiva de água por transpiração, por isso são comuns em plantas de ambientes secos, como os cactos. Alguns espinhos podem ter origem caulinar.

**Fonte:** Coleção LD04 p.93. **Nota:** Nesse caso a origem caulinar se refere a um acúleo e não a um espinho.

**Figura 26:** Distinção entre acúleos e espinhos.

Os acúleos, estruturas pontiagudas com função de proteção da planta contra predadores (Fig. 7.10), são frequentemente confundidos com espinhos, que são folhas ou ramos modificados (Fig. 7.11). Os “espinhos” da roseira são, na realidade, acúleos. Eles são facilmente destacáveis do caule, o que não ocorre com os espinhos verdadeiros.

**Fonte:** Coleção LD03 p. 123.

Entendemos que alimentação e dispersão poderiam ser trabalhadas de maneira unificada, pois, por mais que as plantas forneçam alimentos para nós humanos, a ingestão dos frutos e descarte das sementes em solo se insere no contexto de dispersão. Como mostramos anteriormente, ao se trabalhar esses temas de maneira desconexa, a chance de se estimular nos alunos sintomas da CB, bem como passar a ideia de que as plantas são inferiores, é maior. Já o contexto de herbivoria pode ser trabalhado de maneira independente, pois no EM os casos de herbivoria envolvem a ingestão de folhas e caules das plantas, sendo comum associar essas partes vegetais com as adaptações que as caracterizam.

Outra interação plantas-animais bastante iterada é a polinização. Aqui, não iremos discutir novamente o fato de que abordagens descuidadas podem desencadear efeitos negativos nos alunos. Objetivamos mostrar situações onde nossas UR revelam uma valorização das plantas junto ao processo.

Por exemplo, nas coleções LD04 (p.73 e 74) e LD01 (p.89) – **Figura 27** – encontramos a explicação para a capacidade que as flores exibem para atrair animais polinizadores – coloração e néctar. Ou seja, ao exibir elementos atrativos aos animais, as flores são polinizadas e a perpetuação da espécie vegetal ocorre. Na **Figura 28** podemos ver como esse processo ocorre. Nela uma flor pertencente ao gênero *Opuntia* é polinizada por um inseto. Diferente do que notamos na anteriormente, nos capítulos de Botânica parece existir um cuidado maior na identificação das plantas no contexto de polinização.

**Figura 27:** Explicação sobre polinização.

atrativo para os animais. Produzem grande quantidade de pólen e têm cor que propicia a captura de pólen e aumenta as chances de a polinização ocorrer. Flores polinizadas por animais geralmente apresentam características atraentes para os polinizadores, como corolas coloridas e vistosas, glândulas odoríferas e nectários (glândulas produtoras de substâncias açucaradas). Nessas flores, os estigmas geralmente têm tamanho reduzido e a quantidade de pólen produzida nos estames é menor do que em plantas polinizadas pelo vento.

**Fonte:** Coleção LD01 p. 89.

**Figura 28:** Flor do cacto *Opuntia* sendo polinizada por um inseto.



▣ **Figura 12.16** Abelhas brasileiras sem ferrão polinizam flor de cacto típico das formações do semiárido brasileiro (*Opuntia* sp.).

**Fonte:** Coleção LD05 p.262.

O contexto de coevolução abordado no foco de análise anterior, quando nos referimos à polinização, também aparece de forma implícita na coleção LD02 (p.77).

**Figura 29:** Conceito de coevolução relacionado ao processo de polinização.

Uma das razões do sucesso evolutivo das angiospermas é a diversidade de mecanismos de transporte do grão de pólen de uma planta até o pistilo de outra: a polinização. Assim, além de a fecundação ser independente da água, esses mecanismos permitem a ampla distribuição desses vegetais pelos *habitat* terrestres.

**Fonte:** Coleção LD02 p. 77.

Na **Figura 29** observamos que a quantidade de pólen produzido pela flor está diretamente ligada à forma de polinização que possibilita o encontro de seus gametas. Na presença dos animais a quantidade é menor, o que sugere uma Evolução concomitante entre planta-polinizador. Já na **Figura 30**, observamos uma planta pertencente à família Lamiaceae sendo polinizada por uma abelha, sendo que, para o processo ocorrer, o peso da abelha movimenta as pétalas das flores, possibilitando a exposição das estruturas reprodutivas da flor – mais um caso de coevolução. Para Wandersee e Schussler (2001), ser insensível às estruturas únicas das plantas, como aquelas obtidas no processo de coevolução, é um dos sintomas característicos da CB.

**Figura 30:** Exemplo de polinização.



**Figura 6.9** O peso da abelha (cerca de 2 cm de comprimento) faz descer o estame da flor, que então encosta no abdome do inseto; os grãos de pólen aderidos ao abdome poderão passar para o carpelo de outra flor em que a abelha pousar.

**Fonte:** Coleção LD02 p. 77.

Como tratado no primeiro capítulo desta tese, o trabalho realizado por Elisabeth Schussler e Lynn Olzak (2008), referenciado anteriormente pelo código AC17, mostra que o uso de plantas carnívoras como instrumento para se combater à CB é pouco eficiente, pois existe uma diferença na capacidade de identificá-las e recordá-las diferente entre meninos e meninas. Mesmo assim encontramos em algumas coleções referências diretas às plantas carnívoras como mostrado na **Figuras 31 e 32**. Acreditamos que essa disparidade está muito mais relacionada com o grupo amostral utilizado pelos autores do que ao fato do aluno pertencer a um determinado sexo.

**Figura 31:** Espécies de plantas carnívoras. Na sequência temos uma *Dionaea* sp., *Drosera* sp., *Nepentes* sp.



**Fonte:** Coleção LD04 p.93.

**Figura 32:** *Drosera rotundifolia* capturando inseto.



**Fonte:** Coleção LD05 p.268.

As figuras acima exemplificam essa curiosa e inusitada relação. Na **Figura 31** vemos duas plantas carnívoras não identificadas a nível de espécie, enquanto a **Figura 32** traz uma *Drosera rotundifolia* identificada. A segunda imagem, além de trazer a identificação da espécie, apresenta a explicação fisiológica atrelada à obtenção de nitrogênio pelas plantas carnívoras, o que não acontece com a primeira imagem.

Embora não seja explicitamente listado como um sintoma da CB por Wandersee e Schussler (2001), acreditamos que abordar as plantas estritamente como facilitadoras da vida animal, pode ser considerado como um sintoma da CB. Sugerimos, então, um cuidado maior quando se trabalhar plantas e animais em um mesmo cenário evolutivo. As **Figuras 33 e 34** exemplificam nossa preocupação.

**Figura 33:** Trecho do texto de abertura da unidade da coleção LD01.

*As plantas foram os primeiros seres vivos a conquistar a terra firme. Os ancestrais das plantas começaram a ocupar as regiões litorâneas há mais de 500 milhões de anos, abrindo caminho para a chegada dos animais. Nos*

**Fonte:** Coleção LD01 p. 66.

**Figura 34:** Trecho do texto de abertura do capítulo da coleção LD01.

ja preparavam sua conquista do ambiente seco. A evolução dos vegetais e sua expansão nos ambientes de terra firme criaram condições para a ocupação e a adaptação dos animais à vida fora d'água. Até hoje, a quase totalidade dos seres vivos de terra firme depende direta ou indiretamente das plantas, que ocupam os mais diversos habitats e são essenciais para a vida em nosso planeta.

**Fonte:** Coleção LD01 p. 68.

Podemos assumir que, nos excertos mostrados, as plantas facilitaram a conquista dos animais em ambientes terrestres, bem como sua diversificação. Se pensarmos que isso aconteceu pois essas forneceram aos animais alimento e abrigo, estamos tratando-as como um cenário da vida animal. Por outro lado, se abordarmos a diversificação animal acompanhada do vegetal por contextos que discutimos anteriormente – dispersão e polinização –, a CB não parecerá tão evidente.

Quando aproximamos as plantas das atividades cotidianas dos alunos, estamos prevenindo a CB bem como o ZCH. Nas coleções didáticas analisadas, essa aproximação ocorreu de duas maneiras bastante distintas. A primeira se refere a situações em que a Botânica é apresentada na vida do aluno e, muitas vezes, as plantas são negligenciadas. Por exemplo, na coleção LD01 (p. 68 e 69) – **Figuras 35 e 36** – vemos vários exemplos de plantas acompanhadas de seus respectivos nomes científicos e que estão presentes no cotidiano dos alunos, como erva cidreira, cacau, banana, verduras e espécies de leguminosas. Aspectos medicinais também são abordados nessas páginas. Vale mencionar que nos capítulos destinados a Zoologia, não encontramos situações como essas indicadas pelas figuras 35 e 36, onde as plantas de uso corriqueiro e próximas aos alunos são apresentadas.

**Figura: 35:** Trecho do texto de abertura do capítulo onde encontramos referência a espécies presentes no cotidiano do aluno como erva cidreira (*Melissa officinalis*); café (*Coffea*); cacau (*Theobroma cacao*).

vejam alguns exemplos de como as plantas participam de nosso cotidiano. Você acorda e lembra que logo mais tem prova de Biologia, cujo tema é Botânica. Na mesa do café da manhã, sua irmã percebe que você está um pouco nervoso e lhe pergunta se quer um chazinho de erva-cidreira – *Melissa officinalis* –, planta à qual tradicionalmente se atribuem propriedades calmantes. Mas você prefere uma infusão de sementes torradas e moídas de plantas do gênero *Coffea*, conhecidas por suas propriedades estimulantes, ou seja, um café bem encorpado, enquanto seu irmão mais novo toma leite com um pó obtido de sementes fermentadas da planta *Theobroma cacao*, o popular chocolate.

**Fonte:** Coleção LD01 p. 68.

**Figura 36:** Trecho do texto de abertura do capítulo onde encontramos referência a espécies presentes no cotidiano do aluno como alface (*Lactuca sativa*); tomate (*Solanum lycopersicum*); arroz (*Oryza*); feijão (*Phaseolus vulgaris*); couve (*Brassica oleracea*); alho (*Allium sativum*).

De volta a casa, no almoço, um prato repleto de vegetais espera por você. Seus familiares sabem o quanto uma dieta equilibrada, rica em verduras e legumes crus e cozidos, é boa para a saúde. De entrada, uma bela salada de *Lactuca sativa* (alface) com *Solanum lycopersicum* (tomate); como prato principal, a dupla mais tradicional do Brasil: sementes de uma espécie do gênero *Oryza*, o arroz, servidas com sementes de *Phaseolus vulgaris*, o feijão. Sem falar de um refogado preparado com uma das muitas variedades de *Brassica oleracea*, a couve, temperada com bulbos finamente fatiados e fritos de *Allium sativum*, o alho. ¶

Esse relato nos leva a perceber toda a importância das plantas em nossas vidas. Além de servir como alimento ou ser usadas para fins medicinais, muitas plantas são fundamentais para a produção de materiais úteis à humanidade, como madeiras, papel, fibras etc.

Fonte: Coleção LD01 p. 69.

Outro exemplo pode ser observado na coleção LD05 (p.259) onde o caju é explanado ao aluno para além do contexto de alimentação.

**Figura 37:** Importância do caju para além da alimentação.



Fonte: Coleção LD05 p. 259.

A **Figura 37** mostra a aplicação do fruto em contextos próximos aos alunos, mas pouco falados – lubrificantes e biodiesel. De volta à coleção LD01, a imagem mostra uma corticeira, da qual é extraída a matéria prima para a fabricação de rolhas (**Figura 38**).

**Figura 38:** Corticeira (*Quercus suber*), cujo caule é revestido por espessa camada de súber, material empregado na fabricação de rolhas.



**Fonte:** Coleção LD01 p. 94.

Alusões como supracitadas podem ser utilizadas em sala de aula ou até mesmo fora do cenário escolar quando se espera uma aproximação maior com as plantas. Podemos utilizar esses exemplos próximos do cotidiano dos alunos para inserir conceitos mais técnicos, por exemplo, anatomia vegetal. Para Wandersee e Schussler (2001), essa prática em que um adulto apresenta a uma criança conhecimentos de Botânica, despertando nela um fascínio pelas plantas, é chamado de mentoria (*mentorship*). E esse adulto não precisa ser obrigatoriamente a mãe de uma criança, ficando nas escolas, esse cargo vago a um professor ou qualquer um que goste de plantas e de falar sobre elas.

Na coleção LD04 identificamos algo único que favorece a aproximação dos alunos às Plantas. Ao abordar os quatro principais grupos de plantas reconhecidos em LD (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas), os autores optaram por destinar um parágrafo para apresentar a importância de cada grupo para além do contexto de alimentação.

As **Figuras 39 a 42** exemplificam tal abordagem, ficando aqui nossa sugestão ao professor e aos demais autores de coleções, a inclusão dessa abordagem no início de cada aula. Lembramos que não reconhecer a importância das plantas para a biosfera e a compreensão de situações cotidianas é uma das manifestações da CB propostas por Wandersee e Schussler (2001). Sendo assim, iniciar o assunto sobre os grupos vegetais mostrando a importância desses seres é uma ótima via para atrair a atenção dos alunos. Além do mais, essa abordagem pode contribuir para a quebra do paradigma de que a Botânica é uma matéria difícil por estar atrelada à memorização de diferentes termos científicos (KINOSHITA *et al.* 2006).

**Figura 39:** Importância das briófitas em diferentes contextos dentro dos capítulos de Botânica.

**Importância das briófitas**

As briófitas são consideradas plantas pioneiras, pois se estabelecem em locais **inóspitos**, como rochas nuas, colonizando-os. Além disso, elas mantêm a superfície do solo úmida pelo acúmulo de água das chuvas em suas células. A manutenção de uma cobertura de musgos no solo também diminui as chances de erosão do terreno.

Muitas espécies são comercializadas em floriculturas, como plantas ornamentais. Já as **turfas**, que são grandes agrupamentos de plantas de pequeno porte, como musgos, são importantes por vários motivos: absorvem uma parcela considerável de CO<sub>2</sub>, auxiliando a manter os níveis adequados de concentração desse gás na atmosfera; sua queima é usada como fonte de energia, como em aquecedores domésticos; e serve como substratos para o cultivo de outras espécies vegetais.

**Inóspito:** local onde a sobrevivência é difícil.

**Fonte:** Coleção LD04 p. 66.

**Figura 40:** Importância das pteridófitas em diferentes contextos.

**Importância das pteridófitas**

As pteridófitas dominaram diversas áreas no mundo inteiro durante o período Carbonífero e, sob condições especiais, transformaram-se em carvão mineral (o chamado “carvão-de-pedra”), utilizado atualmente como combustível. São plantas frequentes em diversos ecossistemas, como a Mata Atlântica e a floresta Amazônica, onde crescem sob as árvores. Também são comercializadas em virtude da beleza de suas folhagens, compondo arranjos e vasos.

De uma espécie de samambaia, o feto-macho (*Athyrium filixmas*), extrai-se uma substância empregada contra certas verminoses. A samambaia *Pteris vittata* tem a capacidade de retirar arsênico – uma substância tóxica para seres humanos e outros animais – do ambiente. Essa espécie é plantada em locais contaminados por arsênico, reduzindo a quantidade dessa substância no solo ou na água.

**Fonte:** Coleção LD04 p. 66.

**Figura 41:** Importância das gimnospermas em diferentes contextos.

**Importância das gimnospermas**

Muitas gimnospermas têm aplicação industrial. Papéis, gomas e colas, remédios e vários produtos antissépticos, como desinfetantes e bactericidas, podem ser obtidos de diversas espécies, com destaque para os pinheiros. Algumas gimnospermas arbóreas apresentam madeira de boa qualidade, utilizada na indústria madeireira e de móveis. Por outro lado, a exploração madeireira e a expansão agropecuária e urbana são ameaças à mata de araucária, localizada sobretudo na Região Sul do país. O desmatamento afeta não apenas a araucária, mas também a fauna e a flora desse ecossistema.

As gimnospermas também auxiliam na reconstituição do passado da Terra. Uma substância viscosa produzida por diversas gimnospermas, a **resina**, solidifica-se em contato com a atmosfera, formando o **âmbar** (imagem D). Há milhões de anos, insetos e outros organismos agora extintos ficaram imersos nessas substâncias, que se solidificaram, aprisionando-os e conservando-os. Ao estudá-los, os cientistas obtêm importantes pistas sobre o passado de nosso planeta, especialmente da fauna da época.

**Fonte:** Coleção LD04 p. 66.

**Figura 42:** Importância das angiospermas em diferentes contextos.

### Importância das angiospermas

As angiospermas estão presentes na maioria dos ambientes do planeta, incluindo os aquáticos. Ao longo de milhões de anos, inúmeras relações entre angiospermas e outros seres foram estabelecidas. Essas relações incluem alimentação, polinização, dispersão de sementes, etc.

Cruas, cozidas, refogadas ou fritas, as angiospermas estão nos pratos do mundo inteiro. Boa parte dos alimentos de origem vegetal que consumimos todos os dias inclui frutos, folhas, raízes e caules comestíveis de angiospermas. Milho, arroz, soja, feijão, amendoim, batata-inglesa e cereais como aveia, trigo e centeio são apenas alguns exemplos.

A pecuária depende diretamente das angiospermas para existir, pois o gado alimenta-se sobretudo de plantas desse grupo, como as gramíneas.

A indústria farmacêutica fabrica medicamentos variados tendo como matéria-prima diversas angiospermas. Cosméticos e perfumes são produzidos aproveitando as propriedades medicinais e aromáticas dessas plantas. As flores das angiospermas são utilizadas decorativamente em ambientes internos e externos.

**Fonte:** Coleção LD04 p. 66.

Lembramos que ser insensível às características estéticas das plantas, como apontado por Vasques e colaboradores (2021), é um sintoma característico da CB. Os trechos extraídos da coleção LD04 mencionam a aplicação do grupo junto à ornamentação, o que possibilita uma maior percepção dessas características únicas.

Como concluído no primeiro capítulo deste trabalho, atividades práticas consistem na melhor ferramenta quando se busca um aprendizado mais ativo sobre plantas. São essas atividades práticas que irão permitir que o aluno compreenda melhor um conteúdo visto em sala, bem como combater com maior eficiência à CB, pois promove no aluno um interesse maior para com as plantas.

As cinco coleções trazem atividades práticas para o Ensino de Botânica. A coleção LD03 nos pareceu a mais adequada quando se busca esse tipo de abordagem, visto que apresentou a maior frequência desse tipo de atividade, o que possibilita a professor, por diversas vezes permitir que o aluno tenha um contato prático com as plantas, possibilitando assim, um maior interesse dos alunos para com esse grupo de seres vivos. A coleção LD02 trouxe quatro atividades, uma a menos que a coleção LD05. Já as demais coleções apresentaram apenas uma atividade prática para tratar conteúdos de Botânica em Zoologia. Apresentaremos a seguir, a título de exemplo, uma atividade prática de cada coleção.

De antemão, gostaríamos de lembrar que a vivência de atividades práticas que envolvam plantas é uma das maneiras de prevenir à CB, visto que o seu contraditório é um sintoma característico da CB.

A coleção LD01 (p.104) traz a proposta da dissecação de uma flor coletada pelos alunos com posterior entrega de um relatório que inclua seus desenhos, fotos e observações escritas (**Figura 43**).

**Figura 43:** Atividade prática volta a dissecação de flores de Angiospermas.

**29. Atividade prática: Estudando flores**

Os objetivos desta atividade são observar, manipular e documentar as estruturas reprodutivas de plantas angiospermas: as flores.

**Material**

- flores diversas;
- pinça;
- estilete;
- lâmina de barbear ou bisturi;
- lente de aumento (lupa);
- câmera fotográfica;
- material para desenhar (papel e lápis coloridos).

**Procedimento**

1. Colete flores de diversos tipos e note a diversidade de formas e cores.

2. Faça o exame inicial das flores, que consiste em identificar suas diversas partes: sépalas, pétalas, estames e pistilo.
3. Após examinar e contar os diversos componentes de cada flor, faça desenhos esquemáticos e tire fotografias, retratando os componentes florais sob os ângulos mais representativos.
4. Inicie a análise da flor removendo sucessivamente sépalas e pétalas, de modo que restem apenas os estames (que constituem o androceu) e o(s) pistilo(s) (que constitui(em) o gineceu). Se achar conveniente, documente cada etapa com fotos e/ou desenhos.
5. Após examinar os estames, destaque uma antera, observe-a com a lente de aumento e desenhe-a ampliada.
6. Depois de examinar os pistilos e identificar suas partes (estigma, estilete e ovário), corte transversalmente a região mediana do ovário e observe suas câmaras internas, com os óvulos presos em suas paredes (use a lente de aumento). Desenhe tudo o que conseguir observar.

**Atenção:** o manuseio da lâmina de barbear ou bisturi deve ser feito sob a supervisão do professor.

Ao final da atividade, prepare um relatório com seus desenhos, fotos e observações escritas. Você pode dar mais ênfase ao texto, ilustrando-o com imagens, ou enfatizar mais o aspecto visual, com destaque para as imagens, utilizando as informações escritas como legendas.

Fonte: Coleção LD01 p. 104.

A transpiração vegetal, dentre outras atividades, pode ser observada na coleção LD02 (p.113). Nessa atividade é solicitado ao aluno, através de uma prática, que o mesmo perceba o acúmulo de gotículas de água para evidenciar o processo de transpiração da planta e responda a questões de fixação (**Figura 44**).

**Figura 44:** Atividade prática relacionada a transpiração vegetal.

**Atividade prática**

Separem um pedaço de barbante (1 metro), um vaso não muito grande, com uma planta viva e cheia de ramos com folhas, e dois sacos plásticos incolores, secos e sem furos. Um saco plástico deve ser amarrado firmemente com barbante em volta de um dos ramos da planta, de modo a impedir a entrada de ar. Separem as paredes do outro saco e amarrem bem sua borda. Pendurem-no em algum ponto próximo à planta. O vaso deve ser colocado

perto de uma janela. Após cerca de 3 h, observem o interior do saco e respondam:

- a) O que ocorreu no interior do saco? Como explicar o fenômeno observado?
- b) Qual a função do saco plástico vazio?
- c) Se envolvermos com plástico dois ramos, um com poucas folhas e outro com muitas folhas, poderemos obter resultados diferentes entre eles? Por quê?

Fonte: Coleção LD02 p.113.

Na coleção LD03 (p.94), encontramos um quadro intitulado “Despertando Ideias”, no qual é sugerido ao aluno que realize uma atividade prática que consiste na ida até o pátio da escola e seus arredores para reconhecer as plantas presentes nesse ambiente (**Figura 45**). Como apontado por Correa *et al.* (2016) e Borges (2002), uma atividade prática não precisa necessariamente ser desenvolvida nas dependências de um laboratório, destacando assim espaços verdes escolares ou do entorno da escola como cenários para se trabalhar o Ensino de Biologia Vegetal.

**Figura 45:** Atividade prática de observação e construção de guia ilustrado.

**Despertando ideias** Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas. REGISTRE NO CADERNO

### Guia ilustrado de plantas

Antes de avançarmos mais no estudo das plantas, sugerimos a você e aos colegas de classe, com a coordenação de seu (sua) professor(a), fazer uma visita ao pátio da escola ou seus arredores, onde haja jardins ou alguma vegetação. O objetivo é conhecer um pouco sobre as plantas que você encontra todos os dias.

**Materiais**

- Caderno para anotações;
- lápis;
- lupa de mão (opcional);
- máquina fotográfica ou algum aparelho que registre imagens (opcional).

**Procedimento**

1. Durante a visita, observe as plantas que encontrar. Procure verificar se existem briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Quais critérios você está usando para diferenciar essas plantas?  
Para conhecer melhor as briófitas, você pode utilizar uma lupa de mão. Se puder, tire fotografias das plantas ou utilize seu caderno para fazer ilustrações delas. No seu caderno, anote o local onde cada planta se encontra, atentando se elas estão em locais sombreados ou expostos ao sol. Faça um mapa do trajeto à medida que vai passando, e coloque nesse mapa o local onde essas plantas estão, de modo que elas possam ser novamente localizadas por você ou por qualquer outra pessoa que analisar o mapa. Registre o dia e a hora em que fez a visita. Anote também se observou angiospermas em época de produção de flores ou de frutos.
2. Em sala, mostre suas anotações e seus registros aos demais colegas. Veja as anotações deles. Em um trabalho coletivo da classe, vocês deverão montar um guia ilustrado com as plantas encontradas. Esse guia pode ser divulgado na escola ou publicado no *blog* da turma para que todos possam trocar informações e enriquecer o trabalho. Aprimorem, coletivamente, o guia durante o estudo de Botânica, acrescentando outras plantas que você conhece, informações e imagens sobre elas. Inclua, por exemplo, plantas encontradas em sua casa, nos arredores dela e em seu trajeto para a escola.

**Fonte:** Coleção LD03 p. 94.

Lembramos que a presença do professor que assuma um papel de orientador (CARVALHO, 2011) e esclarecedor de dúvidas e questionamentos dos alunos é de extrema

importância para que as atividades práticas ocorram e permitam, concomitantemente, um maior aprendizado dos alunos.

Desenvolver um projeto interdisciplinar como teatro é a proposta encontrada na coleção LD04 (p. 79) – **Figura 46**. Nela é sugerido ao aluno, a partir de uma prática, estudar o comportamento e reprodução assexuada das samambaias a partir do desenvolvimento de seus esporos.

**Figura 46:** Atividade prática voltada ao estudo do desenvolvimento a partir de soros de samambaias.

## Práticas de Biologia

### O desenvolvimento de samambaias

**Objetivo**  
Observar o desenvolvimento de um novo indivíduo de samambaia a partir de seus esporos.

**Material**

- uma folha fértil de samambaia com os soros bem evidentes e maduros (a coloração em geral é castanho-escuro ou cor de ferrugem)
- lupa de mão
- papel sulfite
- dois copos plásticos (ou outros dois recipientes) com um pouco de terra
- pincel
- caneta marcadora para CD/DVD

**Procedimento**

1. Com a lupa, observe a aparência dos soros na folha da samambaia. Faça um desenho em seu caderno registrando os dados observados.
2. Com o pincel, raspe um dos soros de modo que os esporos caiam sobre a folha de papel sulfite. Mais uma vez, observe-os com a lupa e registre suas conclusões no caderno.
3. Prepare os copos plásticos ou recipientes com terra para a etapa seguinte do experimento. Escreva “terra úmida” em um copo e “terra seca” no outro para identificá-los. Molhe a terra apenas no copo “terra úmida”, mas não a encharque. Mantenha a terra do outro copo completamente seca. Com cuidado, deixe alguns esporos caírem sobre os copos.
4. Deixe o copo com terra úmida em local sombreado, evitando luz solar direta, mas não no escuro total. Diariamente, coloque um pouco de água sobre a terra desse copo ou recipiente, sempre tomando o cuidado de não encharcá-la. A terra do outro copo deve ser mantida seca e exposta à luz solar direta.
5. Desse ponto em diante, observe diariamente o que ocorre com o experimento nos dois recipientes. Anote tudo em seu caderno. Se preferir, faça desenhos coloridos de tudo o que observar. Utilize a lupa para enxergar detalhes.

**Resultados**

1. Houve diferenças na germinação dos esporos nos dois recipientes? Se sim, quais?
2. Quantos esporos germinaram em cada copo?
3. Que tipo de estrutura germinou dos esporos? Cite o nome dessa estrutura e descreva-a com o máximo de detalhes possível.

**Discussão**

1. A estrutura observada participa de qual etapa do ciclo reprodutivo das pteridófitas?
2. A que você atribui as possíveis diferenças de resultado nos dois copos?
3. Se você continuar observando o desenvolvimento da estrutura descrita, que etapa seguinte do ciclo das pteridófitas deverá ocorrer?

**ATENÇÃO!**  
Não coloque esporos demais sobre a terra, pois isso pode atrapalhar as observações posteriores.

Representação sem proporção de tamanho.

com o pincel, raspe os soros sobre a folha de papel sulfite

terra úmida

terra seca

copo com terra úmida (manter em local com sombra)

copo com terra seca (manter em local ensolarado)

Para Eisen/DIBR

Luis Moura/DIBR

Por fim, a coleção LD05 (p. 284) – **Figura 47** – apresenta uma atividade prática na qual o aluno deve evidenciar a participação dos hormônios vegetais encontrados nas plantas. Para tal temos uma atividade em que, a partir da utilização do hormônio auxina e giberelina, o aluno pode compreender melhor como ocorre, por exemplo, a germinação da semente.

**Figura 47:** Atividade prática voltada ao estudo dos hormônios vegetais com base na ação do hormônio AIA.

**Evidenciando a ação de hormônios vegetais**

Pesquisas recentes indicam que as bactérias fixadoras de nitrogênio, os rizóbios, conhecidas pela sua atuação em raízes de leguminosas, também se mostram capazes de promover o crescimento de plantas de outros grupos, especialmente por induzirem a produção do fitormônio chamado ácido indolacético (AIA).

Neste experimento, você vai testar a possibilidade de aumentar o índice de germinação de sementes de alface utilizando bactérias, comparando a capacidade das bactérias àquela do fitormônio sintético usado na agricultura (giberelina sintética) e comparando o resultado com um lote de sementes que germinarão em substrato estéril.

**Material necessário:**

- 3 sementeiras
- 1 envelope de sementes de alface (qualquer tipo)
- Substrato para germinação (pode ser terra comum misturada com areia, na proporção de 1:1)
- Inoculante para sementes de leguminosas (rizóbio), encontrado em lojas de produtos para agricultura.
- Hormônio para germinação (encontrado em casas de produtos para agricultura e conhecido como AG3, ou ácido giberélico).

**Procedimento:**

1. Leve o substrato ao forno, deixando cinco minutos em temperatura alta. Este será o substrato para os três lotes de sementes.
2. Prepare inicialmente um lote de sementes apenas com o substrato e coloque uma etiqueta no conjunto (lote-padrão, ou lote de controle).
3. Prepare outro lote de acordo com as instruções que constam da embalagem do rizóbio, utilizando o mesmo substrato, etiquetando-o (lote do rizóbio).
4. Prepare outro lote de sementes de acordo com as instruções que constam da embalagem do fitormônio sintético, com o mesmo substrato, etiquetando-o (lote AG3).

Deixe os três lotes de sementes no mesmo local, que deve ser iluminado por luz natural, sem sol direto. Preste atenção para que os três lotes recebam a mesma umidade, sem permitir que o substrato fique encharcado. Anote os resultados todos os dias no mesmo horário, se possível fotografando as sementeiras, de maneira que a etiqueta esteja visível.

**QUESTÕES**

- 1 Faça um relatório do experimento, desde a busca pelos insumos até os resultados obtidos.
- 2 Responda às seguintes questões:
  - a) Em qual dos três lotes você espera que haja maior germinação? Justifique sua resposta.
  - b) Qual a vantagem de se utilizar na agricultura uma substância que acelera a germinação das hortaliças?
  - c) De que maneira o uso do rizóbio como promotor de germinação poderia ser mais interessante para os agricultores que alternam o uso do solo entre leguminosas e não leguminosas?

**Fonte:** Coleção LD04 p. 284.

Vale lembrar que, em conformidade ao discutido no Capítulo 1, práticas roteirizadas não são a melhor alternativa quando se busca um aprendizado mais ativo em sala de aula. Porém, quando se tem duas opções, uma delas a não realização de atividades práticas,

a opção dessas atividades não nos parece totalmente inadequada do ponto de vista pedagógico, pois essa pode ser a única possibilidade que o aluno tenha de compreender de maneira não expositiva os fenômenos que o cercam. Ressaltamos aqui, que ao longo dos capítulos de Zoologia as atividades práticas também estão presentes, mas não possuem foco nas plantas, ficando essas restritas a investigação de algum aspecto presente nos animais.

Nas análises realizadas neste segundo foco de análise, percebemos que as coleções didáticas evitam fazer abordagens integradas entre Botânica e Zoologia. Quando o fazem, existe um cuidado maior, na maioria das vezes, em referenciar as plantas com ao menos seus nomes populares, mas em algumas situações identificamos situações onde isso não ocorreu.

Como apontamos no primeiro capítulo, as atividades práticas são importantes ferramentas na compreensão de conteúdos administrados quando comparado a outras ferramentas como uso de imagens e questionários. As coleções analisadas, embora destoantes em quantidade, parecem compreender a importância de uma atividade prática na exploração e fixação do conteúdo, pois todas elas trazem ao menos uma prática que envolva plantas.

Por fim, ressaltamos que a estratégia de trazer a importância das plantas antes da abordagem de suas características pode ser satisfatória na busca por atenção e interesse dos alunos e deveria ser aproveitada pelos demais autores das outras coleções em futuras edições.

### 2.4.3 Conteúdos de Botânica ou Zoologia em Tópicos de Ecologia

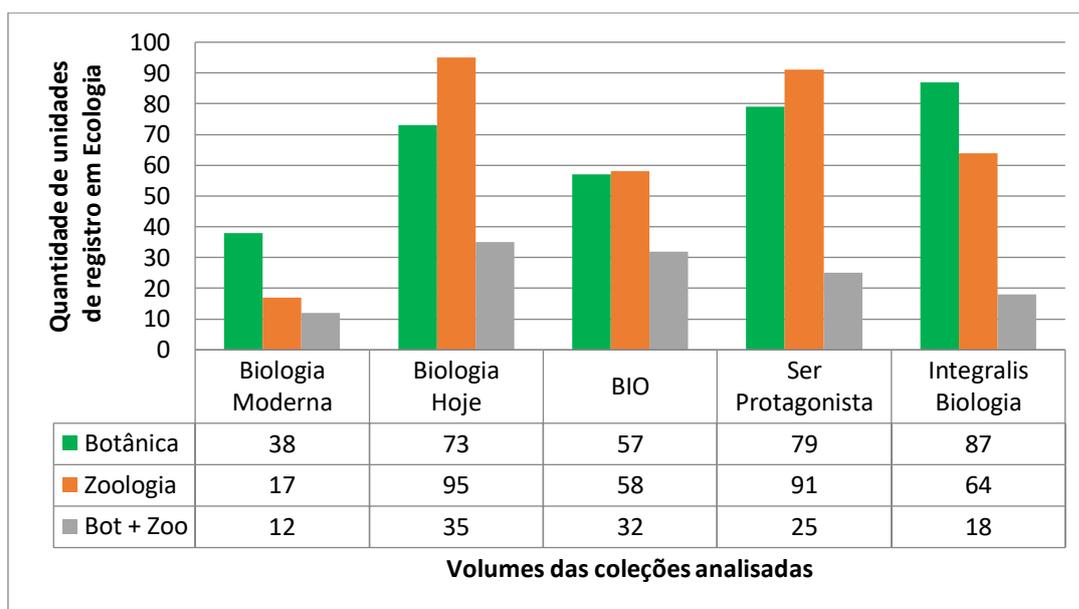
No terceiro foco de análise buscamos identificar como os conteúdos de Botânica e Zoologia são trabalhados junto à Ecologia e se, dentro dessa área, podemos identificar uma preferência do conteúdo zoológico em relação às plantas. Para tal, examinamos os tópicos das coleções didáticas dedicadas a conteúdos de Ecologia, a procura de situações em que conteúdos de Botânica e Zoologia são abordados de modo isolado (mas integrado à Ecologia), ou em conjunto (conteúdos de Botânica e Zoologia tratados de modo integrado a conteúdos de Ecologia).

Nas coleções LD01 e LD05 encontramos nos tópicos de Ecologia uma maior frequência de citações relativas à Botânica, quando comparadas aos dados referentes à Zoologia de maneira isolada. Nas demais coleções a frequência de exemplos referentes a Zoologia nos tópicos de Ecologia é superior a Botânica (**Tabela 2**).

Embora tenhamos encontrado uma diferença em nossos índices, não podemos afirmar, com certeza, quando analisamos todo o *corpus* documental de nossa pesquisa, que a forma como a Ecologia é trabalhada junto ao ensino médio é o fator central que desencadeia à

CB e o ZCH em nossos alunos. O **Gráfico 2** abaixo mostra a porcentagem dos índices em cada coleção para a frequência relativa à Botânica nos tópicos de Ecologia e a frequência de Zoologia em Ecologia.

**Gráfico 2:** Relação das UR correspondentes a conteúdos de Botânica e Zoologia tratados de modo integrado a conteúdos de Ecologia nas 5 coleções didáticas.



**Fonte:** Produzido pelo autor desta tese.

A análise do gráfico realça que as maiores diferenças são encontradas nas coleções LD05 e LD01, indicando que essas coleções tem uma preferência maior para exemplos botânicos ao se ensinar Ecologia quando comparado a Zoologia. Já a coleção LD02 é a que apresenta a maior frequência de nossos índices relativos à Zoologia, porém, embora altos, esses valores são próximos àqueles encontrados em Botânica.

Agora, quando nos preocupamos em identificar exemplos que trazem intersecções de Botânica e Zoologia, notamos com base na **Tabela 2** que, na coleção LD02, existe a maior frequência de exemplos que trazem conteúdos de Botânica e Zoologia integrados em conjunto com tópicos de Ecologia, sugerindo que essa coleção é a melhor quando se espera trabalhar os conteúdos de Botânica e Zoologia de modo articulado e sem prevalência de uma relação ao outro, o que contribuiria para se evitar o ZCH e a CB. Já nas coleções LD01 e LD05 temos os menores valores para nossas UR, o que aponta uma menor correlação entre plantas e animais dentro do estudo de temas da Ecologia.

Para Wandersee e Schussler (2001), a falta de consciência sobre o papel das plantas junto aos ciclos biogeoquímicos é um dos sintomas característicos da CB. Julgamos, assim, a necessidade de um cuidado muito grande ao se ensinar ciclos biogeoquímicos dentro de

Ecologia para que uma ideia de que só os animais participam do processo transpareça ao aluno. Identificamos duas situações em que os ciclos são abordados junto aos assuntos de Ecologia: associado à Botânica e também associado as duas matérias em conjunto – essa última referenciada na **Tabela 2** como Botânica + Zoologia em Ecologia.

Quando nos referimos estritamente às plantas junto aos ciclos, percebemos que as citações descrevem os vegetais como atores principais de um processo de fixação biológica, seja essa no ciclo do carbono (**Figura 48**) ou no ciclo do nitrogênio (**Figura 49**).

**Figura 48:** Plantas participam do ciclo do carbono por meio do processo de fixação.

As cadeias de carbono que formam as moléculas de açúcar são fabricadas pelos seres autotróficos por meio da fotossíntese, durante a qual ocorre absorção de gás carbônico do ambiente. A absorção do carbono atmosférico pelas plantas e outros seres autotróficos e sua transformação em substâncias orgânicas é chamada **fixação do carbono** ou **sequestro do carbono**. A partir disso, o carbono passa a circular pela

**Fonte:** Coleção LD02 p.222.

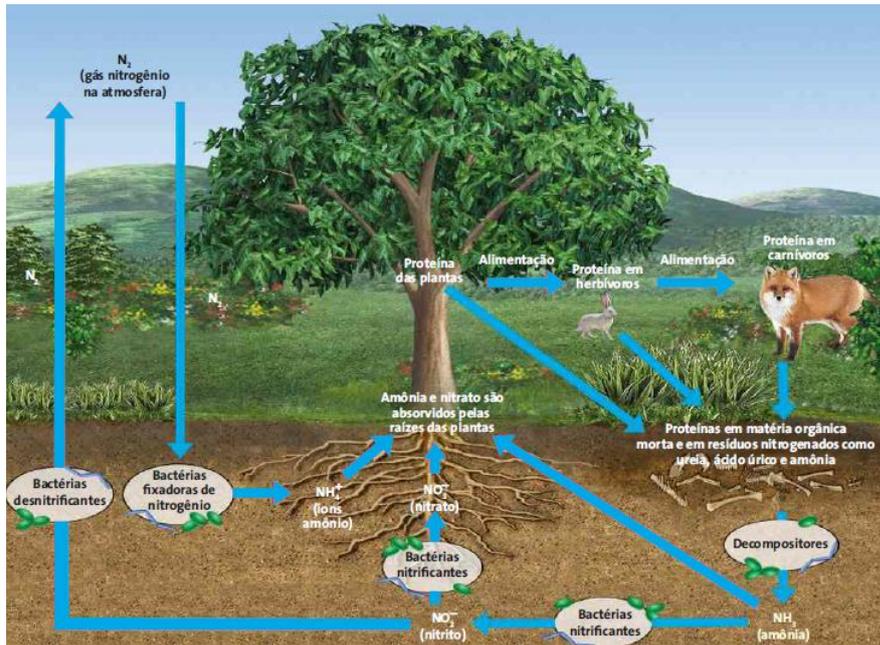
**Figura 49:** Plantas participam do ciclo do nitrogênio por meio do processo de fixação. Trecho traz um exemplo de uma planta, *Chamaecrista*, importante no processo.

Muitas outras plantas, além de soja e feijão, realizam a fixação biológica do nitrogênio por meio de nódulos nas raízes. No Brasil ocorrem naturalmente quase 300 espécies do gênero *Chamaecrista* (também leguminosas, como feijão e soja), e cerca de 96% delas apresentam naturalmente nodulação em suas raízes. Por isso essas espécies são indicadas para recuperar áreas degradadas ou solos pobres (**Figura 8.36**).

**Fonte:** ColeçãoLD05 p. 208.

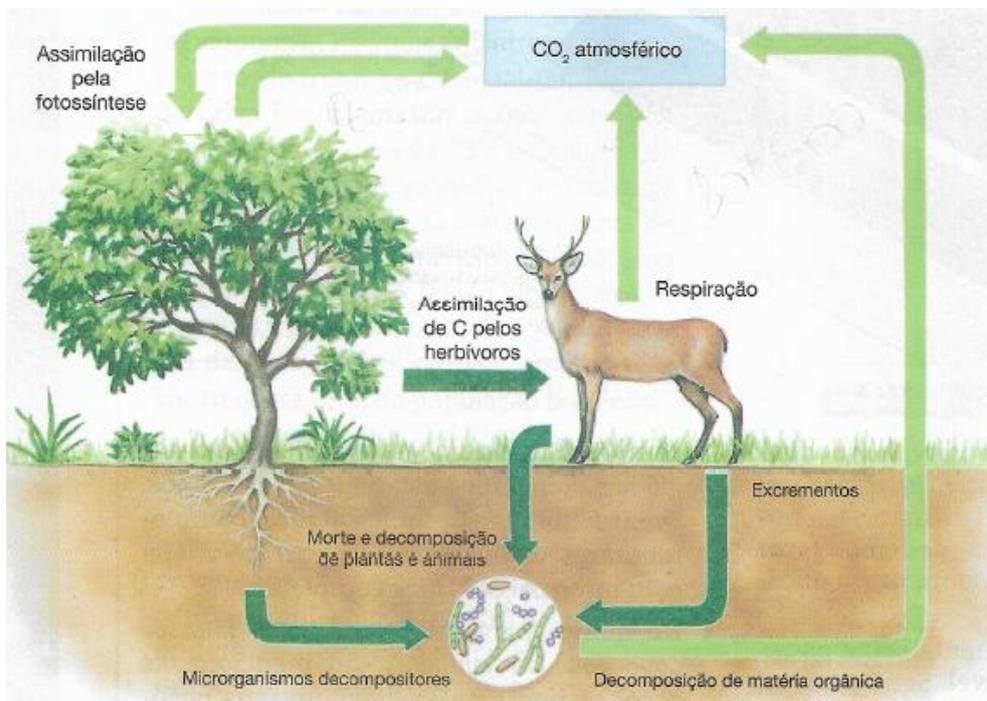
Agora, quando analisamos uma abordagem que integra Botânica à Zoologia, as imagens que representam o ciclo parecem mais evidentes. Nas coleções LD03 (**Figura 50**) e LD01 (**Figura 51**), encontramos exemplos do ciclo do nitrogênio e carbono, respectivamente. Chamamos a atenção para o fato de que, nas imagens, tanto animais como plantas aparecem sem explicação alguma, estando essa presente no texto que acompanha a imagem.

**Figura 50:** Ciclo do Nitrogênio.



Fonte: Coleção LD03 p.83.

**Figura 51:** Representação do ciclo do carbono.



Fonte: Coleção LD01 p. 204.

Outro fato curioso que discernimos quando o assunto são os ciclos biogeoquímicos – em especial ciclo do nitrogênio – é que frequentemente as plantas aparecem associadas a conteúdos de Microbiologia. Por existir uma série de bactérias que participam do ciclo do

nitrogênio (RICKLEFS, 2013), é frequente trechos que trazem as plantas associadas às bactérias do gênero *Rhizobium*, por exemplo. O quadro “Biologia tem História” recuperado da coleção LD04 (Figura 52) exemplifica essa relação entre plantas e bactérias. Nele é abordado o descobrimento da relação planta-bactérias, importante ao ciclo do nitrogênio. Destacamos, com devidos créditos, que o trabalho abordado no quadro abaixo foi realizado por uma pesquisadora – Johanna Döbereiner – a qual foi decisiva para a compreensão do processo de fixação por bactérias do gênero *Rhizobium*, as quais estão associadas a plantas leguminosas, como a soja.

**Figura 52:** Quadro representativo da relação entre plantas e bactérias no ciclo do nitrogênio.

**BIOLOGIA TEM HISTÓRIA**

**As bactérias fixadoras de nitrogênio e a soja brasileira**

Os estudos da agrônoma Johanna Döbereiner (1924-2000) contribuíram muito para aprimorar a soja brasileira, tornando-a competitiva no mercado internacional.

Nascida na Alemanha, Döbereiner graduou-se na Universidade de Munique, imigrando para o Brasil em 1951, quando começou a trabalhar no Laboratório de Microbiologia de Solos do Ministério da Agricultura em Seropédica (RJ).

Em suas pesquisas, ela constatou que as bactérias do gênero *Rhizobium* atuam como adubo natural das leguminosas. Alojadas em nódulos nas raízes, essas bactérias sobrevivem à custa da matéria orgânica produzida pela planta. Elas fixam também o nitrogênio, ou seja, transformam o nitrogênio gasoso em amônia, cedida à planta para a síntese de aminoácidos. Assim, as bactérias desse gênero estabelecem uma relação de mutualismo com a planta.

O vasto conjunto de trabalhos de Johanna Döbereiner tem inspirado inúmeras pesquisas que contribuíram para a excelência da soja brasileira, tornando o Brasil o maior produtor mundial desse produto agrícola. Em 1997, além de inúmeros prêmios e distinções, Döbereiner chegou a receber indicação para o Prêmio Nobel de Química.

1. Você conhece outras pesquisadoras que, assim como Johanna Döbereiner, se destacam na ciência feita no Brasil? Quem são elas e em que área atuam?
2. Caso você não conheça nenhuma pesquisadora brasileira, faça uma pesquisa na internet e responda à questão anterior.

**Fonte:** Coleção LD04 p.209.

Ao se explanar ciclos biogeoquímicos, a abordagem utilizada pelas coleções nos parece mais atraente para o Ensino de Botânica, e até mesmo de Ecologia. Informar o papel que ambos os elementos isolados – como plantas e animais – desempenham no ciclo e, posteriormente, associá-los a uma imagem ou texto, permite ao aluno compreender todo o processo de fixação e absorção de nitrogênio pelos seres vivos. Além disso, em uma esfera onde nós também precisamos de nitrogênio para formação do nosso material genético e síntese proteica (WATSON *et al.*, 2015), compreender como os humanos obtém esse nutriente é equivalente a compreender como as plantas estão presentes em nosso cotidiano.

Outro assunto que flui dentro dos capítulos destinados a Ecologia e que elencamos muitas referências isoladas e em conjunto sobre Botânica e Zoologia são as relações ecológicas. Dentro dessas interações ecológicas no campo estrito à Botânica, as plantas ficam restritas a duas situações: epifitismo e parasitismo. Na primeira, encontramos exemplos que trazem bromélias e orquídeas que se apoiam no tronco de outras árvores (**Figura 53**) e, na segunda, situações onde a erva de passarinho (Santalaceae; Loranthaceae) e o cipó chumbo (*Cuscuta racemosa*) aparecem como exemplos de hemiparasitas e holoparasitas (**Figura 54**).

**Figura 53:** Relação de epifitismo entre uma orquídea e o tronco de uma árvore.



**Fonte:** Coleção LD02 p.204.

Nota: Possivelmente se trata de uma palmeira devido a estrutura caulinar.

**Figura 54:** Erva de passarinho (à esquerda) e Cipó chumbo (à direita).



**Fonte:** Coleção LD02 p.208 (à direita) e Coleção LD03 p.103 (à esquerda).

As relações supracitadas mostram situações onde plantas interagem entre si seja de modo a obter recursos diretos dela, ou só uma via para a obtenção de luz, no caso da orquídea. É interessante destacar que as coleções abordam de maneira correta a relação de epifitismo com as orquídeas, visto que essas plantas possuem um apelo devido a sua beleza, e são bastante empregadas em datas comemorativas na forma de presentes. Além disso, as relações apresentadas ajudam a corrigir um conhecimento popular errôneo de que orquídeas e bromélias são plantas parasitas. Já na coleção LD05 notamos a inclusão das plantas dentro de relações ecológicas que são mais frequentemente exemplificadas por animais, como o inquilinismo e comensalismo, ao se falar de bromélias e na competição interespecífica, ao se abordar a competição por água (**Figura 55**).

**Figura 55:** Plantas no contexto de competição interespecífica.

cursos escassos, mesmo sem confronto direto. Por exemplo, em regiões desérticas plantas competem por água; as cactáceas desenvolveram sistemas de crescimento rápido das raízes, o que lhes permite absorver de maneira eficiente a água que se acumula na superfície do solo. Assim, outras plantas, com raízes mais profundas ou de crescimento mais lento, conseguirão água apenas se houver certa abundância.

**Figura 55:** Coleção LD05 p.216.

Esse tipo de abordagem, onde as plantas são trabalhadas em contextos mais incomuns, possibilita ao aluno compreender que uma relação de competição não envolve apenas animais que disputam fêmeas, território e alimento. Ela pode acontecer frente a necessidade de conquistar fatores abióticos também, como água, solo e luz. Além disso, ao se usar esse tipo de exemplo estamos contribuindo para uma maior visibilidade das plantas dentro da Ecologia, o que previne tanto a CB como o ZCH, uma vez que não há, nesse caso e apenas nessa coleção, uma abordagem estritamente zoológica para outras relações que não sejam epifitismo e parasitismo.

Quanto aos animais, os exemplos utilizados para as relações ecológicas superam aqueles que trazem as plantas em seu contexto. Sociedades, comunidades, predação, competição, comensalismo são casos de relações que trazem animais para ilustrar suas definições. Por exemplo, a coleção LD02 (p. 197) mostra, na abertura do capítulo relativo às interações ecológicas, um exemplo animal onde podemos observar a interação entre um peixe palhaço e uma anêmona. Nota-se aqui uma clara preferência por conteúdos animais, trazendo assim, aspectos relativos ao ZCH para o ensino de Ecologia. Além disso, como apontado por

Wandersee e Schussler (2001), os animais parecem ter um apelo maior por apresentarem capacidade de locomoção, o que atrai uma maior atenção para os mesmos. Nesse caso, o apelo é ainda maior uma vez que a imagem faz referência ao filme “Procurando Nemo”, muito comum entre as crianças, onde o peixe, Nemo, vive no interior de uma anêmona. Além disso, a coleção LD04 (p.202) e LD03 (p.92) trazem estritamente exemplos de animais na abertura do capítulo que fala de relação ecológicas. A coleção LD01 (p.227) vai além, ela mostra (**Figura 56**) alces (*Alces alces*) sendo atacados por lobos (*Canis lupus*) em uma imagem onde as plantas aparecem apenas como um plano de fundo, reforçando assim a CB.

**Figura 56:** Imagem de abertura do capítulo da coleção LD01.



Fonte: Coleção LD01 p.227.

Mais valoroso que abordar os exemplos de Zoologia, é comparar a forma com que eles são tratados dentro das relações ecológicas. Como já sinalizamos anteriormente, e mostrado por (SCHUSSLER; OLZAK, 2008), é um infortúnio, porém comum, que nas figuras de animais haja um trabalho melhor que nas figuras de plantas. Em outras palavras, as imagens de Animais aparecem frequentemente identificadas e com dados dos seres vivos, ao passo que as imagens de plantas raramente trazem algo para além de sua identificação popular. Nas figuras abaixo abordamos nosso ponto de vista. A **figura 57**, retirada da coleção LD01, traz uma bromélia para elucidar epifitismo, a qual é identificada apenas a nível popular – bromélia. Já para a imagem de animais, a mesma coleção, na p. 234, traz um exemplo de protocooperação ou mutualismo facultativo, onde o caranguejo eremita (ermitão) e anêmonas são identificadas a nível específico (**Figura 58**).

**Figura 57:** Imagem da mata na Serra do Mar.



Fonte: Coleção LD01 p.237.

**Figura 58:** Imagem retirada da mesma coleção com identificações corretas sobre os animais e dados sobre seus comprimentos.



A. Caranguejo-eremita (*Dardanus calidus*) dentro da concha que lhe serve de abrigo, sobre a qual vivem anêmonas-do-mar (*Calliactis parasitica*). O caranguejo e a anêmona medem cerca de 12 cm e 10 cm, respectivamente. À esquerda,

**Figura 58:** Coleção LD01 p.234.

Algo semelhante acontece quando olhamos para as relações ecológicas que integram Botânica e Zoologia. Algumas imagens aparecem com as identificações corretas, ao passo que outras, trazem as plantas sem nenhuma identificação. Por exemplo, a coleção LD04 (p.210) ao abordar competição suscita o caso de abelhas e plantas das espécies *Delphinium barbeyi* e *Aconitum columbianum* trazendo a identificação das abelhas e plantas corretamente (**Figura 59**). Esse tipo de abordagem coloca plantas e animais em um mesmo patamar, mostrando que, na relação, ambos os organismos são importantes. O mesmo não se nota quando a coleção aborda herbivoria. Na figura, retirada da mesma coleção (**Figura 60**), podemos observar um peixe boi, identificado se alimentando de plantas aquáticas que não possuem seu nome científico associado. Nessa ocorrência, as plantas não se destacam, sendo então tratadas com a finalidade de alimentar os animais bem como um plano de fundo para a vida zoológica.

Para Vasques e colaboradores (2021), esse é um exemplo de abordagem que pode fomentar a CB nos alunos.

**Figura 59:** Situação onde as Plantas, assim como os animais, aparecem identificados.



**Fonte:** Coleção LD04 p.210.

**Figura 60:** Peixe boi em seu ambiente natural.



O peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*) é uma das poucas espécies herbívoras entre os mamíferos aquáticos. Ele se alimenta exclusivamente de plantas flutuantes ou daquelas próximas à margem dos rios.

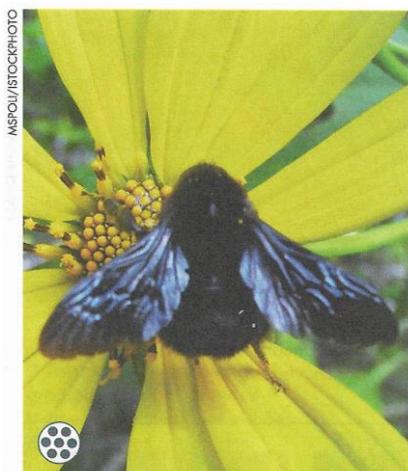
**Fonte:** Coleção LD04 p.213.

Abordagens assim, além de darem uma prioridade ao conteúdo de Zoologia, omitem ao aluno uma informação importante sobre os vegetais. Embora, como apontado por Kinoshita *et al* (2006), a Botânica seja corriqueiramente ensinada a partir da memorização de termos, não acreditamos que ensinar aos alunos os nomes científicos de plantas, da mesma forma que ocorre com o ensino dos nomes referentes aos animais, possa contribuir para um maior desinteresse dos alunos para com as plantas. Pelo contrário, julgamos que esse

ensinamento, diferentemente de uma imposição, pode despertar nos alunos um interesse maior para com os vegetais. Atualmente, além das chaves dicotômicas de identificação, aplicativos como Pl@ntNet® podem ser utilizados para atrair a atenção dos alunos por se tratar do uso de *smartphones*, instrumento comum ao dia-dia de nossos alunos.

Por fim, mas não obstante, na conexão planta-animal dentro das relações ecológicas a **Figura 61**, embora não encontrada no capítulo destinado às interações, mostra uma delas – o mutualismo – simbolizado pela polinização. Quando olhamos a legenda isoladamente, temos uma valorização das plantas no contexto, uma vez que os animais são tratados como figurantes no processo de polinização. Porém, ao se associar a imagem ao texto, vemos que o elemento textual traz um exemplo da for do maracujá, e a imagem que o acompanha representa uma planta pertencente à família Asteraceae.

**Figura 61:** Exemplo de abordagem com desconexão texto-imagem.



fatores, tanto bióticos como abióticos. Por exemplo, diversas espécies de maracujá dependem de certas condições de solo, de temperatura, etc. para crescer. Além disso, para frutificar e produzir sementes, ou seja, para se reproduzir, dependem ainda de certo tipo de abelhas nativas brasileiras (Figura 8.20).

**Fonte:** Coleção LD05 p.200.

**Nota:** A flor ilustrada não pertence ao maracujá citado no texto, e sim à família Asteraceae

Embora não haja uma menção direta do texto para com a imagem, quando o aluno realizar a leitura do livro, principal instrumento de ensino adotado pelas escolas (LINK-PÉREZ *et al.*, 2010), poderá entender de maneira errada a correlação texto-imagem. Entendemos que essa interação texto-imagem é a melhor maneira de se abordar conteúdos junto aos LD, excetuando as atividades práticas, pois transfere para o aluno conhecimento textual e imagético, o qual ilustra algo que o aluno acabou de ler, facilitando sua compreensão do assunto.

Uma forma ainda mais interessante e atrativa aos alunos de se introduzir o assunto de relações ecológicas é por meio de atividades práticas ou jogos. No caso, a coleção LD04 (p.

214) – **Figura 62** – traz a proposta de um jogo para o ensino das relações ecológicas, onde o aluno é elemento ativo em todas as etapas de aprendizagem (CARVALHO, 2011).

**Figura 62:** Atividade prática baseada na confecção e aplicação de um jogo para o ensino das relações ecológicas.

## Práticas de Biologia

### Jogo das relações ecológicas

#### Objetivo

Associar diversos seres vivos de acordo com suas relações ecológicas por meio de uma atividade lúdica.

#### Material

- 40 recortes em cartolina ou papel-cartão no formato de cartas de baralho
- 40 imagens (desenhos, fotos ou recortes de jornais e revistas) de seres vivos com a sua identificação, para serem coladas nas cartas

#### Procedimento

1. Os alunos devem formar grupos de quatro a seis integrantes.
2. Cada grupo será responsável por elaborar 40 cartas que constituirão um *kit* para o jogo. Cada carta será feita com a colagem da figura de um ser vivo e sua identificação (preferencialmente nome popular acompanhado da nomenclatura científica de gênero e espécie) em um recorte de papel-cartão ou cartolina. As imagens deverão ser selecionadas de forma que seja possível identificar relações ecológicas entre os seres vivos representados no *kit*.
3. Os grupos devem trocar os *kits* entre si. Dessa forma, cada grupo jogará com as cartas elaboradas por outro grupo e, portanto, não saberá quais são os seres vivos integrantes do *kit* em jogo.
4. No início do jogo, cada integrante do grupo receberá seis cartas e deverá procurar formar pares de relações ecológicas entre as imagens de seres vivos que recebeu. O restante das cartas ficará disponível na mesa, e todas elas estarão viradas para baixo.
5. O primeiro jogador deverá retirar uma carta da mesa sem mostrá-la aos demais jogadores e escolher uma de suas cartas para descartar. As cartas devem ser sempre descartadas com a imagem do ser vivo voltada para cima.
6. O próximo jogador pegará uma carta da mesa ou a carta descartada pelo colega. Em seguida, descartará uma das imagens que tem consigo. O jogo segue dessa forma até que um dos jogadores consiga montar três pares de relações ecológicas entre os seres vivos.
7. Ao formar os pares, ele deverá mostrar as cartas para os demais jogadores e explicar as relações que estabeleceu usando a nomenclatura aprendida neste capítulo. Ganha o jogo o aluno que formar primeiro e corretamente três pares de relações ecológicas.
8. Terminado o jogo em todos os grupos, cada um deles deverá apresentar para o restante da classe quais foram os seres vivos e as relações ecológicas identificadas entre eles no *kit* utilizado.

Fonte de pesquisa: AZEVEDO, C.; MENDES, M. Jogo: Pif-paf das relações ecológicas.



Exemplo de material utilizado na atividade.

#### Discussão

1. Quanto aos tipos de relação ecológica formados nos jogos, houve predomínio e/ou ausência de algum em especial? Caso tenha havido, a que pode ser atribuída essa diferença?
2. Das relações ecológicas entre dois seres vivos definidas nos *kits*, quais não haviam sido exemplificadas no texto do capítulo?

Fonte: LD04 p.214.

O aluno é envolvido desde a confecção do jogo até sua aplicação em turmas, para então, por interlúdio de duas questões, se auto avaliar em termos de aprendizagem. Somado a isso, como evidenciamos anteriormente com base nos artigos de revisão bibliográfica, as atividades práticas parecem ter uma maior receptividade do aluno, bem como serem mais eficientes no processo de ensino-aprendizagem. Destacamos também que não consideramos essa atividade como uma prática roteirizada, visto que o texto informa as regras bem como as maneiras de se jogar. Além disso, as perguntas são reflexões sobre a jogabilidade, sendo assim, essas terão respostas diferentes uma vez que os resultados entre os grupos podem ser totalmente destoantes entre si.

Quando realizamos a transposição para o assunto referente aos biomas, notamos que existe um esforço muito grande das coleções em apresentar a identificação de espécies vegetais típicas de cada comunidade. Contudo, ainda existem falhas que precisariam ser corrigidas. Por exemplo, na coleção LD03 podemos identificar essa dicotomia. Na **figura 63** ao se trabalhar o bioma amazônico, o texto destaca espécies vegetais de importância econômica como o guaraná, a castanheira e o cupuaçu, porém, embora acompanhadas de suas imagens, elas não trazem uma identificação científica dessas plantas. Mas quando espécies de mata de araucárias como o pinheiro do Paraná, e espécies encontradas em manguezais, como o mangue vermelho, branco e seriba são citados, seus nomes científicos aparecem identificados (**Figura 64**).

### Figura 63: Exemplo de plantas típicas da Amazônia.

Dentro da imensa diversidade de plantas da Amazônia, destacam-se espécies que são importantes para a alimentação humana, como a castanheira, o guaraná (Fig. 3.14), o coco-de-açai e o cupuaçu (Fig. 3.15), cultivadas ou exploradas nas chamadas **reservas extrativistas**, espaços territoriais destinados à exploração sustentável e à conservação dos recursos naturais renováveis, por populações tradicionais. Em tais áreas, é possível equilibrar interesses ecológicos de conservação ambiental, com interesses sociais de melhoria de vida das populações que ali habitam.



Figura 3.14. Frutos do guaraná. Um fruto mede cerca de 2,5 cm de diâmetro.



Figura 3.15. Frutos de cupuaçu. Um fruto mede cerca de 15 cm de comprimento.

Fonte: Coleção LD03 p. 53.

**Figura 64:** Exemplo de plantas típicas dos manguezais.

produtividade das regiões costeiras (Fig. 3.22). As plantas típicas desse ecossistema são popularmente chamadas de mangue vermelho (*Rhizophora mangle*), mangue seriba (*Avicennia schaueriana*) e mangue branco (*Laguncularia racemosa*).

**Fonte:** Coleção LD03 p. 56.

Aqui, abrimos um questionamento: Se as espécies vegetais são identificadas em algumas situações, porque não as identificar em todas? Talvez a resposta para esse questionamento esteja na inaptidão dos autores das coleções didáticas para trazer identificações mais precisas ou mesmo porque atribuem um valor maior aos animais, ou na maneira como as imagens foram escolhidas, onde imagens com partes vegetais incompletas dificultam a correta identificação do vegetal. Vamos imaginar a seguinte situação: O aluno questiona ao professor o nome científico da planta que ele está vendo no livro didático. Existem três soluções possíveis: a primeira é aquela em que o professor possui familiaridade com a Botânica e, assim, saberá identificar e responder. Mas, como apontado por (HERSHEY, 1996), poucos professores possuem aptidão pelas plantas e, na maioria das vezes, acabam destinando pouco tempo ao ensino desse grupo. Quando o fazem, se restringem exatamente ao que está nos LD. E isto nos leva à segunda opção: o professor não saberá responder ao aluno e, se a coleção não trouxer a informação, esses fatores combinados poderão inibir o interesse do aluno para com aquela planta. Porém uma terceira opção ainda é possível, e esta, nos parece muito mais adequada: professor e aluno pesquisam junto a identificação daquela espécie, abrindo aqui, a possibilidade de o professor abordar conceitos relativos à classificação biológica para com seus alunos.

Para tal, vale uma ressalva: trazer exemplos de plantas das diferentes regiões brasileiras, bem como sua importância, identificadas apenas a nível popular ou específico, combate dois sintomas característicos da CB: a negligência para com a importância desses seres e a incapacidade de explicar conceitos básicos das plantas características de sua região. Todas as coleções que analisamos trazem em alguma medida exemplos de plantas de interesse econômico, medicinal e ecológico junto aos biomas. Por exemplo, na coleção LD02 (p.250), caatinga cactáceas, mandacaru, xiquexique, umbuzeiro e ipês são elencados como representativas dos biomas. Nesse caso, tanto mandacaru como umbuzeiro são identificados a nível de espécie (**Figura 65**).

**Figura 65:** Exemplo de plantas típicas da caatinga.



**Fonte:** ColeçãoLD02 p.250.

Somado a isso, o texto do qual as imagens foram retiradas relaciona esses vegetais a seus aspectos fisiológicos, por se tratarem de plantas xerófitas (adaptadas a baixa disponibilidade de água). Temos então uma possibilidade maior para que o aluno preste atenção nas plantas que o cercam, bem como adquira conhecimentos científicos básicos para explicar as características ecológicas das plantas de seu entorno, combatendo assim a CB. Ainda enfatizamos que outras coleções também trazem exemplos de plantas características e de algum interesse como a carnaúba (LD04 p.244), guaraná e cupuaçu (LD03 p. 53), seringueira e látex (LD05 p.241), peroba e caviúna (LD01 p. 256); macunã e juerema preta (LD03 p.57).

A **Figura 66**, ao se referir ao domínio amazônico, traz um exemplo de como se abordar as plantas junto ao ensino de Ecologia. Os autores citam algumas espécies de vegetais com seus nomes científicos, juntamente com alguma aplicação que o mesmo apresenta. Dessa forma, o aluno estará aprendendo sobre os nomes científicos de plantas, que porventura possam pertencer a sua região, sem decorar tais nomes científicos.

**Figura 66:** Forma de abordagem textual onde os exemplos de plantas são apresentados com seu respectivo nome científico e importância.

Na floresta amazônica há diversos estratos ou andares formados pelas copas das árvores; o teto, ou dossel, localiza-se entre 30 m e 40 m acima do solo. Entre as árvores de grande porte da hileia amazônica destaca-se a castanheira-do-pará (*Bertholletia excelsa*), cujo tronco pode atingir até 4 m de diâmetro e 45 m de altura. Muitos gêneros de árvores, como *Virola* e *Pterocarpus*, têm raízes tabulares, capazes de fornecer maior apoio aos seus troncos gigantes.

Uma das árvores mais típicas da região amazônica é a seringueira (*Hevea brasiliensis*), que pode atingir até 30 m de altura, com tronco de mais de 1 m de diâmetro. É da seringueira que se extrai o látex, do qual é fabricada a borracha natural. Embora a borracha sintética venha sendo cada vez mais

**Fonte:** Coleção LD01 p.254.

Outra maneira que acreditamos ser apropriada para os biomas é por meio de atividades práticas, como aquela encontrada na coleção LD01 (p.262) onde, por intermédio de uma pesquisa em grupo, os alunos devem confeccionar um material informativo sobre determinado bioma (**Figura 67**). Como apontado em Brasil (2017) e Pereira (2002), são nas atividades em grupo que os alunos podem adquirir, com maior facilidade, competências e conhecimentos que favorecem sua compreensão e engajamento para com o conteúdo visto em sala, incluindo a associação com situações de seu cotidiano.

**Figura 67:** Atividade prática com base em pesquisas proposta para os biomas.

#### **20. Pesquisa: Grandes biomas brasileiros**

Forme um grupo com seus colegas de classe. Cada grupo ficará responsável por pesquisar sobre um dos grandes biomas do Brasil. Não se atenha às informações referentes à Biologia; busque informações também em atlas e no seu livro de Geografia, que pode apresentar dados econômicos e socioculturais muito relevantes. Os resultados da pesquisa de sua classe podem ser apresentados a toda a escola, na forma de murais, painéis, jornais, seminários etc.

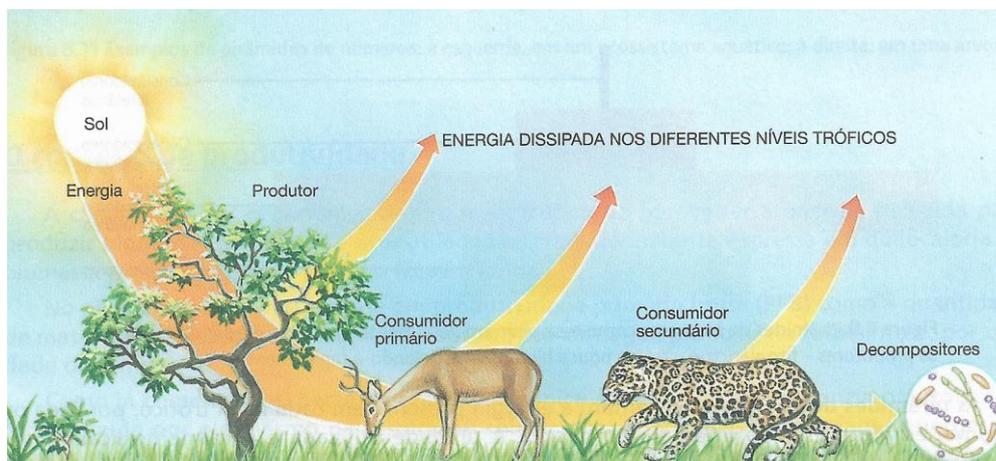
**Fonte:** Coleção LD01 p.262.

No que se refere aos animais, a abordagem é bem semelhante àquela encontrada para as plantas. Os animais típicos de cada bioma são apresentados ora com suas identificações científicas, ora a nível popular. Sendo assim, não podemos falar que em relação ao ensino dos biomas exista uma priorização clara de animais sobre plantas, mas podemos notar essa priorização em situações específicas como mostradas acima.

Ainda não versamos neste trabalho sobre um dos sintomas da CB – a compreensão de modo equivocado das necessidades vitais das plantas no que compete a matéria e energia – conforme sustentam Wandersee e Schussler (2001).

Nesta ocasião, acreditamos ser imprescindível que abordemos esse tema, pois é dentro de Ecologia que abordamos fluxo de energia e matéria através das cadeias e teias alimentares, bem como em pirâmides ecológicas. Para nós esse é um tema que possibilita com êxito e facilidade a interrelação entre plantas e animais, os quais estabelecem entre si uma ligação direta, pautada nas relações tróficas.

**Figura 68:** Fluxo de energia e matéria em uma cadeia alimentar.



Fonte: Coleção LD01 p.197.

**Figura 69:** Representação das plantas em relações bioenergéticas.

como gás carbônico e água. Desse modo, a planta obtém a energia necessária para seu metabolismo. Parte dessa energia é liberada na forma de calor e o restante da matéria orgânica passa a fazer parte do corpo do organismo (raízes, caules e folhas, no caso dos vegetais superiores).

A matéria orgânica e a energia que ficaram retidas nos autotróficos compõem o alimento disponível para os consumidores. Uma parte das substâncias

Fonte: Coleção LD02 p.180.

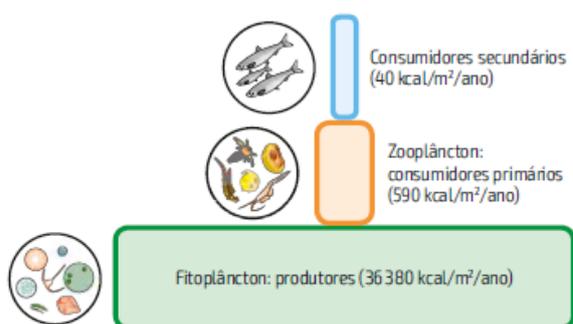
A **Figura 68**, por exemplo, desvela uma representação desse fluxo de energia entre os membros de uma cadeia alimentar. Já na **Figura 69**, constante da coleção LD02 (p.180), o texto traz as plantas como elemento central na produção de energia e matéria em um ecossistema – esse é um dos motivos pelos quais a chamamos de organismos produtores.

É muito importante que aqui o aluno consiga compreender o papel que os produtores desempenham. Em primeiro lugar os produtores podem ser representados por algas, plantas e o fitoplâncton, sendo de extrema importância que todos esses exemplos sejam apresentados para os alunos para que os mesmos compreendam o fluxo de matéria e energia em diferentes ecossistemas.

Mesmo que se deseje exemplificar uma pirâmide de organismos aquáticos, é interessante que haja uma menção de que as plantas também podem participar do processo.

Recomendamos assim que, caso a **Figura 70** seja utilizada, exista esse complemento para que não haja perda de informações. Em segundo lugar, é importante que o aluno compreenda que as plantas não produzem energia, elas apenas convertem energia luminosa em química por meio da fotossíntese, para então utilizá-la e fortuitamente disponibilizá-la aos animais por meio da nutrição. O processo de fotossíntese realizado por esses seres se mostra, então, de grande importância para manutenção da vida, em um sentido que vai além da produção de oxigênio como mostrado na coleção LD03 (p.77) e LD02 (p.177), conforme ilustra a **Figura 71**, quando o assunto sobre produtividade primária e produção de moléculas orgânicas é abordado na coleção LD02.

**Figura 70:** Representação de uma pirâmide de energia onde os produtores são representados pelo fitoplâncton.



**Fonte:** Coleção LD02 p.182.

**Figura 71:** Importância do processo fotossintético.

Assim, os seres autotróficos são indispensáveis a qualquer comunidade ecológica, já que são os únicos capazes de transformar compostos inorgânicos em compostos orgânicos que servirão de alimento a todos os outros seres heterotróficos. Dizemos que os autotróficos são os **produtores** do ecossistema (ou produtores primários).

**Fonte:** Coleção LD02 p.177.

Outro caso que nos chama bastante a atenção nos capítulos destinados à Ecologia, é que comumente e, corroborando com as ideias de Parsley (2020), amostras de animais para exemplificar termos importantes como população, sociedade, habitat, nicho ecológico entre outros. É como se esses termos fossem exclusivos de animais, pois raramente vemos plantas,

ou qualquer outro ser vivo elucidando esses temas. Ao falar de populações, a coleção LD01 (p.214) traz dois exemplos de animais – ratos e pássaros – ao invés de trazer pelo menos um que remeta aos vegetais (**Figura 72**).

**Figura 72:** Conceito de população exemplificado por dois exemplos de animais.

Considere duas espécies distintas, uma de pássaros e outra de ratos, encontradas em ilhas de um arquipélago. Os pássaros, capazes de voar livremente entre as ilhas, podem se encontrar e cruzar entre si; de acordo com os biólogos, eles formariam uma única população distribuída pelas ilhas. Os ratos não conseguem nadar entre as ilhas e, conseqüentemente, o grupo presente em uma ilha não tem oportunidade de cruzar com grupos de ilhas vizinhas; cada ilha, portanto, teria sua própria população de ratos. A partir desse exemplo, pode-se definir **população biológica** como um conjunto de indivíduos de mesma espécie que convivem em determinada área e que podem cruzar entre si de forma natural.

**Fonte:** Coleção LD01 p.214.

Já a coleção LD02 (p.174) vai além, traz três exemplos de animais para exemplificar o conceito de habitat: jacaré do pantanal, capivara e onça pintada. E o mesmo se repete nessa coleção quando os conceitos de sociedade são designados: exemplos de abelhas, cupins e formigas são empregados nas explicações junto a imagens que representam essa sociedade (**Figura 73**). Na coleção LD03 (p.105) podemos elencar isso quando os autores explicam o que é crescimento populacional onde dois exemplos de animais – elefantes e ostras – são utilizados para essa finalidade (**Figura 74**). Novamente, essas coleções não trazem tantos exemplos ligados às plantas para exemplificar as relações ecológicas.

**Figura 73:** Sociedade de cupins e relação com seu predador natural.

### Sociedade dos cupins

Entre os cupins, os operários são machos e fêmeas estéreis. Os soldados também são machos e fêmeas estéreis, mas que apresentam pernas e mandíbulas muito fortes, e são encarregados de defender a sociedade (**figura 16.5**).

Em certas épocas do ano, podemos ver machos e fêmeas alados, conhecidos como **siriris** ou **aleluias**, formando nuvens em torno das lâmpadas, mas o ato sexual realiza-se no solo, depois que ambos perdem as asas. Ao contrário dos zangões e dos machos de formiga, o cupim macho permanece com a rainha na câmara nupcial (cavidade feita na madeira pelo

casal) e a fecunda periodicamente. A rainha pode botar milhares de ovos por dia, e seu abdome aumenta centenas de vezes.



**Figura 16.5** Tamanuá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) alimentando-se em um cupinzeiro. Na foto à direita, cupim imaturo (branco) e cupim soldado (*Comitermes* sp.), com cerca de 8 mm de comprimento.

Foto: Fábio Coimbra/  
Arquivo do IBRAGRO

**Fonte:** Coleção LD02 p.200.

**Figura 74:** Exemplos aplicadas para o conceito de dinâmica de populações.

Em populações naturais, a taxa de mortalidade geralmente é mais ou menos proporcional à taxa de natalidade. Uma população de ostras, por exemplo, produz milhares de ovos em cada estação reprodutiva, mas apenas alguns deles formam indivíduos que atingem a idade adulta ou reprodutiva. Nos grandes mamíferos, entretanto, a taxa de natalidade é menor do que a verificada em populações de ostras, mas a taxa de mortalidade também é menor.

**Fonte:** Coleção LD03 p.105.

Se objetivamos que nossos alunos tenham um maior conhecimento sobre as plantas, é imprescindível que exemplos que as abordem sejam inseridos no ensino de Ecologia em definições menos usuais. Falar de plantas como produtoras ou como elementos centrais na absorção de nitrogênio é um cenário esperado, mas abordá-las em conceitos de habitat e nicho ecológico nos parece um diferencial frente aos resultados que encontramos a partir de nossas análises.

Outro aspecto que nos chama bastante a atenção é quando as coleções se referem à extinção de espécies; o cenário analisado, infelizmente, é muito parecido. Apenas em um registro nas cinco coleções analisadas localizamos a palavra plantas associada a um tema de extinção, o que foi encontrado na coleção LD03 (p.120) quando o quadro “colocando em foco” insere as plantas, assim como os Animais, na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção (**Figura 75**). A mesma coleção, no texto principal relativo à extinção de espécies, faz apenas uma menção indireta às plantas ao falar sobre desmatamento (isto também foi encontrado na coleção LD01, p.275). Além disso, traz como imagem representativa um animal – o peixe boi (**Figura 76**). Já a coleção LD04 (p.245) traz dados reais de levantamento de espécies ameaçadas de extinção na mata atlântica, mas em nenhum momento apresenta exemplos referentes às plantas (**Figura 77**).

**Figura 75:** Espécies de plantas e animais colocadas na lista vermelha.

 **Colocando em foco**

**LISTAS VERMELHAS**

A União Internacional pela Conservação da Natureza (IUCN) é a maior organização ambiental internacional, atuando fortemente na conservação da biodiversidade ao redor do mundo. Ela é responsável, por exemplo, pelas **Listas Vermelhas**, que classificam plantas e animais de acordo com seus riscos de extinção. Para que essas listas sejam elaboradas, é necessário o esforço conjunto de milhares de pesquisadores de vários países, especializados nos mais diversos grupos de seres vivos. Abaixo, seguem alguns dos critérios, determinados pela IUCN, nos quais os pesquisadores se baseiam para determinar se a espécie está muito ou pouco ameaçada:

- **Indivíduos maduros:** refere-se ao número de indivíduos conhecido, estimado ou inferido, com capacidade de reproduzir-se.
- **População e tamanho da população:** número total de indivíduos da população. Por razões funcionais, principalmente em razão das diferenças entre as formas de vida, o tamanho da população se mede apenas com o número de indivíduos maduros.
- **Subpopulações:** grupos da população que estão separados geograficamente ou por outros fatores, dentre os quais o baixo intercâmbio genético ou demográfico.
- **Flutuações extremas:** pode-se dizer que flutuações extremas estão ocorrendo em certos táxons quando o tamanho da população ou a área de distribuição varia de forma muito ampla, rápida e frequente.
- **Localidade:** define uma área distinta geográfica ou ecologicamente, na qual apenas um evento pode afetar drasticamente todos os indivíduos da população nela presentes.

Fonte dos dados: Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Disponível em: <[www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumel/vol\\_1\\_parte2.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/livro-vermelho/volumel/vol_1_parte2.pdf)>. Acesso em: mar. 2016.

**Fonte:** Coleção LD03 p.120.

**Figura 76:** Projeto de preservação do peixe boi ameaçado de extinção.



**Figura 6.3.** Fotografia de um dos tanques de água do mar (oceanários) da base do Projeto Peixe-boi, na ilha de Itamaracá (PE). Eles foram construídos entre 1991 e 2000 e são uma das principais atrações do estado. Esse projeto visa à preservação da espécie. Um peixe-boi mede cerca de 2 m de comprimento.

**Fonte:** Coleção LD03 p.119.

**Figura 77:** Dados reais sobre o desmatamento da Mata Atlântica.

A redução dos habitats e a exploração desenfreada dos recursos florestais, porém, colocaram em risco de extinção grande parte das espécies da Mata Atlântica. Ela é o bioma brasileiro que abriga o maior número de espécies ameaçadas. Entre as 633 espécies de animais consideradas ameaçadas de extinção pelo Ministério do Meio Ambiente em 2004, 383 pertencem a esse bioma, como o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), o mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), o mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*) e a preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*).

**Fonte:** Coleção LD04 p.245.

Já existe um apelo maior nas mídias aos animais, o que desperta nas pessoas um sentimento revoltante quando espécies de animais são mortas e entram em risco de extinção; mas no caso dos vegetais, esse mesmo apelo é infrequente. Por isso, é indispensável que o professor aborde com seus alunos exemplos de plantas ameaçadas de extinção, pois esse pode ser o único momento em que o aluno ouvirá sobre extinção de espécies vegetais.

Fazendo uma reflexão simples, no ano de 2020 o bioma do pantanal foi assolado por uma queimada de grandes dimensões, que acarretou na morte de inúmeras espécies. Ao fazer uma pesquisa rápida em *sites* de busca, identificamos que o número de espécies animais, como a onça pintada, abordado pelas mídias no contexto dessa calamidade ambiental foi muito superior ao número de espécies vegetais queimadas. Temos aqui um caso clássico de ZCH, em que foi atribuído um valor muito maior aos animais do que às plantas, conforme proposições de Hershey (1993; 1996).

Para finalizar, lembramos que não vivenciar experiências práticas de cultivo, observação e identificação de plantas de nossa região, também é um sintoma da CB, conforme apontam Wandersee e Schussler (2001). Como concluímos no primeiro capítulo, as atividades práticas parecem-nos a melhor maneira de aproximar os alunos das plantas.

Sendo assim, gostaríamos de destacar três situações que promovem essa aproximação localizadas no conjunto de cinco coleções. A primeira delas é uma atividade prática (**Figura 78**) em que o aluno deve construir um terrário para compreender com maiores detalhes o ciclo da água. Nesse terrário as plantas devem ser colocadas para que o ciclo se complete, visto que elas realizam processos como respiração e transpiração imprescindíveis para que o ciclo aconteça.

A segunda situação encontra-se na coleção LD03 (p. 29), conforme ilustra a **Figura 79**, em que, de início, é solicitado ao aluno que pesquise e traga exemplos de vegetais comuns

a região onde mora e, no segundo caso, que o mesmo pesquise sobre o bioma de sua região mostrando exemplares de populações de Plantas que o compõe.

**Figura 78:** Atividade prática voltada a construção de um terrário.

## Práticas de Biologia

### Construção de um terrário para observar o ciclo da água

#### Objetivo

Observar o ciclo da água dentro de um terrário.

#### Material

- vidro de boca larga (ou garrafa PET transparente cortada ao meio)
- pequenas pedras (pedriscos) ou argila expandida em quantidade suficiente para preencher o fundo do recipiente
- carvão vegetal triturado em quantidade suficiente para formar uma fina camada no recipiente
- terra vegetal (terra adubada) em volume três a quatro vezes superior ao das pedras
- duas ou três mudas de plantas de espécies diferentes, como musgos, avenças, begônias ou qualquer outra espécie de pequeno porte
- cartolina
- elásticos
- pedaço de plástico transparente ou de cor clara em tamanho um pouco maior que o da boca do recipiente
- pá ou colher
- água filtrada

#### Procedimento

1. Sob a orientação do professor, forme com seus colegas grupos de três a quatro alunos. As atividades de montagem do terrário devem ser distribuídas entre os integrantes do grupo, de modo que todos participem.
2. Lave, enxágue e seque o recipiente, de maneira que não reste nenhum vestígio de sabão. Coloque as pedras ou a argila expandida no fundo do recipiente, formando uma camada. Acima, disponha o carvão. Por fim, coloque a terra.
3. Com a pá ou a colher, abra buracos na terra e plante as mudas. Molhe a terra, de modo que ela fique úmida, mas não encharcada. Cubra o recipiente com o plástico e utilize o elástico para fixá-lo. Coloque o terrário em um local que receba luz solar apenas indiretamente.
4. Durante uma semana, observe o terrário diariamente e anote as mudanças que você observa em relação à água. **ATENÇÃO:** as observações devem ser feitas sem a remoção do plástico.

#### Resultado

1. Cada grupo deve registrar, no caderno, as condições do terrário no dia da montagem, como as espécies plantadas, o estado de hidratação da terra (mais encharcada ou mais seca) e a espessura das diversas camadas de solo, entre outras.
2. Todos os dias, ao chegar à escola, após o intervalo e antes do horário de saída, anote outros aspectos além desses, como se existem pequenas gotas de água sobre as folhas dos vegetais ou no plástico, se o vidro está embaçado, se a terra parece seca, etc.
3. Ao final de uma semana e após responder às perguntas da discussão, cada grupo deve fazer, em uma cartolina, um esquema do terrário e indicar com setas e legendas o ciclo da água dentro dele.



Aspecto final do terrário.  
Cores-fantasia.

#### Discussão

1. Onde foi possível observar melhor a presença de água no terrário?
2. A quantidade de água colocada inicialmente se manteve constante até o final das observações? Justifique.

**Figura 79:** Quadro pense nisso que solicita ao aluno trazer informações sobre a vegetação da região onde mora.

💬

## Pense nisso

- Descreva algumas características da região onde você mora:
  - O clima é frio, quente, chuvoso, seco ou úmido?
  - Qual é o tipo de vegetação mais comum?
  - A maior parte do terreno é plana ou montanhosa?
  - Há praia, rios ou lagos por perto?
- O Atol das Rocas está localizado próximo à linha do equador. Com essa informação, como você acha que é o clima no local? Compare-o com o clima de sua cidade.
- A vegetação da região onde você mora tem alguma relação com o clima local? Explique sua resposta.

**Fonte:** Coleção LD03 p.29.

A terceira e última situação é encontrada na coleção LD05 (p.274), segundo a **figura 80**, em que ao trabalhar sustentabilidade o texto exterioriza a relevância de que as gerações futuras tenham acesso ao meio ambiente igual ou melhor que aquele em que vivemos e, para exemplificar, mostra a figura de uma criança plantando uma muda de árvore.

**Figura 80:** Criança plantando uma muda de árvore.



**Fonte:** Coleção LD05 p.274.

Quando vemos essa imagem da Figura 80, de imediato nos lembramos novamente do programa de “mentor de Plantas – *Mentorship*” sugerido por Wandersee e Schussler (2001) como uma maneira de aproximar crianças e plantas. Práticas simples como essa podem ser realizadas e/ou incentivadas pelos professores e a comunidade escolar como um todo.

Ao se propor aos alunos o manejo de plantas, os mesmos podem acompanhar todo o desenvolvimento do vegetal e, assim como proposto por Krosnick, Baker e Moore (2018) para alunos do ensino superior participantes do Programa de Educação Tutorial (P<sup>3</sup>), o professor pode conduzir as aulas de Botânica concomitantemente ao desenvolvimento do vegetal, possibilitando aos alunos notar e compreender melhor as modificações que ocorrem com o vegetal, seja ele uma árvore ou um legume por ele plantado.

Em suma, por meio dos capítulos destinados à Ecologia, nos atentamos ao fato de que a CB e o ZCH estão presentes em muitas situações identificadas nas cinco coleções didáticas. Porém, não podemos alegar que o aparente quadro de limitação para com as relações Botânicas tem como agente principal o ensino de Ecologia. Como discutimos em relação a **Tabela 2**, os valores de nossas UR para Botânica e Zoologia são iguais, o que indica um número de situações parecidas onde a Botânica e a Zoologia são trabalhadas. Contudo, podemos afirmar que o ofuscamento das plantas pelos animais é bem aparente, principalmente quando nos limitamos a observar os exemplos dados pelas coleções didáticas nas definições de termos importantes da Ecologia.

Enfatizamos aqui, uma necessária introdução de exemplos botânicos ao se trabalhar Ecologia, bem como um melhor cuidado ao referenciá-las, já que percebemos com maior frequência situações onde plantas são citadas, mas não referenciadas adequadamente.

Voltamos a defender que haja uma valorização das atividades práticas nos livros didáticos, que essas sejam de fato propostas pelo professor aos seus alunos e por estes efetivamente realizadas e que haja, acima de tudo, um estímulo por parte da coordenação da escola/colégio para que o professor se sinta à vontade para trabalhar a matéria de maneira mais ativa, sem se preocupar estritamente com o cumprimento de um planejamento anual geralmente centrado apenas na memorização de conceitos e informações. Sobre isso, sugerimos para a abordagem de Ecologia de maneira prática a utilização de uma atividade proposta por Vasques e colaboradores que busca integrar plantas e sua relação com o solo (VASQUES; FREITAS; URSI; 2021). A atividade traz um plano de execução proposto para algumas aulas, onde o aluno poderá compreender melhor a nutrição inorgânica do vegetal, suas adaptações para fixação junto ao solo e sua relação com o meio, sendo esse último objetivo uma das competências esperadas para o ensino de Ecologia.

#### 2.4.4. Conteúdos de Botânica ou Zoologia em Tópicos de Genética

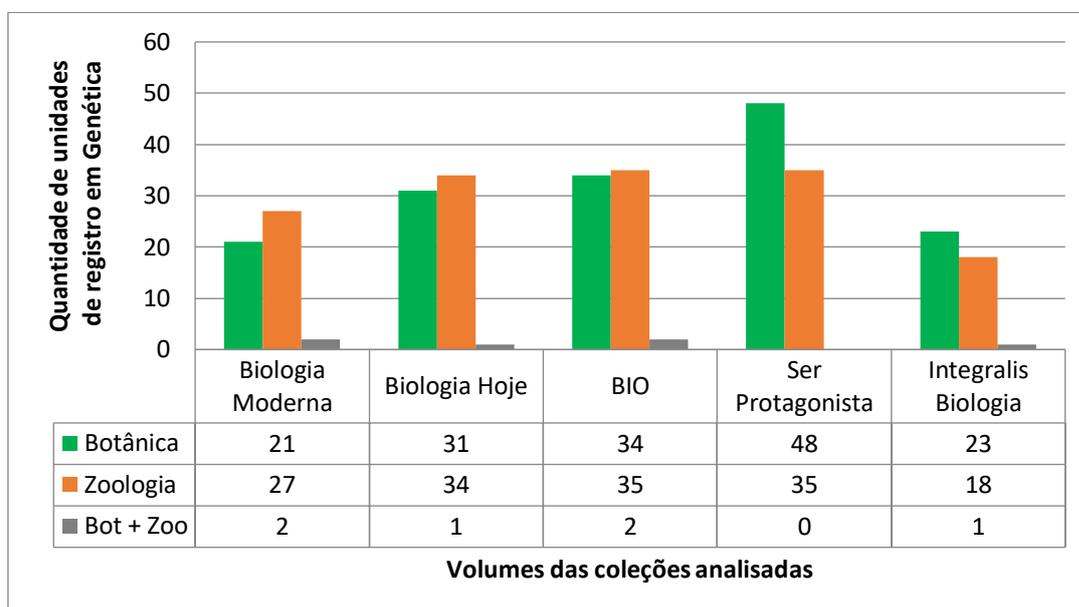
Nesta parte da análise, procuramos observar como assuntos de Botânica ou de Zoologia são abordados nos capítulos e tópicos de Genética nas cinco coleções didáticas. Pudemos identificar inúmeras situações onde plantas e animais são utilizados como exemplos e até mesmo em experimentos que possibilitaram a descoberta de conceitos importantes dentro da Genética. Na análise, buscamos observar esses conteúdos de maneira isolada e em conjunto, ou seja, registrar situações que envolvem assuntos de Botânica em tópicos de Genética, em situações que envolvem assuntos de Zoologia em tópicos de Genética e em situações que envolvem Botânica e Zoologia em tópicos de Genética.

Os valores obtidos para nossas UR indicadas pelos índices se mostraram muito próximos, ou seja, nas coleções analisadas existe um equilíbrio entre plantas e animais no que tange aos exemplos e explicações conceituais nos tópicos de Genética (**Tabela 2**). Contudo, a coleção, LD04, traz um número maior de exemplos de plantas quando comparado às demais coleções. Para as coleções LD02 e LD03 os valores são próximos permitindo afirmar que existe uma equivalência nas situações de abordagem desses seres vivos.

Embora haja uma diferença entre esses valores, ao analisarmos as coleções acabamos por concluir que existe uma tendência de não priorizar animais e/ou plantas no em Genética, algo que não podemos afirmar para a categoria anterior.

O gráfico abaixo (**Gráfico 3**) desvela a porcentagem de eventos para plantas e animais frente ao total de eventos para as duas situações. Nele notamos, como dito acima, uma porcentagem maior de plantas para a coleção LD04, o que nos possibilita dizer que, para o Ensino de Botânica integrado ao ensino de Genética, essa coleção seria a mais adequadas ao trabalho de professores e alunos em relação às demais. Por outro lado, o mesmo não aconteceu com essa coleção quando analisamos os tópicos de Ecologia. Já para a coleção LD05 a mesma apresentou índices maiores tanto para Botânica em Ecologia, como para Botânica em Genética.

**Gráfico 3:** Relação entre Botânica e Zoologia para as coleções analisadas junto ao conteúdo de Genética.



**Fonte:** Produção do autor desta tese.

Diferentemente do que trouxemos para Ecologia, quando relatamos as situações de integração planta-animal, os índices no caso de Genética são baixos ou inexistentes em algumas coleções (**Tabela 2**). Isso ocorre porque no em Genética dificilmente dois organismos são estudados juntos para a observação da variação gênica por exemplo, ressalva para aquelas situações que integram Genética à Evolução. Sendo assim, é necessário que o professor insira em suas aulas, caso busque um ensino mais integrativo, conjunturas que tragam plantas e animais em um mesmo contexto genético.

No ensino de Genética, dois organismos são bastante utilizados, de maneira independente, ora por terem sido base para a construção da Genética mendeliana ora por se tratarem de um organismo modelo para o estudo de Genética: Ervilhas e Drosófilas. É esperado, então, que exista essa dicotomia nos materiais que analisamos em termos de que a maioria de nossos índices se referem a esses dois organismos. Todas as coleções, com ressalvas em algumas situações onde elas não são identificadas a nível específico, apresentam um cuidado e detalhismo ao se referirem às ervilhas e às moscas drosófilas (mosca da fruta).

Como sabemos, a Genética mendeliana foi baseada nas ideias de Gregor Mendel com estudos na Biologia reprodutiva de ervilhas (*Pisum sativum*). As coleções trazem, então, de maneira introdutória à Genética todo o trabalho realizado por Mendel, e, nesse momento, o professor encontra uma oportunidade para trabalhar a Botânica de maneira mais cuidadosa, explicando os caracteres de uma flor necessários e utilizados por Mendel em seus experimentos.

Por exemplo, caso se deseje incluir na aula de Genética características únicas das plantas, o que contribuiria para a prevenção da CB, recomendamos uma abordagem presente na coleção LD02 (p.17). Nela, **Figura 81**, podemos notar que a coleção traz características do ciclo de reprodução das plantas, explanando para os alunos conceitos de estames e carpelos.

**Figura 81:** Trecho que traz características únicas do ciclo reprodutivo das angiospermas.

Quando os grãos de pólen caem no carpelo (ou são levados artificialmente para outra flor, como no caso da ervilha de Mendel), vários gametas femininos são fecundados e formam-se os zigotos. Os zigotos se desenvolverão em embriões, cada um dentro de uma semente (a ervilha). As sementes ficam nos frutos, que, nesse caso, são as vagens. Por isso, ao analisarmos os tipos de semente dentro das vagens, estamos analisando os indivíduos da geração seguinte à da planta que produziu a vagem.

**Fonte:** Coleção LD02 p.19.

Caso se deseje introduzir e/ou revisar conceitos de classificação biológica, as coleções LD04 e LD05 trazem ótimas abordagens para isso. Respectivamente, encontramos nessa coleção definições que trazem as ervilhas, modelo utilizado por Mendel, como pertencentes ao grupo das Leguminosas e das Angiospermas (**Figuras 82 e 83**). Nota-se aqui duas categorias taxonômicas para além do gênero e espécie: filo e família respectivamente, que podem ajudar a contextualização do professor para assuntos como classificação biológica e filogenia.

**Figura 82:** Características taxonômicas (família, gênero e espécie) da ervilha de cheiro. Também traz características de seu fruto, característica da família Fabaceae (Leguminosas).

## Os experimentos de Mendel

A ervilha-de-cheiro (*Pisum sativum*), com a qual Mendel trabalhou, é uma planta do grupo das leguminosas. Seu fruto é uma vagem, no interior da qual se encontram as sementes (ervilhas). Mendel escolheu essa

**Fonte:** Coleção LD04 p.22.

**Figura 83:** Classificação taxonômica (Filo) das ervilhas.

As linhagens puras de ervilhas, como Mendel sabia perfeitamente, permitiam prever com precisão qual seria o resultado após a floração. Lembre-se que a flor das angiospermas tem elementos sexuais. Muitas plantas, como as ervilhas, não necessitam de insetos para se polinizar. Se os estames forem removidos antes de

**Fonte:** Coleção LD05 p.80.

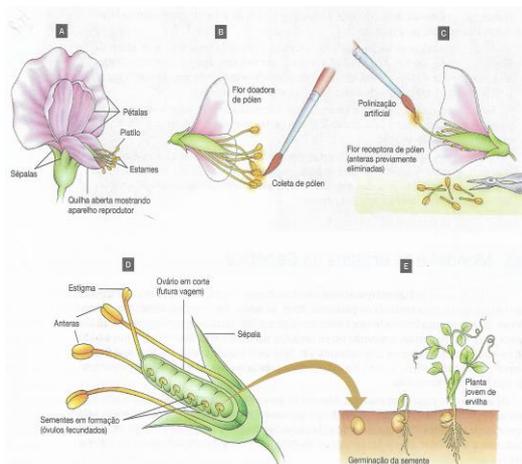
Abordagens mais simplistas retratadas pelas **figuras 84 e 85** trazem imagens da flor de uma ervilha, como ocorre na coleção LD01 junto com a explicação do porque as ervilhas (apresentadas com sua nomenclatura científica) foram utilizadas como material de estudo por Mendel, aproximando-as de um organismo modelo, muito utilizado nesses tipos de estudo.

**Figura 84:** Características de interesse das ervilhas que as tornam um modelo de estudos genéticos.

Ao voltar de Viena, Mendel escolheu como material de estudo a ervilha *Pisum sativum*, espécie ornamental utilizada por híbridos de plantas em virtude de apresentar algumas características favoráveis, tais como facilidade de cultivo e ciclo de vida curto, que permite a obtenção de várias gerações de plantas em pouco tempo. Além disso, as ervilhas apresentam certas características contrastantes e facilmente identificáveis; por exemplo, a característica "cor das sementes" apresenta-se apenas em duas formas: amarela ou verde, dependendo da linhagem que produz a semente. Esses estados da característica "cor das sementes" não se misturam, e a distinção entre eles é inequívoca.

**Fonte:** Coleção LD01 p.13.

**Figura 85:** Etapas do trabalho manual realizado por Mendel com as flores de ervilhas.



**Fonte:** Coleção LD01 p.14.

Para além, imagens também mostram pés de ervilhas identificadas ou não (**Figura 86**). Realçamos aqui, como discutido anteriormente, a necessidade de que haja uma identificação correta do vegetal sempre que apresentado ao aluno para se evitar o reforço à CB.

**Figura 86:** A esquerda plantas de ervilhas identificadas. A direita plantas de ervilhas que não trazem seu nome científico. Ambas as imagens trazem informações sobre frutos e caules.



**Figura 5.4.** Fotografia de detalhe de uma planta de ervilha (*Pisum sativum*), mostrando folhas, frutos (vagens; até 10 cm de comprimento) e, dentro de um dos frutos abertos, sementes.



**Figura 1.2** Na tabela, algumas das principais características do pé de ervilha (os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia). Na foto, pé de ervilha. (O caule dessas plantas varia muito em altura, dependendo da espécie, mas tem, em geral, entre 0,2 m e 2,4 m de comprimento.)

**Fonte:** Coleção LD03 p.116 (à esquerda) e Coleção LD02 p.13 (à direita).

Já para a drosófila (*Drosophila melanogaster*), as considerações a partir da análise das coleções é bem semelhante. As coleções com frequência mostram a importância do espécime para o estudo dos genes como presente na coleção LD02 (p.19), onde o quadro História da Ciência traz o estudo realizado por Thomas Morgan com as moscas (**Figura 87**), bem como trazem situações onde esses insetos são identificados ou não (**Figura 88**). Comunicamos aqui que o fato de as explicações das definições de gene serem restritos ao inseto e não trazer exemplos de plantas, não deve reforçar nos alunos CB ou transparecer concepções acerca do ZCH. Por se tratar de um contexto histórico, as coleções apenas retratam os experimentos e pesquisas da forma como foram realizadas.

O mesmo se aplica aos experimentos de Mendel. Não podemos afirmar que, na conjuntura em que os exemplos são apresentados, existe uma valorização das plantas, visto que os experimentos foram realizados com elas, sendo esperado um maior número de situações que trazem esses vegetais. Claro que, ao se expor características extras, como o nome das estruturas presentes na flor, a classificação taxonômica é um diferencial das coleções e pode ser trabalhado junto ao ensino de Genética.

**Figura 87:** Trecho do quadro História da Ciência que mostra a relação entre os trabalhos de Morgan e *Drosophila*.

A identificação dos fatores de Mendel com os genes veio com os estudos do geneticista estadunidense Thomas Hunt Morgan e de seus alunos Alfred Sturtevant (1891-1970), Calvin Bridges (1889-1938) e Hermann Müller (1890-1967). Entre 1910 e 1915, eles realizaram pesquisas com a mosca drosófila (*Drosophila melanogaster*; em grego *Drosophila* significa 'atração por orvalho' e *melanogaster*, 'barriga escura'), também conhecida como mosca-das-frutas (figura 1.11). A mosca era alimentada com banana, e o laboratório de Morgan era conhecido na universidade como "sala das moscas".

Fonte: Coleção LD02 p.19.

**Figura 88:** A esquerda mutante de drosófilas identificados. A direita (b e c) mutante de drosófilas.



**Figura 5.21** Mutante de *Drosophila melanogaster rough eyes* (re).

Drosófila com asa de comprimento normal (B) e com asa vestigial (C). O tipo de asa em drosófilas é uma característica que segue o padrão de herança previsto pela primeira lei de Mendel. Essas moscas costumam ter até 2 cm de comprimento.

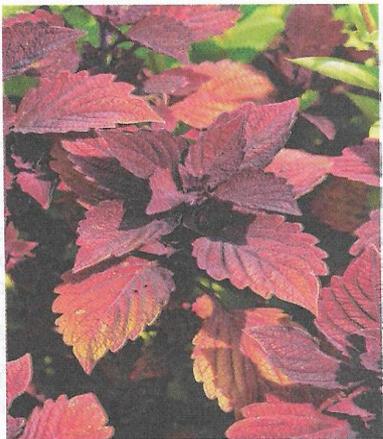
Fonte: Coleção LD05 p.109 (à esquerda); Coleção LD04 p.27 (à direita).

Como destacamos ao analisar os capítulos destinados a Ecologia na categoria anterior, aqui também topamos com várias situações onde plantas e animais aparecem para definir alguns termos. Percebemos cláusulas que são exemplificadas e/ou definidas apenas com exemplos de plantas, apenas com exemplos de animais, e situações mais atrativas aos nossos olhos que abordam plantas e animais para explanação do conceito.

Plantas aparecem em definições como: a) herança mendeliana onde o padrão de coloração das folhas de *Coleus* coloca o estudante em situações práticas para o que acabou de ver sobre os trabalhos de Mendel (Figura 89); b) penetrância, onde o feijão é utilizado para exemplificar o termo (Figura 90); c) dominância incompleta, onde a flor maravilha (*Mirabilis jalapa*) aparece identificada e na abertura do capítulo da coleção LD04 (p.38) ou apenas com

seu nome popular como ocorre na coleção LD03 (**Figura 91**). Outras situações, que não ilustraremos nesse trabalho, como heterozigose em plantas de milho (LD01 p.80), herança poligênica em plantas de trigo do gênero *Triticum* (LD01 p.53) e em ervilhas (LD02 p.38), locus gênico em ervilhas (LD05 p.92) e definições de fenótipo (LD05 p.121), herança citoplasmática presente na coleção LD5 (p.121), também são mostradas tendo vegetais como exemplos.

**Figura 89:** Folhas de *Coleus blumei* como exemplo de herança mendeliana.



STEFFEN HAUSERBOTANIKFOTOLAMYGLOW IMAGES

Figura 1.6 Representação esquemática do cruzamento entre plantas de folhas lobadas e plantas de folhas crenadas de linhagens puras de *Coleus blumei* e formação das gerações  $F_1$  e  $F_2$ . Na fotografia, plantas da espécie *Coleus blumei* de folhas crenadas. As folhas maiores têm aproximadamente 10 cm de largura.

Fonte: Coleção LD01 p.23.

**Figura 90:** Feijão carioca utilizado para explicar o termo penetrância.

Um exemplo de variação fenotípica entre indivíduos com mesmo genótipo é encontrado no feijão-carioca. Essa variedade é homocigótica quanto ao alelo dominante  $L$  de um gene que condiciona a presença de coloração variegada no tegumento da semente, com manchas irregulares claras e escuras. O alelo recessivo desse gene,  $l$ , condiciona semente totalmente pigmentada, sem variação, e está presente na variedade conhecida como feijão-mulatinho (homocigótica  $ll$ ).

Fonte: Coleção LD01 p.28.

Nota: O texto acompanha uma imagem onde sementes de feijões são mostradas e identificadas a nível de espécie.

**Figura 91:** Flor maravilha.



Figura 6.17. Fotografias de flores da planta conhecida como maravilha. Elas medem de 2 cm a 2,5 cm de comprimento.

Fonte: Coleção LD03 p.152.

Para conteúdos de Zoologia presentes em tópicos de Genética, os animais aparecem nas coleções frequentemente nas definições de alelos letais, como podemos observar na **Figura 92**, que traz exemplo dessa herança em camundongos. Ainda em exemplos animais, mas fugindo do clássico pelagem de ratos, a coleção LD04 (p.41) traz esse padrão em mosquitos, mas não há nenhum exemplo vegetal (**Figura 93**). Nesse caso nenhuma coleção aborda exemplos de plantas, sendo que alguns alelos letais em vegetais podem levar à morte das plântulas inviabilizando o desenvolvimento do vegetal, ficando claro a CB e o ZCH.

**Figura 92:** Alelos letais em camundongos.

### Alelos letais

Em camundongos, a pelagem amarela é determinada por um alelo dominante e a pelagem marrom-acinzentada, por um alelo recessivo. Mas o cruzamento de dois camundongos amarelos heterozigotos resulta em uma descendência de 2 amarelos para 1 marrom-acinzentado, e não a proporção esperada de 3 para 1.

Fonte: Coleção LD02 p.20.

**Figura 93:** Trecho do quadro Biologia no cotidiano que traz o exemplo de mosquitos *Aedes aegypti* e sua relação com alelos letais.

Existem muitas maneiras de modificar geneticamente o mosquito *Aedes aegypti* de modo a torná-lo estéril, ou seja, incapaz de gerar descendentes. Uma delas consiste em inserir no macho um alelo dominante que é letal somente nas fêmeas, já que apenas elas são hematófagas, isto é, alimentam-se de sangue. Assim, quando os machos transgênicos são soltos no ambiente e se reproduzem com as fêmeas selvagens, todos os embriões do sexo feminino vão morrer antes de completar seu estágio larval. Os embriões do sexo masculino darão origem

Fonte: Coleção LD04 p.41.

Outras situações em que temos exemplos de animais nos tópicos de Genética são a interação gênica, que utiliza periquitos identificados (LD01 p.45), e alelos múltiplos em coelhos (LD02 p.51). Abordagens com definições exemplificadas apenas por animais compactuam com o pensamento acima por não trazerem exemplos de plantas em nenhuma colocação.

Lembrando das situações mais atrativas, elas são laboradas quando o conceito de epistasia é apresentado ao aluno. A coleção LD03 é ótima nesse aspecto. Ela traz exemplos de plantas, como o padrão da coloração de abóboras para casos de epistasia dominante e o padrão de coloração de cães labradores para epistasia recessiva (**Figura 94**). Na coleção LD01 também encontramos uma situação atrativa para se trabalhar Botânica e Zoologia junto a Genética. Ao versar sobre dominância incompleta, a coleção traz exemplo do padrão de coloração de plantas *Antirrhinum majus* e de animais, como a penugem de galinhas (**Figura 95**).

**Figura 94:** Exemplo de epistasia dominante, a esquerda exemplificada pela coloração de abóboras, e recessiva, a direita representada pela pelagem de labradores.

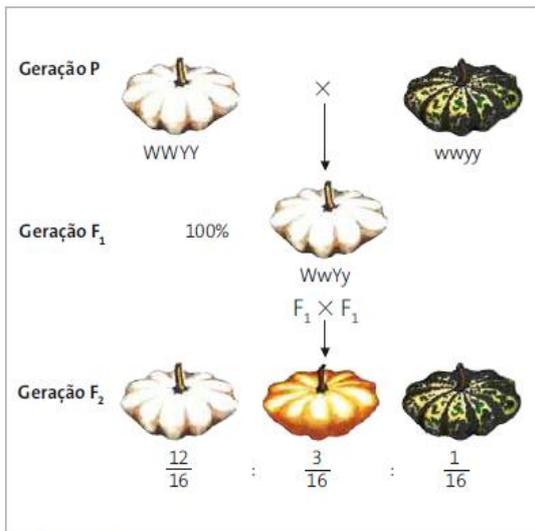


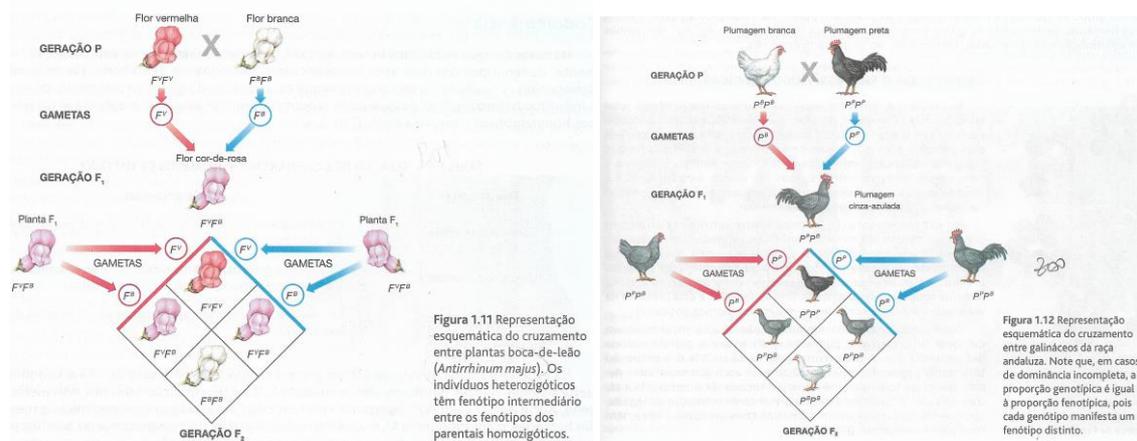
Figura 8.7. Representação do cruzamento entre plantas de abóbora com fruto branco e com fruto verde. (Cores fantasia.)



Figura 8.9. Fotografia de cães labradores com pelagens preta, chocolate e amarela.

**Fonte:** Coleção LD03 p.190, 191.

**Figura 95:** Exemplo de dominância incompleta, a esquerda para flores de *Antirrhinum majus* e, a direita para penugem de galinhas.



**Fonte:** Coleção LD01 p.27.

Este tipo de conduta, ao se falar de plantas e animais, possibilita ao aluno compreender melhor que aquele conceito que ele está aprendendo fora dos capítulos destinados à Botânica e Zoologia podem ser aplicados a ambos os organismos sem nenhum prejuízo ou concepções erradas. É importante que o professor inclua sempre em suas análises e explicações vários exemplos, não apenas de vegetais e animais, para que o aluno consiga em suas diversas situações cotidianas saber explicar e compreender aquilo que está vivenciando. Claro que, no contexto desta tese, valorizamos condutas como essas encontradas nas coleções LD03 e LD01, e esperamos que os professores possam se apropriar delas e de outros exemplos ao tratarem da Genética e outros ramos da Biologia.

Realçamos também que explicações mais específicas sobre plantas permitem compreender melhor suas características únicas, bem como suas necessidades e processo de Evolução, diluindo assim sintomas da CB em nossos aprendizes (WANDERSEE E SCHUSSLER, 2011).

Outro assunto que gostaríamos de abordar, por se tratar de uma situação onde pudemos identificar com facilidade aspectos que podem conduzir o aluno para a CB, é o sistema sexual. As coleções, com ressalva de duas, trazem explicações referentes ao sistema sexual, seja XY, ZW ou XO, apenas para animais, como observamos na coleção LD01 (p. 66) e LD03 (p.198), onde, além de exemplos clássicos, é abordada uma situação específica que ocorre por influência do meio na determinação do sexo de um réptil. Na coleção LD03 vamos além para o exemplo que trouxemos na **Figura 96**. Ele apresenta plantas apenas como um plano de fundo

para a vida zoológica contribuindo assim para a CB, tanto pela apresentação da imagem como por não abordar os vegetais também como um exemplo para herança sexual.

**Figura 96:** Representação de mariposas para exemplificar o sistema sexual ZW.



**Fonte:** Coleção LD03 p.198.

As coleções LD02 e LD04 são mais cuidadosas ao se referirem ao sistema sexual. Na primeira, as plantas apenas são citadas, mas estão lá, mostrando ao aluno que aquele conceito também se emprega a elas. Já a segunda é mais específica e pode ser vista na **Figura 97**, pois traz um quadro explicativo do sexo em mamoeiros bastante relevante, mostrando ao aluno que aquele sistema de determinação do sexo não é exclusivo de animais.

**Figura 97:** Trecho do quadro Saiba Mais que traz como ocorre a determinação do sexo nas plantas de mamoeiro.



#### Determinação do sexo nas plantas

Em muitas espécies de plantas, o mesmo indivíduo apresenta estruturas reprodutoras masculinas e femininas. Essas espécies são chamadas de **monoicas** (do grego *mono*, “unidade”, e *oikos*, “casa”). Os organismos monoicos não apresentam um sistema de determinação cromossômica do sexo, e todos os indivíduos da espécie têm cariótipo semelhante. Esse é o caso da maioria das plantas e também dos animais **hermafroditas**, como minhocas, caramujos e caracóis.

**Fonte:** Coleção LD4 p.90.

Queremos que os alunos aprendam sobre plantas, mas como ensinar de maneira efetiva se as negligenciamos em situações em que elas podem ser trabalhadas? Para Bozniak (1994), existe uma tendência de biólogos ensinarem mais sobre animais do que plantas, e isso se mostra coerente quando observamos em coleções didáticas abordagens que destoam dessas duas últimas que trouxemos. Mesmo que o professor não inclua em sua explicação, por inaptidão ou insegurança, exemplos de plantas, quando os LD trazem em textos e/ou imagens situações onde os vegetais são trabalhados em momentos não convencionais, o professor acaba se inteirando do assunto e assimilando em sua gama de conhecimentos que as Plantas se incluem para aquele contexto visto em sala. Agora, quando professor e LD não abordam questões acerca dos vegetais a aquisição de conhecimentos sobre o grupo acaba por ficar limitada ao interesse do aluno, que pode recorrer a *sites* não confiáveis para sanar suas dúvidas.

No que compete a situações que integram conteúdos sobre plantas e animais em tópicos de Genética, encontramos algumas situações nas coleções que analisamos. A primeira é bem recorrente na Biologia, pois parece existir um grande interesse de pesquisadores por organismos que brilham no escuro. Sim, camundongos e plantas brilham no escuro e são assuntos recorrentes em Genética na sessão sobre transgênicos, quando, por exemplo, genes de vagalumes são inseridos em plantas de tabaco (LD01 p.90 e LD03 p.225 – **Figura 98**). Essa é uma situação divertida que possibilita ao professor despertar o interesse dos alunos ao abordar um tipo de planta não convencional. Além disso, questões sobre coevolução, característica dos vegetais, processos metabólicos como fotossíntese e polinização podem ser trabalhados em sala correlacionadas ao exemplo obtido a partir do gene de um animal.

Lembramos que, como apontado por Vasques e colaboradores (2021), ser insensível às características estéticas e únicas das plantas é um dos sintomas, bem como definições, da CB. Claro que, no cotidiano do aluno, o mesmo não irá se deparar com uma planta brilhando em seu jardim (será?), mas essa é uma ótima possibilidade para o educador correlacionar o exemplo com características comuns estéticas, evolutivas e fisiológicas dos vegetais.

**Figura 98:** Plantas de tabaco geneticamente modificada a partir da inserção de genes do vaga-lume.

Um exemplo curioso é o de plantas de tabaco contendo o gene associado à bioluminescência do vaga-lume. Quando essas plantas são regadas com água contendo a proteína luciferina, elas produzem luz (Fig. 9.20). Isso ocorre porque o gene do vaga-lume presente nas células da planta codifica uma enzima chamada luciferase, que catalisa a reação química com a luciferina, a qual libera energia luminosa.



**Figura 9.20.** Fotografia de planta de tabaco com gene de vaga-lume, que lhe deu a característica de bioluminescência.

**Fonte:** Coleção LD03 p.225.

E já que o assunto são os transgênicos, quando plantas transgênicas como milho, soja e ervilha são relatados aos alunos existe uma aproximação desse grupo para com o seu cotidiano. Para Wandersee e Schussler (2001), a incapacidade de reconhecer a importância das plantas para o cotidiano dos alunos é uma das definições cabíveis para a CB. Já o fato de os mesmos não prestarem atenção nas plantas presentes em seu cotidiano, consiste em um sintoma da CB. Sendo assim, é importante que abordagens como essas encontradas nas coleções, que trazem exemplos de vegetais transgênicos, muito deles presentes na mesa do aluno durante várias refeições, seja mantido. As coleções que analisamos trazem com frequência exemplos de plantas transgênicas como as supracitadas, comuns na alimentação dos alunos.

Já para a clonagem, a referência às plantas também está presente. A coleção LD04 (p. 106) traz um elemento textual onde detectamos a importância da clonagem de plantas para o combate às pragas (**Figura 99**). A mesma coleção traz o exemplo mais clássico e discutido pelas demais coleções, que é a ovelha Dolly. Todo o processo de Biologia reprodutiva realizado por Ian Wilmut é explicado em um quadro intitulado Biologia se discute. Embora a forma que a Botânica foi tratada seja diferente daquela em que os animais foram tratados nas coleções – com imagens –, temos aqui uma correta referência às plantas, demonstrando ao aluno que esse processo genético também se aplica a elas.

**Figura 99:** Clonagem em plantas.

A **clonagem de plantas** é utilizada para obter cópias de indivíduos com alguma característica de interesse, como maior resistência às pragas. As técnicas de clonagem vegetal são mais simples e utilizadas há mais tempo que as técnicas de clonagem animal. Elas envolvem a produção de indivíduos a partir de células ou segmentos de vegetais como galhos, folhas ou brotos.

**Fonte:** Coleção LD04 p.106.

A outra situação que surpreende nos capítulos de Genética por trazer a interação Botânica–Zoologia, é aquele encontrado na coleção LD01 (p. 63), que traz na imagem de abertura do capítulo uma planta sendo polinizada, imagem essa que traz a identificação de ambos os organismos bem como explicações acerca do processo benéfico para eles (**Figura 100**). É interessante destacar que a mesma coleção, assim como outras que analisamos, não traz nos capítulos de Ecologia, em especial na parte sobre relações ecológicas, uma imagem tão bem trabalhada como essa, a qual abre frente para abordar conceitos de polinização junto à Genética, como a influência na manipulação de genes no processo.

**Figura 100:** Exemplo de polinização.



A coloração, o odor e o néctar das flores são estratégias que atraem organismos como as abelhas. Em sucessivas visitas, esses insetos transportam pólen de flor em flor, promovendo a reprodução das plantas. Na foto, abelha *Apis mellifera* sobre inflorescência da espécie *Symphyotrichum oolentangiense*. Essa abelha mede cerca de 12 mm de comprimento.

**Fonte:** Coleção LD01 p.63.

Como temos discutido ao longo de todo este trabalho, situações que mostrem a importância das Plantas bem como atividades práticas são ótimas vias para prevenir a CB e maximizar a aquisição de conhecimentos aos alunos.

A planta *Artemisia annua* é um exemplo dentro da Genética que traz uma planta e seu valor. Essa planta, como mostrado na **figura 101**, é empregada ao tratamento da malária, tratamento esse já aprovado por órgãos competentes e que visa contemplar países carentes e com altos índices da doença. Na coleção, é apresentado uma imagem da planta com seu tamanho, enquanto o texto descreve como a mesma age no combate a essa doença. Para o educador, essa é uma oportunidade que ele pode aproveitar para falar sobre a estrutura do vegetal, sua classificação em termos de angiospermas, bem como a função dessa substância para o vegetal frente à proteção contra a herbivoria.

**Figura 101:** Planta *Artemisia annua* utilizada no combate à malária.



**Figura 9.22.** Fotografia de *Artemisia annua*. Chega a medir cerca de 2 m de altura.

Um exemplo de interesse médico é a produção, já em andamento, do princípio ativo usado no tratamento da malária: a artemisinina. Até pouco tempo atrás, essa substância era extraída da planta *Artemisia annua* (Fig. 9.22), mas os custos são elevados e o processo é demorado e dependente da sazonalidade da plantação.

**Fonte:** Coleção LD03 p.226.

Em relação às atividades práticas, as quais visam fornecer aos alunos instrumentos diferentes para obter um conhecimento para além de uma aula expositiva, pudemos observar quatro atividades práticas nos tópicos de Genética das coleções que analisamos, estando duas delas situadas na coleção LD04.

A primeira, retirada da coleção LD02, se relaciona ao conceito de DNA e traz a extração do DNA de morangos como proposta (**Figura 102**). Ao final é solicitado ao aluno que responda duas questões diretamente ligadas ao experimento realizado e as observações acerca do mesmo, e uma questão extra para compreensão de testes atuais para o processo. Plantas aqui são empregadas, então, em uma atividade investigativa aproximando-as dos alunos. Além disso a fruta escolhida está presente no cotidiano de muitos alunos, seja na mesa ou durante os intervalos escolares. Apontamos também que essa atividade traz como elemento textual etapas que o aluno deve seguir para obter um resultado final esperado, sendo assim, entendida como uma atividade roteirizada (BORGES; MORAES, 2002). Como elucidamos no primeiro capítulo, é interessante que o professor estimule a realização das atividades práticas para além do roteiro, para que os alunos possam investigar novas possibilidades de sua realização e resultados possíveis.

**Figura 102:** Atividade prática de extração do DNA de morangos.

#### Atividade prática

##### Extração de DNA de morangos

Nesta atividade de extração de DNA, você vai precisar de: morangos maduros; água filtrada; 2 colheres (chá) limpas; um pouco de sal de cozinha; cerca de 50 mL de detergente incolor; coador descartável de café (ou filtro de papel de laboratório); dois copos de plástico; saco plástico impermeável com fecho hermético (do tipo usado para guardar alimentos congelados); funil; frasco pequeno de vidro (incolor e com paredes retas; ou um tubo de ensaio com cerca de 3 cm de diâmetro); vareta fina de bambu.

O professor deverá providenciar com antecedência um vidro pequeno com tampa contendo álcool etílico 90 °G.L., e um recipiente de isopor com gelo picado. Um pouco antes do início da prática, o vidro com álcool deve ser colocado no gelo, porque o álcool deverá ser usado gelado.

Retire as "folhinhas" verdes (sépalas) dos morangos, lave-os e coloque-os dentro do saco plástico. Acrescente 4 colheres de água filtrada e feche bem o saco. Esmague bem os morangos, comprimindo-os dentro do saco por alguns minutos. Coloque quatro colheres de água filtrada em um dos copos, acrescente uma colher de detergente e duas pitadas de sal. Mexa com a colher e, em seguida, usando a outra colher, acrescente duas colheres da fruta esmagada. Mexa devagar a mistura (para não formar bolhas) por cerca de quatro minutos. Coloque o coador de papel sobre o outro copo ecoe a mistura.

Em seguida, o professor deverá colocar um pouco desse filtrado no frasco de vidro e acrescentar devagar, procurando fazer o líquido escorrer pela lateral do frasco, o álcool gelado (aproximadamente o dobro do volume do filtrado). Depois de alguns minutos devem aparecer fios brancos na superfície da mistura, que podem ser pescados com o auxílio da vareta fina de bambu. Esses fios são o DNA do morango. É possível provar essa afirmação, mas, para isso, é preciso realizar alguns testes especiais em laboratório.

1. O detergente (ou o xampu incolor, que também pode ser usado) é importante para retirar o DNA do interior das células, pois dissolve um tipo de molécula que faz parte da composição de determinadas estruturas da célula. Que molécula é essa e quais são essas estruturas?
2. Um estudante afirmou que os alimentos transgênicos são perigosos para a saúde porque possuem DNA. Embora alimentos transgênicos precisem ser testados para verificar riscos para a saúde e para o ambiente, o que há de errado com a frase do estudante?
3. Existe um teste relativamente simples para identificar e quantificar o DNA das células, mas que só deve ser realizado por técnicos de laboratório, em ambiente adequado, porque envolve o uso de um ácido muito corrosivo. Pesquise (em livros, na internet, em CD-ROMs) como se chama esse teste.

Fonte: Coleção LD02 p.109.

Na coleção LD03 (**Figura 103**), a atividade é voltada a uma pesquisa que solicita aos alunos que tragam para a sala de aula informações pertinentes sobre o tema transgênicos na forma de um *blog* que deve ser feito em conjunto com os demais alunos e professor. A capacidade de comunicar as informações apreendidas, como apontado por Pereira (2002), é um dos conhecimentos atitudinais que se espera que o aluno desenvolva durante o ensino-aprendizagem escolar e uma proposta de atividade como essa compactua com isso.

**Figura 103:** Fragmento da atividade sobre transgênicos.

Você pode perceber que o debate é acirrado e que existem muitas informações conflitantes. Atualize-se sobre a questão, fazendo o seguinte:

- a) Acesse os *sites* indicados e leia as entrevistas completas. Além disso, procure em jornais, revistas e em outros *sites* mais argumentos contra os alimentos geneticamente modificados e a favor deles. Procure também saber quais são as últimas regulamentações sobre o cultivo de plantas transgênicas no país, consultando o *site* do Ministério do Meio Ambiente ou outras publicações. Com que posições você concorda?
- b) Produza um texto com as suas opiniões sobre o assunto e, junto aos colegas e ao professor, publique o texto em um *blog* feito pela turma. Use-o para discutir e divulgar o que a turma pensa sobre o tema. Você pode incluir imagens, vídeos e *links* para outros *sites*, por exemplo.

Fonte: Coleção LD03 p. 231.

Por fim, as duas últimas atividades encontram-se na coleção LD04. A primeira delas, **Figura 104**, envolve o aluno no estudo da diversidade dentro de uma espécie. Essa atividade tem como organismo de estudo, sementes de feijão-de-lima e vagens de amendoins torrados. Ou seja, as plantas, comuns ao cotidiano dos alunos, são instrumentos para a investigação de termos comuns à Genética. Nessa atividade, por intermédio de medições, os alunos devem preencher uma tabela para análise de discussão para com os demais alunos em sala. Ao final, três exercícios requerem dos alunos a interpretação de seus dados obtidos nos experimentos.

Já na segunda, **Figura 105**, a atividade vai além de uma simples prática. É sugerido aos alunos, durante o estudo da biotecnologia, que montem uma exposição sobre o impacto que as descobertas da biotecnologia têm sobre a sociedade. Para tal, os mesmos devem buscar reportagens sobre o tema e elaborar comentários explicativos sobre elas. Essa não é uma prática restritiva às plantas, mas possibilita que compreendamos o quanto os alunos se interessam pelos vegetais, dado que as possibilidades de temas são inúmeras. Além disso, dentre os temas sugeridos temos o plantio e consumo de alimentos transgênicos. Dentre as quatro atividades práticas que localizamos nos tópicos de Genética das cinco coleções analisadas, essa nos parece ser a mais interessante justamente por possibilitar ao aluno que traga para a sala diferentes temas, revelando o quanto eles assimilaram o conteúdo das aulas e tendem a ter uma preferência ou não por plantas.

**Figura 104:** Atividade prática voltada a diversidade fenotípica e genotípica de uma espécie.

## Práticas de Biologia

### Diversidade dentro de uma espécie

#### Objetivo

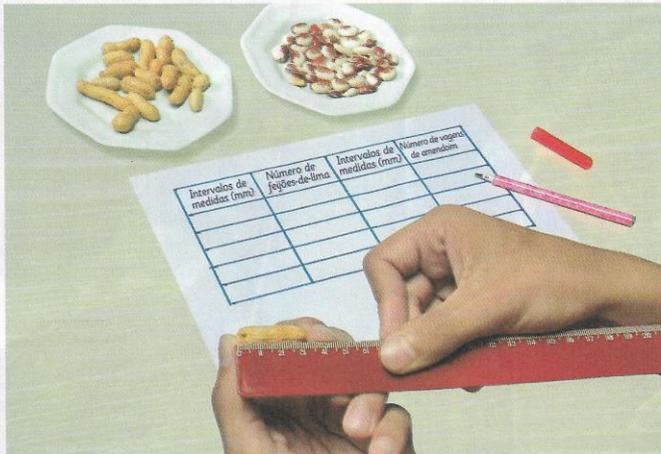
Analisar as diferenças morfológicas entre os indivíduos de uma mesma espécie e refletir sobre a variabilidade genética dos seres vivos.

#### Material

- sementes de feijão-de-lima e vagens de amendoim torrado
- régua ou paquímetro

#### Procedimento

1. Com o auxílio do professor, formem grupos com cinco alunos.
2. Cada grupo deve analisar 20 sementes de feijão-de-lima e 20 vagens de amendoim torrado.
3. Com a régua, ou o paquímetro, meçam o comprimento de cada semente de feijão-de-lima e de cada vagem de amendoim (veja imagem abaixo). É importante que cada grupo escolha um dos integrantes para realizar todas as medições a fim de padronizar o erro inerente a esse procedimento.
4. Registrem os dados em uma tabela.



Eduardo Santalestra/DBR

Ao usar a régua, considere o milímetro como unidade de medida. Assim, no caso de obter, por exemplo, uma medida entre 16 e 17 mm, escolha um desses valores como resultado em vez de registrar 16,5 mm.

#### Resultado

1. Com o auxílio do professor, reúnam os dados de todos os grupos e elaborem no caderno uma tabela como a apresentada a seguir. Os intervalos de medidas devem ser definidos de acordo com os dados obtidos.

Intervalos de medidas (mm)	Número de feijões-de-lima	Intervalos de medidas (mm)	Número de vagens de amendoim
15-17		20-25	
18-20		26-30	
...		...	

2. Depois, construam um gráfico de colunas com os resultados anotados na tabela.

#### Discussão

1. Que conclusões você pode tirar a respeito do comprimento dos feijões-de-lima? E das vagens de amendoim?
2. Você observou outras diferenças morfológicas entre os indivíduos de cada espécie analisada? Descreva-as.
3. Como podem ser explicadas as semelhanças e diferenças entre os indivíduos de uma mesma espécie?

**Figura 105:** Fragmento da atividade que propõe o uso da biotecnologia sobre a sociedade sugerindo a utilização de plantas.

### O que você vai fazer

Você e seus colegas vão montar uma exposição sobre o impacto que as descobertas da biotecnologia têm sobre a sociedade. Para isso, vocês buscarão reportagens sobre temas relacionados a esse assunto e elaborarão comentários explicativos sobre elas.

### Preparação

A turma deve ser organizada em equipes de quatro ou cinco integrantes. Cada equipe vai pesquisar reportagens que abordem algum aspecto da biotecnologia ou alguma pesquisa em genética. O plantio e o consumo de alimentos transgênicos e a pesquisa com células-tronco embrionárias, por exemplo, são alguns assuntos frequentes nos meios de comunicação.

Busquem textos publicados em jornais, revistas ou *sites*. Cada grupo deve escolher uma reportagem diferente, e os grupos devem conversar para garantir que sejam abordados assuntos variados.

**Fonte:** Coleção LD04 p.118.

Com as análises apresentadas acima podemos concluir que, em nossa quarta e penúltima categoria de análise, parece existir uma atenção maior para com as plantas. Ainda há alguns desafios como a identificação sobre os vegetais, principalmente aqueles de interesse nacional, bem como a inclusão de exemplos que abordem conceitos para além do cenário animal, que precisam ser superados. Mas, no geral, os vegetais aparecem em contextos mais diversificados que nos conteúdos de Ecologia, onde eles predominam, por exemplo, nas relações ecológicas, cadeias alimentares e ciclos biogeoquímicos.

Outra questão que nos surpreende naquilo que compete à CB refere-se às poucas situações no capítulo de Genética que reforçam essa noção. Pelo contrário, parece existir, mesmo que de forma involuntária, esforços ao se combater esse fenômeno junto ao ensino dos genes. Podemos notar isso quando vemos que, em apenas uma situação, as plantas são utilizadas como plano de fundo dos animais, algo que não se repete nos focos de análise anteriormente apresentados. Isso nos leva a questionar: por que os demais capítulos das coleções analisadas não são tratados da mesma forma que a Genética? Talvez a resposta esteja no fato de que as plantas têm um papel mais utilitário junto a Genética, porém outras pesquisas precisam ser realizadas para que se obtenha uma resposta para essa pergunta.

Sentimos falta nos capítulos investigados de um maior número de situações que tratem a Botânica integrada à Zoologia, e não de maneira fragmentada como podemos notar pela falta de ocorrências na coluna Botânica + Zoologia presente na **Tabela 2**. Recomendamos que as futuras coleções se empenhem em incluir situações mais integrativas desses seres vivos, pois assim a chance de que haja uma priorização dos animais sobre as plantas será bem menor.

Quanto às estratégias práticas de ensino, novamente percebemos que a coleção LD04 é a que traz maiores situações que envolvam o aluno para além da exposição teórica de conteúdo. Assim sendo, com base no que concluímos no Capítulo 1 sobre as estratégias de ensino, recomendamos a incorporação dessas práticas junto às demais coleções para que o aluno consiga compreender de maneira prática conteúdos vistos na sala de aula.

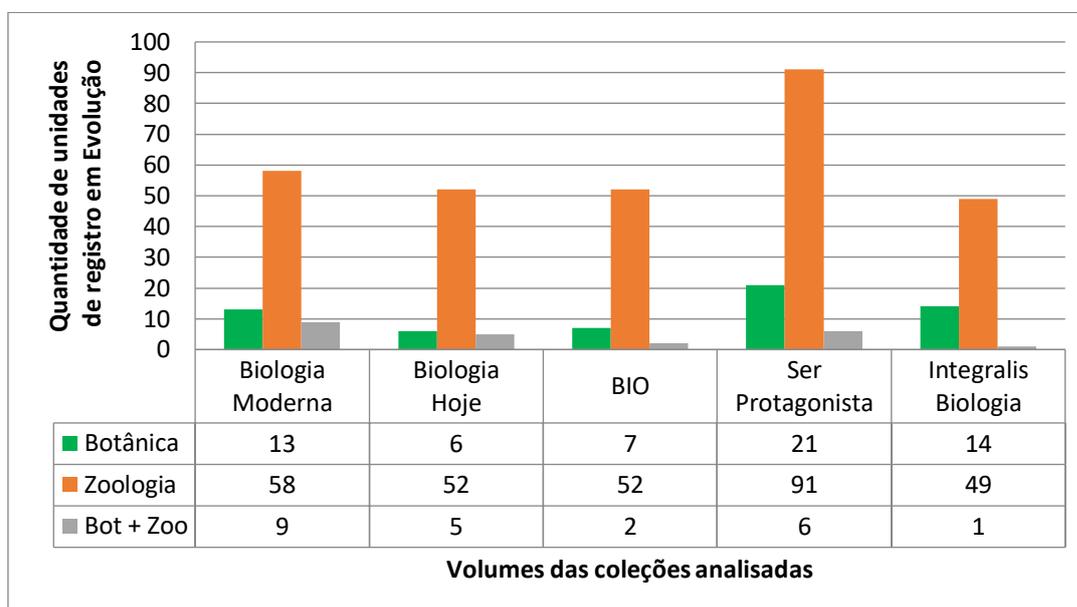
#### **2.4.5 Conteúdos de Botânica ou Zoologia em Tópicos de Evolução**

Chegamos na última categoria de nossa análise, onde nossas análises revelaram que um dos principais elementos desencadeadores junto aos LD para a CB e o ZCH é a maneira pela qual os conteúdos de Evolução são apresentados aos alunos. Quando o professor administra suas aulas, existe uma tendência na utilização de um maior número de exemplos que trazem os animais como protagonistas (LINK-PEREZ *et al.*, 2010; SCHUSSLER *et al.*, 2010), e encontramos algo muito semelhante nas coleções que analisamos. O número de situações onde a Botânica é abordada junto a Evolução é muito inferior às situações da Zoologia.

Como nos focos de análise anteriores, iremos apresentar, agora, as ocorrências nas coleções didáticas da abordagem de conteúdos de Botânica ou de Zoologia (separadamente) em capítulos e tópicos sobre Evolução, bem como conteúdos integrados de Botânica e Zoologia nos assuntos sobre Evolução.

Quando nos atentamos ao **Gráfico 4**, construído com base na **Tabela 2**, observamos que essa priorização do conteúdo animal é bem marcante, reforçando as abordagens zoolochauvinistas e estimulando, consciente ou inconscientemente, a CB no pensamento dos estudantes. Não estamos nos referindo a uma pequena diferença, igual àquela que obtivemos como resultados nos focos de análise relativas à Ecologia e Evolução, mas sim de uma diferença superior a 80% para alguns casos.

**Gráfico 4:** Relação entre o conteúdo de Botânica e de Zoologia nos capítulos e tópicos destinados a Evolução nas cinco coleções analisadas.



**Fonte:** Produzido pelo autor desta tese.

Podemos perceber que o maior percentual relativo às plantas, quase 30%, quando comparado ao total de nossos índices é encontrado na coleção LD05. Todas as outras coleções trazem cerca de 20%, ou menos, do conteúdo destinado à Botânica quando comparado ao total composto pelos registros de Botânica e Zoologia. Destacamos que a coleção LD02 é aquela que apresenta a maior disparidade entre Botânica e Zoologia, com cerca de 10% das ocorrências com conteúdo de Botânica, enquanto Zoologia comparece com 90%, uma diferença tão grande que não há como não dizer que essa coleção reforça as noções de ZCH e CB.

Como mencionado anteriormente, Lajolo (1996) aponta para a importância da qualidade dos LD sendo eles, determinantes na qualidade do ensino. Além disso, os LD consistem em uma das ferramentas, se não a única, que o aluno pode recorrer para além do professor, isso quando o LD está disponível para o aluno na sala de aula e na sua residência. Infelizmente os resultados que obtivemos corroboram os resultados obtidos na literatura (LINK-PÉREZ *et al.*, 2010; BALAS; MOMSEN, 2014), segundo os quais os animais são supervalorizados no ensino escolar de Biologia e Ciências. Contudo, nenhum dos artigos que lemos até o presente momento traz essa forte correlação entre Evolução e CB nos livros didáticos conforme resultados encontrados nesta pesquisa, sendo essa uma nova e valiosa contribuição para se entender o Ensino de Biologia e Ciências e sua associação com a CB e ZCH. Trabalhos como estes supracitados não trazem especificamente categorias, as quais chamamos de focos de análise, como as que configuramos em nossa análise das coleções

didáticas, sobretudo a busca de abordagens integradas de conteúdos de Botânica ou de Zoologia com outros ramos da Biologia. Os trabalhos encontrados em nossa revisão bibliográfica estão mais interessados em entender, de uma maneira geral, como animais e plantas aparecem nos LD como um todo, sem realizar cruzamentos de ramos da Biologia.

Azevedo *et al* (2020) faz uma análise identificando concepções Zoocêntricas nas coleções de Biologia do PNLD 2018. Diferentemente do que realizamos, ele observou a coleção como um todo, encontrando, para as mesmas coleções que analisamos nesta tese, um percentual de 46,5 a 55% destinado aos animais. Testificando nossas ideias de que existe uma correlação direta entre o ensino de Evolução e a CB, o autor ainda aponta, como demonstraremos em breve, que dentro da Evolução, teorias evolutivas, seleção natural e filogenia trazem com frequência situações animais para exemplificação desses conceitos (SANTOS; KLASSA, 2012 *apud* AZEVEDO *et al*, 2020; COUTINHO; BERTHOLOMEI-SANTOS, 2013 *apud* AZEVEDO *et al*, 2020).

Sendo assim, o objetivo da presente categoria de análise foi identificar como a Botânica e a Zoologia são trabalhadas junto a Evolução de maneira separada ou integrada. Já adiantamos que a correlação entre Botânica + Zoologia foi muito baixa, como mostra a **Tabela 2**. A seguir, iremos apresentar situações que nos forneceram bases para concluir e afirmar que a forma como a Evolução é abordada nas coleções é um forte fator, talvez o principal, desencadeador da CB nos alunos quando nos restringimos a ótica dos LD.

Como apontado por Azevedo *et al* (2020), no que se refere às mesmas coleções utilizadas nesse trabalho, ao se tratar de teorias evolutivas existe uma clara predominância do conteúdo animal, o que reforça o ZCH, bem como um não apontamento de situações onde as Plantas se enquadram dentre outras situações que apoiam assim a CB.

Por exemplo, ao tratar de seleção natural, dentre todas as cinco coleções aqui analisadas apenas uma delas (LD01) traz um elemento textual relativo às plantas exemplificando o processo (**Figura 106**).

**Figura 106:** Trecho abordando seleção natural em plantas.

acasalar com elas, o que lhes permite perpetuar suas características. Plantas competem umas com as outras pela umidade do solo, por nutrientes e até mesmo pela luz solar. De uma forma ou de outra, em última análise, a seleção natural implica a reprodução diferencial dos indivíduos de uma

**Fonte:** Coleção LD01 p.121.

Do mais, todos os casos de seleção natural, com ressalva à seleção artificial, utilizam majoritariamente exemplos de animais. Porque ressalva à seleção artificial? Por definição seleção artificial consiste em um tipo especial de seleção natural, e nesse caso temos um único exemplo de planta que se repete nas coleções. A **Figura 107** desvela essa situação, onde o processo de seleção artificial para *Brassica oleracea* é mostrado aos alunos, assim como ocorre nas coleções LD01, LD03 e LD04.

**Figura 107:** Seleção artificial a partir de plantas de mostarda selvagem.



mostarda-selvagem

**Figura 8.8** Da mostarda-selvagem (*Brassica* sp.; 30 cm a 1 m de altura), por meio de cruzamentos conduzidos pelo ser humano, foram obtidos o repolho, a couve-de-bruxelas, o brócolis e a couve-flor. (Os elementos da figura não estão na mesma escala.)

**Fonte:** Coleção LD02 p.118.

Wandersee e Schussler (2001) apontam para a necessidade de se aproximar as Plantas de situações cotidianas como forma de prevenção à CB e, nesse caso, abordar as demais variedades como repolho, brócolis e couve-flor obtém êxito nessa aproximação. Porém, um único exemplo, dentre uma grande gama de exemplos que abordam animais, não nos parece efetivo para fomentar nos alunos a compreensão de que os vegetais também participam de um processo evolutivo.

Quanto a essa “gama de exemplos” que se correlacionam aos animais, temos momentos onde eles são utilizados para exemplificar as ideias de Lamarck, como a lei do uso

e desuso (**Figuras 108 e 109**), e seleção natural de Darwin e Wallace elucidado por seleção sexual e mimetismo (**Figura 110 e 111**), coloração de advertência (**Figura 112**), camuflagem (**Figura 113**) e situações vivenciadas por Darwin durante sua viagem (**Figura 114**).

**Figura 108:** Situação encontrada nos materiais acerca do ensino lamarckista.

“A girafa vive em lugares onde o solo é quase invariavelmente seco e sem capim. Obrigada a comer folhas e brotos no alto das árvores, ela é forçada, continuamente, a se esticar para cima. Esse hábito, mantido por longos períodos de tempo por todos os indivíduos da raça, resultou nas pernas anteriores mais longas que as posteriores e o pescoço tão alongado que a girafa pode levantar a cabeça a uma altura de 5 metros, sem tirar as pernas anteriores do solo.”

**Fonte:** Coleção LD03 p.244.

**Figura 109:** Situação encontrada nos materiais acerca do ensino lamarckista.



**Figura 7.10** Para Lamarck os seres vivos tinham uma tendência ao aperfeiçoamento. Se não usassem os olhos, por exemplo, as gerações seguintes deixariam de desenvolvê-los. Na foto, peixe cego (*Anoptichthys jordani*) encontrado apenas em águas muito profundas de cavernas sem luz no México.

**Fonte:** Coleção LD05 p.155.

**Figura 110:** Exemplo de seleção sexual em aves.



Casal de fragatas (*Fregata magnificens*) durante a corte. Observe que só o macho (à direita) tem o papo vermelho.

**Fonte:** Coleção LD04 p.137.

**Figura 111:** Exemplo de mimetismo em borboletas.



Fonte: Coleção LD04 p.137.

**Figura 112:** Exemplo de seleção natural aplicado à coloração de advertência.



Fonte: Coleção LD01 p.127.

**Figura 113:** Exemplo de camuflagem animal.



Fonte: Coleção LD04 p.122.

**Figura 114:** Exemplo de jabotis gigantes das ilhas galápagos.

Um dos muitos elementos que contribuíram para as ideias de Darwin foi a fauna do arquipélago de Galápagos (do espanhol: *galápagos* = jabuti), localizado no Oceano Pacífico, a cerca de 1000 km do continente sul-americano e formado por um conjunto de ilhas vulcânicas. Darwin ficou impressionado com os jabutis gigantes (Fig. 10.23) e com as espécies de tentilhões (Fig. 10.24) que ocorrem nas diferentes ilhas.



▲ **Figura 10.23.** Fotografia de um jabuti gigante de Galápagos (Equador), na Ilha de Santa Cruz. Sua carapaça tem cerca de 80 cm de altura.

**Fonte:** Coleção LD03 p.246.

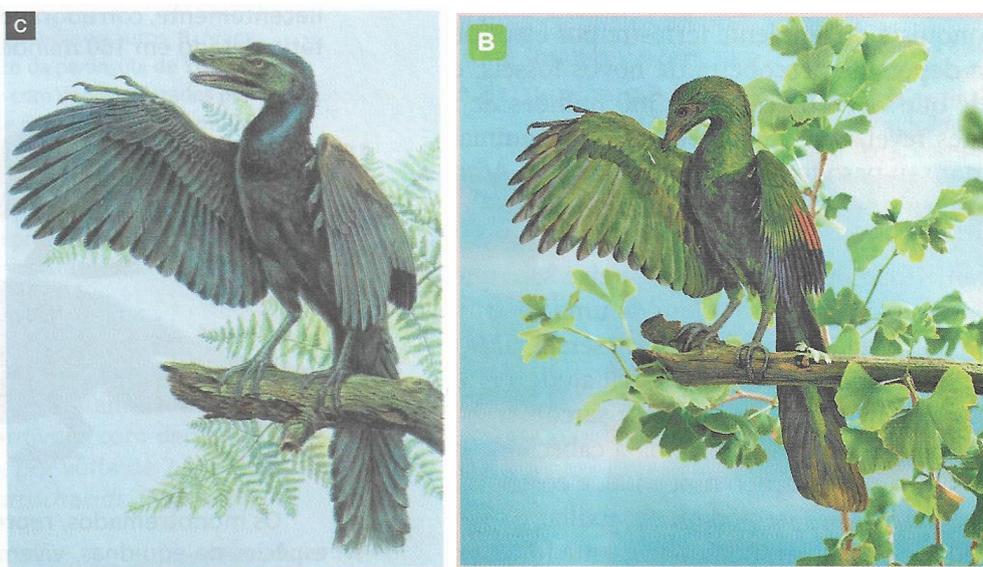
Precisamos tecer alguns comentários sobre os exemplos supracitados que se relacionam a Darwin e Wallace para que nosso ponto de vista seja apoiado. O primeiro deles é que no relativo à seleção sexual e ao mimetismo os exemplos que trouxemos mostram plantas como plano de fundo para animais. Para o mimetismo, flores de Asteraceae aparecem como plano de fundo para borboletas da subfamília Ithomiinae e, para seleção sexual, cactos do gênero *Opuntia* são cenário para fragatas identificadas. O mesmo ocorre para coloração de advertência, que consiste em um padrão de coloração que adverte seu perigo (DEL-CLARO; TOREZAN-SILINGARDI, 2012), onde nenhum exemplo vegetal é abordado.

Este assunto seria um exemplo para que o professor trabalhasse como essa coloração afeta na polinização e predação dos vegetais, utilizando plantas de *Asclepias curassavica* como exemplo (SOUZA; LORENZI, 2012). Para a camuflagem, terceiro comentário necessário, a CB também parece ser bem evidente, pois quando nos referimos ao processo temos que animais se camuflam junto a um cenário inanimado, sendo esse na maioria das vezes uma planta. Nada mais justo então que elas recebam o devido crédito, mas também não é o que ocorre nas situações onde encontramos camuflagem abordando a seleção natural.

Como podemos ver no caso do pássaro urutau (**Figura 113**), onde a planta é apenas referenciada como – o urutau parece imóvel no tronco de árvores. Por fim, o ultimo comentário parece redundante, mas as plantas são tratadas como plano de fundo quando as situações vivenciadas por Darwin são expostas. Em suma, os vegetais quase não aparecem no que compete às teorias evolutivas, e quando aparecem não são priorizadas ou se quer referenciadas, estimulando assim a CB (LINK-PÉREZ *et al.*, 2010; BALAS; MOMSEN, 2014).

E já que tocamos novamente no assunto dos vegetais serem tratados como plano de fundo, as ocorrências nos capítulos de Ecologia são inúmeras e uma nos chamou bastante a atenção. Ao se abordar fósseis, as coleções LD01 e LD04 exibem ao aluno o caso do dinossauro *Arqueopterix*. As imagens que encontramos em ambas as coleções (**Figura 115**) trabalham as plantas como plano de fundo aos Animais. Na primeira possivelmente temos uma samambaia e na segunda uma *Ginkgo biloba*, planta que em termos de eras geológicas destoa daquela onde o animal é encontrado.

**Figura 115:** Representação artística do *Arqueopterix*. A esquerda uma possível pteridófita aparece como plano de fundo e, a direita temos a representação de uma *Ginkgo biloba*.



**Fonte:** Coleção LD01 p.151 (à esquerda) e, Coleção LD04 p.161 (à direita).

Perde-se aqui uma oportunidade valiosa em se trabalhar conceitos sobre Evolução dos grupos vegetais – o qual é feito em outras oportunidades como mostrado na **Figura 116** e na coleção LD 04 (p.161) que abordam Evolução vegetal ao longo das eras geológicas – concomitante à Evolução dos animais. Mais uma vez, encontramos um momento onde a Botânica poderia ser valorizada dentro do contexto de Evolução, mas acaba por ser menosprezada. Por exemplo, *Ginkgo biloba* é uma espécie vegetal pertencente ao grupo das Gimnospermas remanescente do gênero que teve sua diversificação há mais de 150 milhões de anos (RAVEN; EVERT, EICHHORN, 2007). Contudo, esse vegetal não estava presente no mesmo período do animal retratado, sugerindo de maneira errônea uma coexistência desses.

**Figura 116:** Trecho com imagem abordando a Evolução das Plantas ao longo das eras geológicas.

Ao longo do período Devoniano, entre 419,2 Ma e 358,9 Ma, surgiram espécies vegetais cujos gametófitos se desenvolviam sobre o corpo da planta-mãe, formando um tipo primitivo de semente. Essa inovação evolutiva – a semente – foi o passo decisivo para a conquista definitiva do ambiente de terra firme pelas plantas. Ao se tornarem independentes da água líquida para a reprodução, elas puderam se expandir e ocupar locais distantes de regiões alagadas.

Durante o período Carbonífero, entre 358,9 Ma e 298,9 Ma, grandes florestas cobriam os continentes, criando microambientes úmidos e protegidos, favoráveis à vida de insetos e de anfíbios. A vegetação era então composta por pteridófitas com aspecto semelhante a samambaias, licopódios e cavalinhas, porém muito maiores, com alguns metros de altura.

No período Permiano, entre 298,9 Ma e 252,2 Ma, surgiram as primeiras gimnospermas, que apresentavam sementes verdadeiras, mas não frutos. Dessa época até o período Cretáceo, as florestas eram constituídas por pteridófitas gigantes e gimnospermas. Ainda no Cretáceo, apareceram as angiospermas, plantas dotadas de frutos que abrigam as sementes. (Fig. 6.14)



**Fonte:** Coleção LD01 p.146.

Uma alternativa para trabalhar Evolução de maneira coerente na prevenção da CB seria a abordagem por meio de processos de coevolução. Vasques e colaboradores (2021) trazem a insensibilidade quanto aos processos de Evolução em que as plantas se inserem como um sintoma da CB. Quanto a isso, pouquíssimas situações, como aquelas demonstradas nas **figuras 117 e 118**, trazem uma abordagem em termos de coevolução integrando plantas a animais.

**Figura 117:** Caso de coevolução entre mariposas e orquídeas retirado da capa do capítulo.



Fonte: Coleção LD02 p.111.

**Figura 118:** Quadro “Saiba Mais” que traz o assunto relativo à coevolução de borboletas e plantas de maracujá.

### Coevolução

Quando a evolução de duas ou mais espécies se afetam reciprocamente, dá-se o nome de **coevolução** ao processo. Uma mudança na morfologia de uma espécie de planta, por exemplo, pode afetar uma espécie herbívora que dela se alimenta.

Um exemplo clássico de coevolução é a interação entre insetos e plantas, como no caso da borboleta do gênero *Heliconius* e da planta do maracujá (*Passiflora*). As larvas (ou lagartas) das borboletas desse gênero alimentam-se das folhas da *Passiflora*, que são ricas em alcaloides – substâncias que costumam ser tóxicas para

outros predadores herbívoros, mas não afastam as lagartas da *Heliconius*.

Ao longo do tempo, enquanto nas lagartas da borboleta evoluíram defesas contra essas substâncias tóxicas, nas plantas evoluíram outras formas de defesa contra as lagartas: por exemplo, a presença de nectários, na base das folhas, os quais se assemelham a ovos de borboleta e desestimulam que a fêmea de *Heliconius* ponha novos ovos nas folhas da planta; e tricomas em forma de ganchos, que funcionam como armadilhas para as lagartas da borboleta.



Lagarta da borboleta *Heliconius nattereri*, uma das espécies que se alimentam das folhas da *Passiflora*.

Leo Lutz/Acervo do fotógrafo



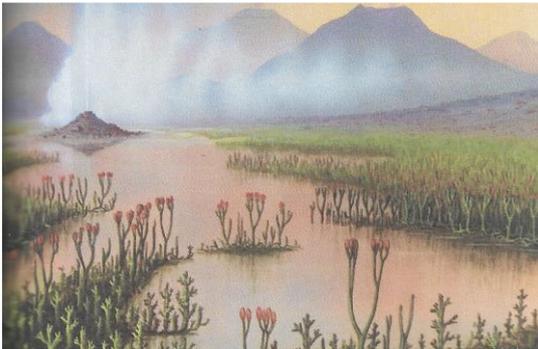
Flor da planta *Passiflora ovalis*, cujas folhas servem de alimento às lagartas da espécie representada ao lado.

Fonte: Coleção LD04 p.157

Supomos que essa, seja a melhor maneira de se introduzir gradativamente um maior número de eventos que contemplem as plantas junto ao ensino de Evolução. Para tal, vemos essa uma saída rápida para esse ZCH encontrado, por colocar plantas e animais, quando tratados de maneira correta, no mesmo patamar, pois para compreender esse processo precisamos de antemão assimilar quais as pressões exercidas por ambos os organismos foram fundamentais para a seleção dos caracteres em conjunto ao longo do tempo.

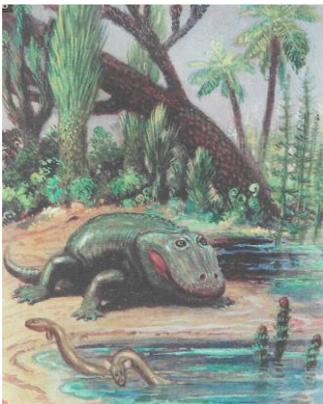
Em relação à Evolução das plantas junto às eras geológicas citadas anteriormente, a coleção LD01 parece bem ambígua no diálogo para com esses seres. Em alguns momentos tende a conferir um real valor aos vegetais característicos do período siluriano (**Figura 119**) e, em outros, acaba por trazê-las como tela de fundo no período carbonífero (**Figura 120**). Imaginem aqui a confusão que pode se instaurar na mente de nossos alunos: será que as plantas deixaram de ser importantes no período carbonífero? Um questionamento que poderia ser evitado com um melhor cuidado à imagem e forma de abordagem.

**Figura 119:** Representação artística de Plantas presentes no Siluriano.



Fonte: Coleção LD01 p.145.

**Figura 120:** Na representação do período Carbonífero as Plantas.



os continentes atuais. B. Representação artística de um cenário típico do período Carbonífero, com anfíbios de 2 m de comprimento e 90 kg de massa corporal; a maior espécie conhecida chegava a ter 9 m.

Fonte: Coleção LD01 p.148.

Para o registro fóssil que citamos acima, traços semelhantes podem ser elucidados. As plantas aparecem repetidamente em duas circunstâncias: na impressão de partes vegetais junto as rochas e na petrificação de troncos de árvores. Quanto a preservação junto às rochas o exemplo é o mesmo – uma samambaia – a qual ora é identificada (prevenindo a CB) (**Figura 121**), ora não (**Figura 122**).

**Figura 121:** Identificação a nível de gênero para o fóssil de pteridófita.



C. Fóssil da pteridófita *Anemia* sp., do período Cretáceo, com cerca de 100 milhões de anos de idade (Chapada do Araripe, Ceará, 2012). Esse fóssil mede cerca de 12 cm de comprimento.

**Fonte:** Coleção LD01 p.111.

**Figura 122:** A mesma imagem em outra coleção.

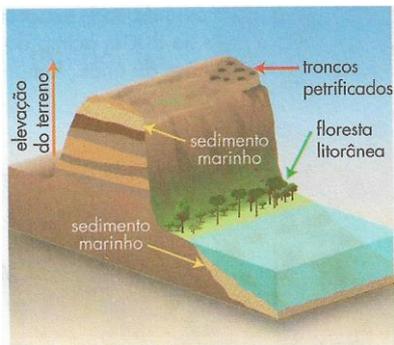


(F) Impressão de folhas de pteridófita encontrada na Chapada do Araripe (CE). Museu de Paleontologia de Santana do Cariri, Santana do Cariri (CE), 2012.

**Fonte:** Coleção LD04 p.131.

Notamos acima um descuido para com as plantas pois, se em uma coleção a mesma imagem está identificada, significa que há uma identificação para aquele fóssil, mas a coleção LD04 opta por negligenciar a transmissão dessa informação. Para a petrificação de troncos de árvore, outro exemplo recorrente ao se tratar de fósseis, a coleção LD05 é a que melhor aborda o assunto ao explicar para o aluno como o processo ocorre e não apenas trazer o exemplo como é feito nas demais coleções (**Figura 123**).

**Figura 123:** Explicação acerca do processo que permite a formação de fósseis petrificados de árvores.

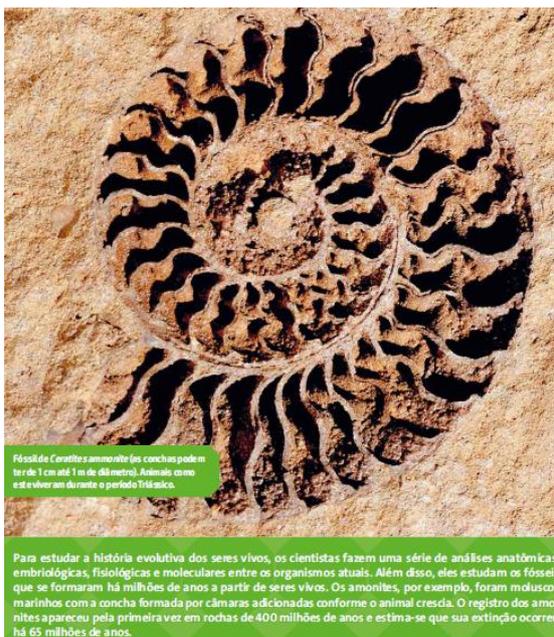


Lyell já sabia dos feitos geológicos do jovem Darwin, que encontrara a grandes altitudes muitas marcas do mar, inclusive uma floresta litorânea petrificada em perfeito estado. As árvores, naquela região do Chile, só ocorrem próximo do mar (indicadas com a seta verde na **Figura 7.5**). Próximo de 3 mil metros acima do mar, onde há pouquíssima umidade e nenhuma árvore, foi onde Darwin encontrou dezenas de troncos petrificados, na posição que estavam quando as árvores eram vivas (seta vermelha na **Figura 7.5**).

**Fonte:** Coleção LD05 p.154.

Para os animais, como era de se esperar devido aos comentários que já fizemos até aqui, ao observarmos os índices iniciais obtidos para nossas UR, os exemplos são mais frequentes e diversificados. Peixes, dinossauros, mamutes, amonites (**Figura 124**) são bem recorrentes nas explicações desvelando uma clara preferência zoocêntrica das coleções didáticas. Na integração de Botânica e Zoologia, exemplos de preservação de insetos junto a resinas de pinheiros podem ser encontrado na coleção LD02 (p.153), assim como nas demais coleções (**Figura 125**).

**Figura 124:** Fóssil de *Ceratites ammonite*.



**Fonte:** Coleção LD02 p.151.

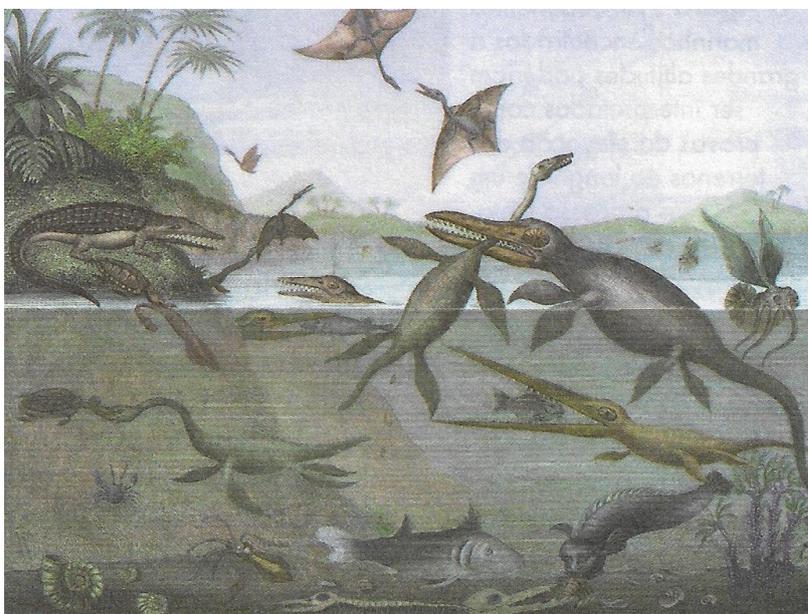
**Figura 125:** Trecho que mostra a associação entre a resina de pinheiros e a preservação de animais.

São raros os casos em que um organismo fica intacto, como aconteceu com os mamutes (ancestrais do elefante) – que tiveram a carne e a pele preservadas – soterrados nas geleiras da Sibéria ou com insetos presos na resina de pinheiros. Em resina fossilizada, chamada âmbar, podemos encontrar insetos que viveram há milhões de anos (figura 11.2).

**Fonte:** Coleção LD02 p.153

A CB por sua vez também é presença confirmada nesse assunto. A **Figura 126** salienta nossa afirmação com uma aquarela datada de 1831, na qual várias formas extintas são representadas, excetuando das referências os vegetais. Um caso mais gritante ocorre na coleção LD03 (p.241), ao se abordar fósseis do período cretáceo no Brasil. O quadro colocado em foco expõe exemplos de animais, seja em esqueletos ou registros de suas pegadas, e nenhum caso de plantas é apresentado, aventando implicitamente ao aluno que não existem registros desses seres no Brasil (**Figura 127**).

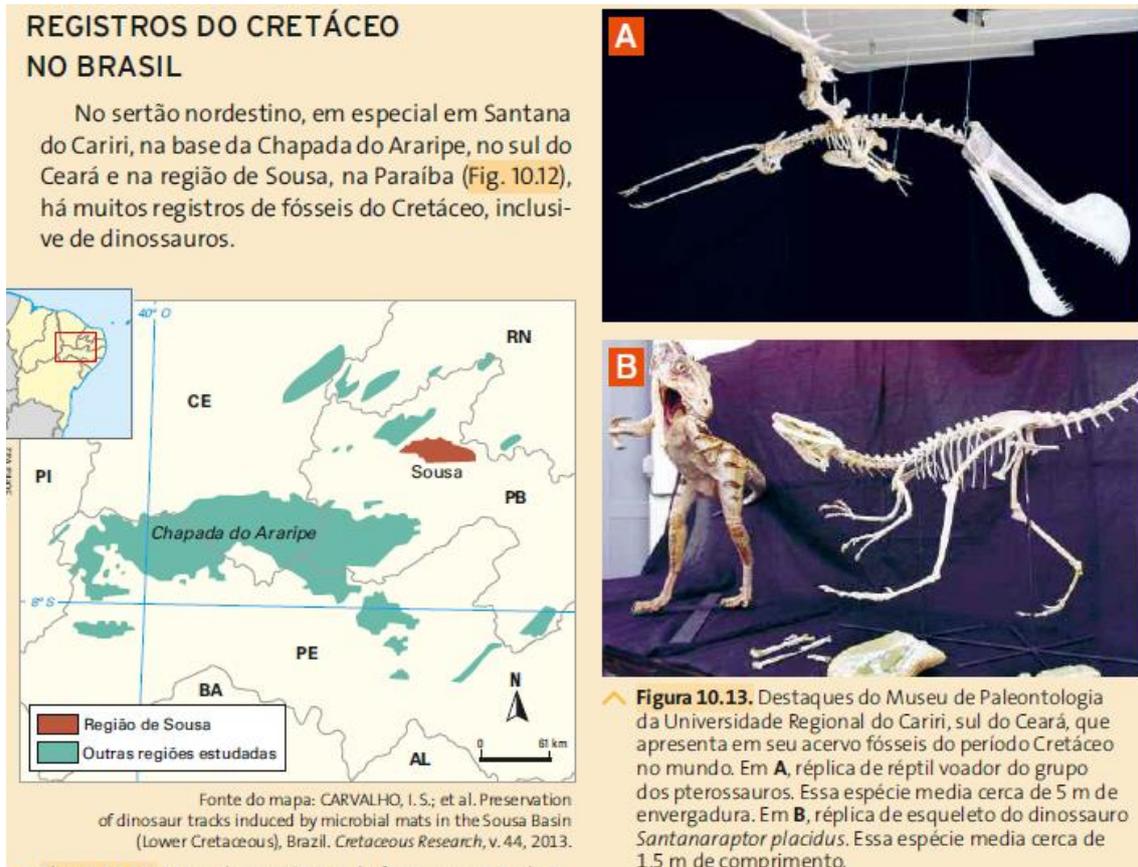
**Figura 126:** Imagem em aquarela que retrata diversas formas extintas.



☐ **Figura 7.3** Uma aquarela publicada em 1831 mostra diversas formas extintas, como ictiossauros, plesiossauros, pterossauros e conchas de amonites, ao lado de esqueletos de animais mortos, que teriam vivido na Inglaterra.

**Fonte:** Coleção LD05 p.153.

**Figura 127:** Trecho do quadro “colocando em foco”.



Fonte: Coleção LD03 p.241.

A especiação por sua vez parece ser um dos únicos, se não o único, tema em que um valor merecedor é atribuído às plantas. Claro que vários exemplos acerca do tema que envolvam animais podem ser encontrados nas coleções, mas os vegetais também são bastante frequentes nesse ramo da Evolução, mas isto não é mostrado pelas coleções analisadas. Talvez esse assunto, junto à coevolução, seja o caminho para a abordagem das plantas junto aos processos evolutivos. Por exemplo, a coleção LD04 traz duas situações interessantes relacionadas à especiação.

**Figura 128:** Processo de especiação plantas-animais.

Um exemplo de especiação simpátrica pode estar acontecendo com a mosca *Rhagoletis pomonella* (imagem A). Nos Estados Unidos, há cerca de 250 anos, os ancestrais dessa mosca depositavam seus ovos apenas nos frutos de um espinheiro nativo da região, do gênero *Crataegus* sp. (imagem B). Mas, com a introdução da maçã doméstica (*Malus domestica*; imagem C) pelos imigrantes europeus, uma parte das populações da mosca começou a depositar seus ovos nesse novo fruto.

Fonte: Coleção LD04 p.15

**Figura 129:** Mecanismos de especiação exemplificados com plantas.

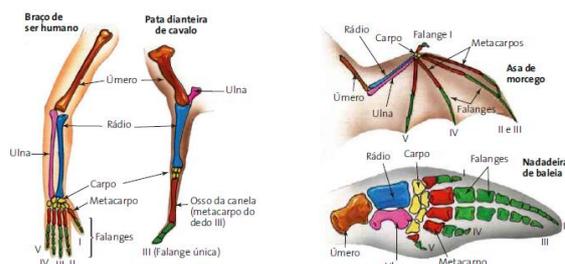
Esse tipo de especiação ocorreu com várias plantas de interesse econômico, como o trigo comum (*Triticum aestivum*), que apresenta 42 cromossomos. Evidências indicam que ele surgiu há cerca de 8 mil anos, da hibridização de duas espécies diferentes: *T. turgidum*, com 28 cromossomos, e *T. tauschii* (também denominado *Aegilops tauschii* por alguns botânicos), com 14 cromossomos; seguida de duplicação cromossômica.

Fonte: Coleção LD04 p.155

A primeira situação (**Figura 128**) se relaciona a um contexto que integra plantas e animais ao se referir ao processo reprodutivo das moscas *Rhagoletis pomonella* associado a plantas de *Crataegus* e *Malus domestica* (maçã doméstica). Aqui não é tratado se essa relação traz algum benefício para o vegetal, o que é pouco provável já que a reprodução envolve os frutos dessas plantas. A segunda situação é ainda mais atraente (**Figura 129**). A mesma coleção traz um tópico específico para os mecanismos de especiação em plantas, onde contextos de hibridação e poliploidia são aludidos. Ao apresentar o trigo (*Triticum aestivum*), existe uma aproximação das plantas para com o cotidiano dos alunos, permitindo, em uma segunda situação desde que começamos a abordar conceitos de Evolução, a prevenção da CB (Wandersee e Schussler, 2001). Em tempo, as coleções LD03 (p.264) e LD05 (p.174) também trazem exemplos de poliploidia em vegetais.

Tratado pelas coleções junto à especiação, trazemos aqui mais casos onde as plantas são negligenciadas, ficando os exemplos situados nas coleções restritos aos animais: evidências da especiação e mecanismos de isolamento. Para as evidências do processo de especiação, se destacam definições de homologia (**Figura 130**), analogia (**Figura 131**) e órgãos vestigiais (**Figura 132**), onde apenas exemplos animais são utilizados.

**Figura 130:** Esquema representativo de homologias em mamíferos.



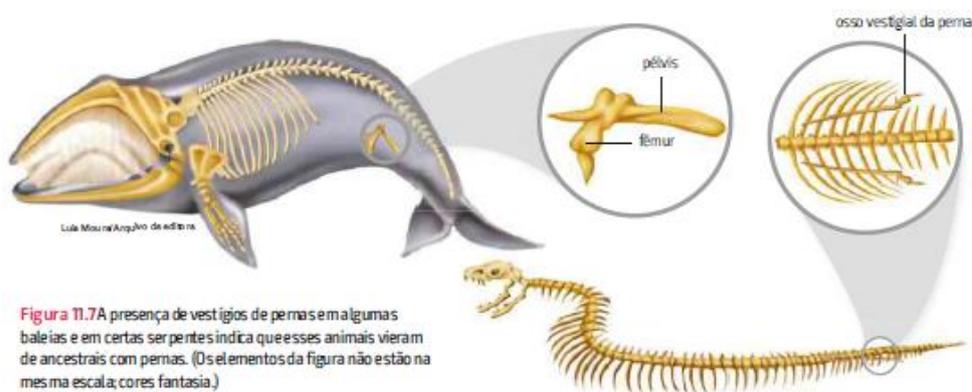
Fonte: Coleção LD03 p.242.

**Figura 131:** Trecho para exemplificar analogia.

Ao contrário, há estruturas corporais presentes em diferentes espécies que desempenham funções semelhantes, mas têm origens embrionárias totalmente distintas; tais estruturas são denominadas **órgãos análogos**. É o caso das asas de aves e de insetos; ambas são adaptadas ao voo, mas têm origens embrionárias completamente diversas: nas aves, as asas são estruturas dotadas de ossos e músculos, enquanto nos insetos elas são expansões da epiderme corporal; os músculos de voo dos insetos estão dentro do tórax. (Fig. 5.18)

**Fonte:** Coleção LD01 p.116.

**Figura 132:** Imagem representativa de estruturas vestigiais.



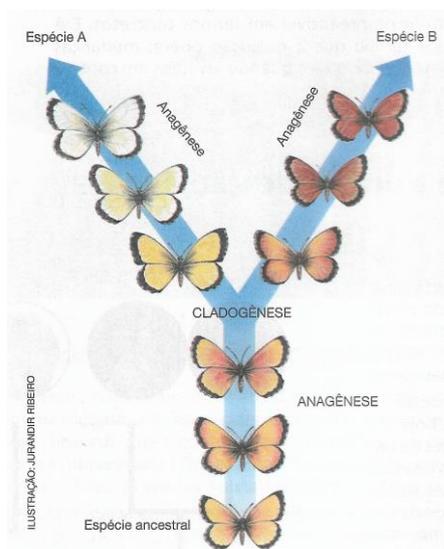
**Fonte:** Coleção LD02 p.156.

Plantas poderiam ser trabalhadas aqui, por exemplo, na família Bignoniaceae onde encontramos o Jacarandá e o Ipê. Existe um estaminódio vestigial dentro da flor de Ipê, ao passo que no jacarandá ele é desenvolvido, chegando a ser maior que os estames férteis sendo utilizado pela planta como um elemento atrativo, (SOUZA; LORENZI, 2012) que se enquadra nas definições de órgão vestigial. Perde-se novamente uma oportunidade para trabalhar conceitos de polinização, coevolução, fecundação, formação de frutos filogenia e classificação entre outros assuntos que envolvam as flores de angiospermas.

E, sim, em filogenia também existe uma evidente preferência por assuntos de Zoologia. Como acabamos de comentar, espécies vegetais podem muito bem ser empregadas como exemplos para se ensinar temas referentes à elucidação de relações evolutivas por meio de cladogramas. Infelizmente essa oportunidade é novamente subsumida, ou até mesmo suprimida, no tratamento dos assuntos de Zoologia integrados a Evolução pelas coleções analisadas. Na coleção LD01 (p.136), por exemplo, elementos constituintes de um cladograma ou árvore filogenética como anagênese e cladogênese são ilustrados apenas por animais, nesse caso borboletas (**Figura 133**). Já na coleção LD04 (p.156), o mesmo acontece havendo apenas uma mudança no exemplo animal: aves e peixes. Além disso, destaquemos que: na mesma

coleção e página existe um quadro “Saiba Mais”, onde é abordado o tempo de especiação, e nele é citada a palavra plantas, mas todo o texto se concentra em peixes do gênero *Cyprinodon* – mais uma evidência do reforço ao ZCH e CB pela coleção (**Figura 134**). Por sua vez, a coleção LD02 (p.157) promove a construção de cladogramas com base nas análises de DNA e as relações de proximidade filogenética também são demonstrados apenas com exemplos da Zoologia (**Figura 135**), não havendo sequer uma menção às plantas.

**Figura 133:** Cladogênese e anagênese exemplificados.



**Fonte:** Coleção LD01 p.136.

**Figura 134:** Quadro “Saiba Mais” que aborda especiação.

#### Quanto tempo demora a especiação?

Dependendo do tipo de organismo e de sua estrutura populacional, a especiação pode ser mais lenta ou mais rápida. Certas espécies de aves e de plantas, com formas muito similares no continente europeu e no continente americano, são exemplos de especiação lenta. Apesar de estarem em isolamento há provavelmente milhões de anos, não há indícios de que tenham formado novas espécies.

Ao contrário, peixes do gênero *Cyprinodon*, da região do vale da Morte, nos Estados Unidos, provavelmente se originaram há cerca de 30 mil anos. Outro caso notável é a diversidade de espécies de peixes ciclídeos endêmicas (restritas a uma região) do lago Nabugabo, África, que se separou do lago Vitória há apenas 4 mil anos!

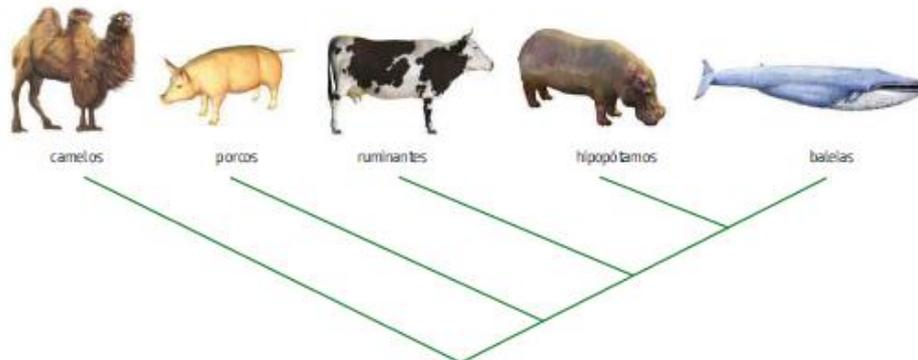
Como se vê, o tempo, em evolução, tem dimensão diferente da nossa vida cotidiana.



Ciclídeos africanos em aquário. No grupo dos ciclídeos originaram-se inúmeras espécies em um período relativamente curto.

**Fonte:** Coleção LD04 p.156.

**Figura 135:** Construção de uma árvore filogenética baseada em animais.



**Fonte:** Coleção LD02 p.157.

Para os mecanismos de isolamento, o papel das plantas parece ser mais significativo, porém se restringe a duas situações dentre uma variedade de possibilidades: isolamento mecânico e sazonal. A coleção LD02 (p.144) é um material para esclarecermos essa situação, pois traz o isolamento mecânico, presente nas demais coleções em situações de polinização e encontro de gametas, e o isolamento sazonal quando se refere ao período de florescimento (**Figura 136**).

**Figura 136:** Tipos de isolamento que incluem exemplos de plantas.

- **isolamento estacional, sazonal ou temporal** – ocorre quando duas populações, mesmo ocupando o mesmo *habitat*, se reproduzem em épocas diferentes. É muito comum em plantas que florescem em épocas diferentes do ano;
- **isolamento mecânico** – não existe “ajuste” entre as peças genitais dos parceiros por causa de diferenças anatômicas. Ocorre também em flores cujas partes estão adaptadas a polinizadores diferentes: um tipo de flor pode ser polinizado apenas por beija-flores, por exemplo, e outro tipo, apenas por abelhas;

**Fonte:** Coleção LD02 p.144

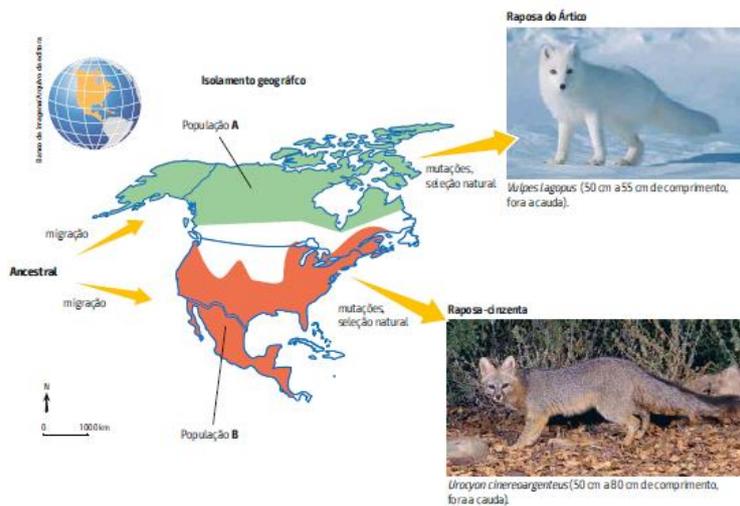
Já para os animais, temos novamente definições exclusivas como processos de hibridização, como é o caso do liger, mistura de leão com tigre, (**Figura 137**), isolamento geográfico para raposas (**Figura 138**), isolamento reprodutivo para esquilos e conceitos de esterilidade do híbrido (**Figura 139**).

**Figura 137:** Híbrido de leão e tigre.



Fonte: Coleção LD05 p.172.

**Figura 138:** Isolamento geográfico em raposas.



Fonte: Coleção LD02 p.142.

**Figura 139:** Esterilidade do híbrido exemplificado apenas com animais.

**esterilidade do híbrido:** a esterilidade do híbrido pode ocorrer pela presença de gônadas anormais ou problemas decorrentes de meiose anômala. Esse é o caso da mula (fêmea) ou burro (macho) (Fig. 11.7), híbridos estéreis resultantes do cruzamento entre o jumento (*Equus asinus*, também chamado asno ou jegue) e a égua (*Equus caballus*). Quando ocorre o cruzamento entre o cavalo e a jumenta, nasce o híbrido estéril bardoto (macho) ou bardota (fêmea). Embora a maioria dos híbridos seja estéril, há registros raros de mulas e burros férteis.

Fonte: Coleção LD03 p.265.

Nessas situações vários exemplos de plantas poderiam com maior facilidade ser empregados, visto que a incapacidade de locomoção desses seres pode acentuar ainda mais

processos de isolamento geográfico por exemplo. Conceitos de hibridização também poderiam ser aplicados e trabalhados no aborto aos óvulos quando isso acontece. Sem contar que o processo de hibridização é bastante empregado na produção de frutos e flores para ornamentação e ocorre, com muito mais frequência e facilidade em plantas.

Como de praxe, finalizamos a descrição desta categoria apresentando exemplos de atividades práticas trazidas pelas coleções e que podem ser aplicadas junto aos alunos. Vale lembrar que são as atividades práticas que possibilitam ao aluno uma compreensão melhor do assunto e, no caso especial para a Evolução onde a Botânica já é deveras suprimida, ignorar a realização de atividades práticas pode comprometer muito o processo de ensino e a aprendizagem dos alunos.

A primeira atividade que busca apresentar plantas de uma maneira diferente para os alunos, nos capítulos de Evolução, se encontra na coleção LD04 (p.177). Nela o aluno deve construir uma fita do tempo e incluir eventos como Angiospermas, Primeiras Gimnospermas e Aparecimento das plantas vasculares. Embora envolva as plantas em uma atividade prática, essa desvela mais uma vez a priorização de Animais, pois os outros 16 eventos que devem ser incluídos se relacionam a eles (**Figura 140**).

Localizamos a segunda e terceira atividades na coleção LD01. Na atividade intitulada “O adeus às árvores”, o aluno se baseia em duas reportagens para elaborar uma reportagem relativa à transição de nossa ancestralidade, do hábito de vida arborícola para o solo (p.187). Na segunda atividade, **Figura 141**, o aluno é desafiado a produzir fósseis por meio de uma atividade. Essa atividade não é restrita as plantas, pois tudo dependerá de qual material o aluno utilizará como modelo de fóssil. Nos materiais do roteiro é sugerida a utilização de plantas com nervuras bem marcantes, mas sabemos que apenas isso não é suficiente, sendo necessário o estímulo do professor para a utilização desse material.

**Figura 140:** Atividade prática voltada aos eventos ao longo do tempo.

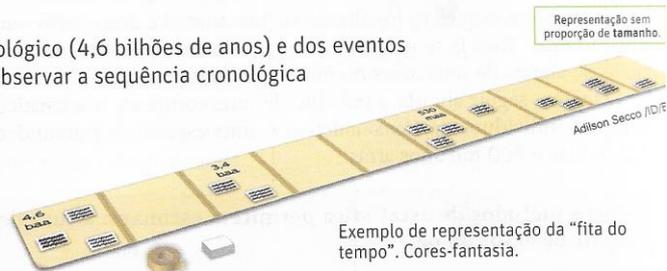
## A fita do tempo

### Objetivos

Compreender as dimensões do tempo geológico (4,6 bilhões de anos) e dos eventos que marcaram a história da vida na Terra. Observar a sequência cronológica desses eventos.

### Material

- 10 folhas de cartolina
- bloco com folhas adesivas ou folhas de papel A4
- fita adesiva larga ou cola branca
- caneta hidrográfica



Exemplo de representação da "fita do tempo". Cores-fantasia.

### Procedimento

1. Construa a "fita do tempo", com toda a turma, unindo as cartolinas (com fita adesiva ou cola), para que formem uma longa fita, como mostra a figura acima.
2. A linha do tempo começa em 4,6 b.a.a. (bilhões de anos atrás). Portanto, marque esse valor no topo da extremidade esquerda da fita (na primeira cartolina).
3. Na terceira cartolina, marque o valor 3,4 b.a.a. em cima e centralizado. Na sexta cartolina, no canto superior direito, marque 530 m.a.a. (milhões de anos atrás).
4. Anote os eventos informados na tabela a seguir, em diversas folhas do bloco ou em tiras do papel A4 – cada folha ou tira representará um evento, mas tanto a fita quanto a distância entre os eventos não ficarão em escala.

Eventos a serem inseridos na "fita do tempo"		
Extinção dos mamíferos gigantes	<i>Homo sapiens</i>	Primeiros dinossauros
Angiospermas	Início da separação dos continentes	Primeiros invertebrados
<i>Archaeopteryx lithographica</i>	Lucy	Primeiros mamíferos
Colonização do ambiente terrestre	Muitos peixes	Primeiros primatas
Extinção dos dinossauros	Aves atuais	Primeiros anfíbios
Grande irradiação dos dinossauros	Primeiras gimnospermas	Tetrápodes
Surgimento dos mamíferos gigantes	Aparecimento das plantas vasculares	Primeiras aves
<i>Homo habilis</i>	Primeiros vertebrados	<i>Tyrannosaurus rex</i>

Quadro elaborado para fins didáticos.

5. Cada aluno receberá uma folha adesiva ou tira de papel, correspondente a determinado evento. Consultem o texto do capítulo caso tenham dúvida sobre quando cada evento ocorreu. Em seguida, cole cada folha adesiva ou tira de papel na fita do tempo na cartolina correta.

### Resultado

1. A atividade resultará em um painel com uma sequência de eventos que marcaram a vida na Terra.

### Discussão

1. Livros antigos e filmes muitas vezes retratam cenários em que aparecem dinossauros e humanos convivendo no tempo e no espaço. Observando a fita do tempo: seria tal cenário **verossímil**? Justifique.

**Verossímil:**  
plausível; que parece ser verdadeiro.

**Figura 141:** Parte da atividade prática voltada a confecção de fósseis onde é sugerido a utilização de partes vegetais.

**18. Confecção de modelos: Produzindo “fósseis” em sala de aula**

Esta atividade pode ser feita em casa ou em sala de aula e visa ilustrar de forma simplificada o mecanismo de formação de alguns tipos de fósseis (moldes, contramoldes e impressões) pela utilização de materiais como gesso, argila ou massa de modelar.

**Material**

- argila ou massa de modelar;
- gesso em pó;
- água;
- colheres e facas de plástico;
- tigelas de plástico;
- copos grandes de plástico;
- papel toalha e folhas de jornal;
- martelo de madeira;
- tampas de caixas de sapatos;
- conchas de moluscos;
- folhas de plantas com nervuras bem evidentes;
- pequenos animais de brinquedo feitos de plástico.

**Fonte:** Coleção LD01 p.132.

Como já comentamos, nos capítulos destinados à Evolução, a abordagem de conteúdos e exemplos que envolvam plantas é inferior se compararmos a outros ramos da Biologia, como Zoologia, Ecologia e Genética. Se optamos então em identificar o LD como um instrumento que reforça a CB, esse reforço é bastante evidente nos tópicos sobre Evolução e como eles são abordados pelos autores. Não estamos dizendo aqui que o LD deveria ser deixado de lado nas salas de aula, pelo contrário, estamos apontando o principal desencadeador da CB nas coleções, segundo nossas análises e conclusões, para que medidas preventivas e corretivas sejam tomadas por parte de autores e editoras.

Entendemos que o livro didático é um instrumento fundamental no aprendizado dos alunos desde que traga uma abordagem equitativa de conceitos para preparar os alunos para diversas situações que o mesmo pode vivenciar fora do ambiente escolar. Ressaltamos, também, que os LD não devem ser o único instrumento a ser utilizado pelo professor em sala de aula, havendo sempre a necessidade de novas metodologias mais ativas de ensino e aprendizagem, que busquem a superação de um aluno passivo para um aluno mais ativo no processo educacional (CARVALHO, 2011).

## 2.5 Síntese das Análises Realizadas no Capítulo 2

Inicialmente gostaríamos de ressaltar a importância dos dados presentes na **Tabela 2**. Como comentado anteriormente, nossas UR revelam dados quantitativos preciosos para o Ensino de Botânica junto aos LD. Podemos observar que existe uma proximidade muito grande entre as UR encontradas em nossos focos de análises, com exceção dos valores obtidos para Evolução. A discrepância desses valores aponta para a possível causa da CB quando essa é associada aos LD. Diferente do que pensávamos, o reforço maior à CB e ao ZCH não aparenta estar atrelado a forma como a Botânica e a Zoologia são abordadas de maneira isolada, mas sim como elas se encontram distribuídas junto a outras áreas de Biologia, especialmente, a Evolução. Outro dado importante, que pode ser extraído da **Tabela 2**, é a baixa intersecção que encontramos entre Botânica e Zoologia, o que reforça a necessidade de repensarmos como a Biologia está sendo ensinada de maneira individualizada ou compartimentada aos nossos alunos. Surge então a necessidade de pensarmos em um ensino temático e multiconceitual, o qual será detalhado no Capítulo 3 desta tese.

No que compete aos focos de análise, pudemos perceber que eles trazem alguns elementos em comum. O primeiro deles é a proposição de atividades práticas, as quais, como referenciado anteriormente, aumentam o interesse dos alunos para com os seres vivos estudados, neste caso as plantas. As cinco coleções buscam apresentar atividades práticas que possibilitem isso – algumas com foco específico em plantas, outras, onde plantas aparecem como possíveis organismos que podem ser utilizados na atividade. Ressaltamos aqui, que a realização de atividades práticas é uma via importante para a prevenção da CB e do ZCH.

Outro elemento comum, que merece destaque é o fato de existir um reforço a CB e ao ZCH quando as plantas aparecem como plano de fundo aos animais. Em todas as coleções, bem como nos focos de análise desta tese, pudemos detectar isso. Por fim, a relação entre plantas e o cotidiano dos alunos também é por diversas vezes abordada nos materiais analisados, o que possibilita que estes estabeleçam uma relação mais intimista entre as plantas que possuem em casa ou interagem ao longo do dia.

Quanto aos dois primeiros focos de análise, Botânica em Zoologia e Zoologia em Botânica, o reforço à CB e ao ZCH aparece quando as plantas são mostradas como provedoras de alimento aos animais em uma relação puramente predatória. Contextos de dispersão e polinização são apresentados, mas em alguns casos o reforço a esses fenômenos permanece. As plantas, elementos chaves dessas relações, são expostas frequentemente sem nenhuma

explicação quanto aos benefícios que recebem durante a dispersão ou polinização. Merece destaque aqui a forma como a polinização é abordada pela coleção LD05 onde é mostrado aspectos evolutivos de grupos de plantas e animais e como essa relação evoluiu ao longo do tempo para maximizar a relação. Por fim, quando a Zoologia em Botânica foi analisada, a coleção LD04 trouxe um material que sugerimos às demais coleções que integrem em seu texto base: a importância ecológica, econômica e ambiental de cada grupo de plantas. Este tipo de abordagem, assim como outros discutidos, pode ser associado à prevenção da CB por permitir que o aluno entenda a importância de alguns grupos de plantas menos notados por eles, como briófitas e pteridófitas.

Quanto aos capítulos destinados a Ecologia, além dos aspectos supracitados, as coleções são mais tendenciosas a exemplificar conceitos de Ecologia com modelos animais. População, nicho ecológicos e algumas relações intra ou interespecíficas aparecem majoritariamente com exemplos de animais e pouco se relacionam ao conteúdo vegetal. Além disso, existem situações onde as plantas são omitidas e substituídas pelo termo autótrofo. Em nossa concepção, essa substituição é ruim, pois esta designação não remete diretamente às plantas, dado que outros seres vivos, como algas e cianobactérias, também são organismos autótrofos. É nos capítulos de Ecologia onde ocorrem as relações entre plantas e os ciclos biogeoquímicos. Todas as coleções buscam mostrar, mesmo em situações onde o termo autótrofo é utilizado, a importância das plantas para a ocorrência destes ciclos. Lembremos que, para Wandersee e Schussler (2001), a não percepção do papel das plantas junto aos ciclos, em especial ao do carbono, é um dos sintomas característicos da CB.

No que cabe a Genética, parece existir um cuidado maior das plantas nos capítulos destinados a essa área da Biologia. Algumas coleções buscam trazer outras situações que exemplifiquem termos associados à Genética, como é caso da coleção LD03, que traz a coloração de abóboras para explicar o termo epistasia. Aqui, gostaríamos de destacar que os altos valores das nossas UR para Genética se associam ao fato do organismo modelo utilizado por Mendel ter sido as ervilhas, o que tendenciosamente faz com que o número das UR seja maior. Lembramos, contudo, que as relações que reforçam a CB também foram encontradas, seja na omissão de situações onde plantas poderiam ter sido abordadas, ou quando são tratadas como plano de fundo à vida animal.

Por fim, acreditamos que o principal desencadeador da CB junto aos LD seja a forma como a Evolução é ali tratada. Encontramos em nossas análises qualitativas quantitativas,

uma priorização muito grande do conteúdo animal – principalmente quando ocorre abordagem das ideias evolutivas – onde as coleções não trazem plantas nas explicações dos conceitos. Em algumas situações, como é o caso da coleção LD02, as plantas são associadas a conceitos de seleção, só que neste caso seleção artificial, não havendo clara menção quanto a seleção natural proposta pelo Darwinismo ou Neodarwinismo. Contudo, nos capítulos destinados a Evolução, encontramos abordagens valiosas que trabalham plantas e animais em níveis igual importância. É o caso das coleções LD02 e LD04 que apresentam o conceito de coevolução, onde linhagens de plantas e animais evoluem juntos para maximizar suas interações. Este tipo de abordagem será detalhada melhor no Capítulo 3 quando falaremos da proposição de um ensino multi-conceitual.

Ao procurarmos identificar e analisar como a Cegueira Botânica, o Zoolochauvinismo ou a Negligência Botânica são abordados em LD de Biologia da atualidade, verificamos que nenhuma das coleções sugeriu a abordagem desses conceitos em sala de aula. Por outro lado, os modos como os conteúdos de Botânica e de Zoologia são tratados nas coleções denotam certa desvalorização das plantas em relação aos animais. Portanto, podemos concluir que as coleções reforçam - de modo latente- a Negligência Botânica, ainda que isto não seja intencional da parte dos respectivos autores.

Acreditamos que o tratamento explícito e intencional destes conceitos nos processos de ensino e aprendizagem escolar pode alterar, positivamente, a forma como os estudantes interagem com as plantas. Sugerimos que as novas coleções didáticas, bem como os professores, abordem e expliquem os sintomas da CB, ZCH e da NB de modo mais claro e com ampla gama de informações e exemplos. Esperamos, assim, que o aluno tenha uma tomada de consciência com respeito aos mais diversos papéis que as plantas desempenham em nosso ambiente, além de manifestar maior interesse e percepção por elas.

A pesquisa pode trazer, assim, uma contribuição ao Ensino de Botânica. Ela revela que o reforço à CB, ZCH e NB não está limitado à forma como Botânica e Zoologia são abordadas nos LD em seus capítulos específicos, mas, sim, como tais áreas se manifestam nas interações com outras áreas, mais especificamente, Evolução.

Recomendamos que novas pesquisas incluam como sintoma da CB o fato de que as plantas, muitas vezes, são abordadas como facilitadoras da vida animal, ou ainda quando as plantas são consideradas como facilitadoras da conquista do ambiente terrestre pelos animais. Também seria interessante uma investigação complementar das demais áreas da Biologia presentes nas coleções didáticas e que não foram objeto de estudo desta pesquisa.

Por fim, esperamos que nossa pesquisa possa estimular os professores a desenvolverem diferentes abordagens e estratégias para o Ensino de Botânica, buscando prevenir os sintomas da Negligência Botânica, ou as noções similares de Cegueira Botânica e Zochauvinismo. Sugerimos aos professores que, ao tratar de plantas, não tenham como única e exclusiva ferramenta de ensino o Livro Didático, pois ele nem sempre traz uma abordagem adequada para o Ensino de Botânica quando se deseja prevenir tais sintomas. É desejável conjugar o uso do LD com outros recursos disponíveis em artigos, vídeos e demais meios de divulgação científica.

## 2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

O objetivo deste capítulo não foi ranquear os LD analisados e dizer qual é o mais ou menos adequado ao Ensino de Botânica e, sim, identificar e analisar como a Cegueira Botânica e o Zochauvinismo são abordados em Livros Didáticos de Biologia distribuídos às escolas pelo Programa Nacional do Livro Didático de 2018. Com as análises acima pudemos verificar que nenhuma das coleções analisadas sugeriu explicitamente a abordagem do termo CB ou ZCH em sala de aula. Acreditamos que a abordagem destes termos em sala de aula para com os alunos pode alterar positivamente a forma que eles interagem com as plantas. Sugerimos então, que as novas coleções, bem como o professor que os utilizem, abordem e expliquem os sintomas da CB e ZCH durante suas aulas. Esperamos que com isso, o aluno tenha uma tomada de consciência melhor para com os mais diversos papéis que as plantas desempenham em nosso ambiente, além de manifestarem um maior interesse e percepção deste grupo no meio ambiente e em suas relações cotidianas.

Em nossas análises investigamos como elementos textuais, imagéticos e práticos dos LD poderiam reforçar ou não a CB e o ZCH junto aos capítulos destinados à Botânica, Zoologia, Ecologia, Genética e Evolução. Nossa pesquisa revela um reforço maior à CB e ao ZCH em Evolução. Azevedo (2020) também encontrou algo semelhante em sua pesquisa quando investigou influências zoocêntricas através da análise de imagens nestas coleções. Quando estudamos todo o contexto da Evolução (textos e imagens) nos LD, percebemos que existe, além de uma priorização do conteúdo animal, uma omissão das plantas em contextos em que elas poderiam ser ao menos citadas para exemplificar aspectos evolutivos, como por exemplo, seleção natural e especiação. Nossa pesquisa traz então uma grande contribuição ao Ensino de Botânica. Ela revela que o reforço maior à CB e ao ZCH não está limitado a forma

como a Botânica e a Zoologia são abordadas nos LD em seus capítulos específicos, mas sim, como essas áreas se manifestam nas intersecções com outras áreas, mais especificamente, a Evolução. Ressaltamos, então, a importância de o professor inserir em suas explicações, ao longo do ensino da Evolução, exemplos que trazem as plantas junto a um contexto evolutivo para além daqueles que se restringem a exemplos animais.

E vamos além. Manifestamos também a necessidade de um Ensino de Biologia que integre diferentes áreas do conhecimento (Botânica, Zoologia, Evolução, Citologia, por exemplo) afim de que seja minimizada a priorização de um grupo de ser vivo frente a outro. No que tange à Evolução, exemplificamos quando alguns LD trazem o conceito da coevolução encontrado em mariposas e plantas. Neste sentido, não está sendo versado apenas um ser vivo, mas sim, a relação que ele estabelece com outro e como ambos evoluíram ao longo do tempo. Somado a isso, o LD poderia trazer conceitos de Citologia ao falar dos genes que manifestam as características encontradas em ambos os seres vivos, Zoologia e Botânica trazem caracteres morfológicos e fisiológicos de ambos os seres vivos e até mesmo introduzirem conceitos de Genética como deriva Genética e alelos. Temos, assim, um ensino que chamaremos no próximo capítulo desta tese de Ensino de Biologia Organizado por Temas.

Retomando a análise das coleções, nossa pesquisa também traz uma importante contribuição para com os sintomas da CB. Por diversas vezes nos LD identificamos situações onde as plantas não são ponderadas como plano de fundo ou negligenciadas e, sim, elas estão presentes e são citadas, mas em um contexto de facilitadores da vida animal. Compreendemos que o contexto de plantas como facilitadoras pode ser um sintoma da CB para além daqueles apresentados por Wandersee e Schussler (2001). Aconselhamos, assim, que novas pesquisas incluam como sintoma da CB o fato de que as plantas muitas vezes são abordadas como facilitadoras da vida animal. Um exemplo disso pode ser identificado quando as plantas são consideradas como facilitadoras da conquista do ambiente terrestre pelos animais.

É necessário apontar também que os LD apresentam pontos positivos na alusão a Botânica. As atividades práticas encontradas em alguns LD são exemplos de abordagens que previnem a CB e o ZCH ao aproximarem o aluno das plantas. Como concluímos no primeiro capítulo desta tese por meio da análise de nosso referencial teórico, as atividades práticas demonstraram ser o melhor mecanismo, dentre os quais investigamos anteriormente, para as plantas. Relembramos, assim, o trabalho realizado por Krosnick e colaboradores (2018), AC11, onde plantas são tratadas como PET ou da pesquisa realizada por Lopes e colaboradores (2018),

AC12, que utiliza do conceito de árvores monumentais para trabalhar reconhecimento e identificação de plantas.

Entendemos que as atividades práticas possibilitam uma aproximação do aluno para com as plantas (e até mesmo outros seres vivos, quando elas são destinadas a outras áreas da Biologia), porém em alguns casos podem limitar o processo investigativo do aluno quando este obtém um resultado diferente daquele proposto por um roteiro ou obtido pelos demais colegas de sala. Além disso, compreendemos que em cronogramas de aula mais engessados, onde o professor não tem abertura para ministrar aulas além daquelas propostas pelo material, as práticas roteirizadas acabam se enquadrando melhor por possibilitarem a obtenção de um resultado único que demandará um menor tempo de discussão, quando comparado a atividades mais investigativas. Contudo, recomendamos ao professor, bem como aos editores de LD, que sempre que possível tragam atividades investigativas afim de que o aluno possa não apenas trabalhar com os questionamentos que a atividade propõe, mas que desenvolva seus próprios questionamentos frente aos fenômenos que está observando.

Por fim, gostaríamos de deixar aqui nossas últimas considerações. A primeira é que, embora tenhamos selecionado nesta pesquisa as áreas da Biologia com maior potencial para abordagens de Botânica e Zoologia, onde poderíamos identificar ou não manifestações da CB e do ZCH, seria interessante, como uma pesquisa complementar a esta tese, um estudo das demais áreas que não foram aqui contempladas. Acreditamos que para essas áreas as UR sejam bem baixas, porém, pode ser que elas reforcem nosso ponto de vista quando afirmamos que o maior reforço à CB e ao ZCH se encontra junto à abordagem da Evolução nos LD. A segunda e última consideração se destina aos professores. Esperamos que nossa pesquisa tenha fornecido diferentes abordagens e estratégias para o Ensino de Botânica, buscando-se prevenir os sintomas da Cegueira Botânica e do Zochauvinismo. Aconselhamos que o educador, ao tratar de plantas, não tenha como única e exclusiva ferramenta de ensino o Livro Didático, pois como mostramos aqui, ele nem sempre traz a melhor abordagem para o Ensino de Botânica quando se deseja prevenir a CB. Preconizamos, assim, uma comunhão entre o LD, uma importante ferramenta de ensino, com atividades disponíveis em artigos, vídeos e outros meios de divulgação científica, como esta tese.

### CAPÍTULO 3

#### **Cegueira Botânica: propondo novas denominações e novas abordagens educacionais.<sup>5</sup>**

Esta parte da pesquisa teve por objetivo **discutir, com base na literatura científica e na análise das coleções, como o Ensino de Biologia pode ser abordado numa perspectiva temática e integrada de modo a se evitar o reforço aos conceitos de CB, NB e ZCH**

Tivemos por intenção investigar a seguinte questão: **que novas contribuições para a compreensão e prevenção da Cegueira Botânica podem ser propostas a partir dos estudos constantes nesta tese, em especial no contexto escolar do Ensino de Biologia?**

Em um primeiro momento, apresentaremos uma discussão sobre Cegueira Botânica articulada aos artigos já analisados no Capítulo 1 e alguns mais recentes publicados entre 2020 e maio de 2022, buscando nos posicionar sobre a escolha do termo CB e novas designações que vêm sendo propostas para o tema.

Ressaltamos que esta discussão não se configura como uma revisão bibliográfica complementar, dado que analisaremos, agora, apenas um recorte dos artigos publicados entre 2020-2022. O critério da escolha destes artigos foi dado por interesse do pesquisador e autor desta tese e proximidade com o trabalho até aqui realizado, buscando fornecer suporte às discussões apresentadas.

Logo após, como indicado ao longo do Capítulo 2, apresentaremos nossa concepção sobre Ensino de Biologia Organizado por Temas, e como esta poderia impactar de maneira positiva o ensino escolar de Biologia e, em particular, o Ensino de Botânica no Brasil. Entendemos que este tipo de ensino por abordagem temática possui grande potencial para a prevenção da CB nos livros didáticos e nas abordagens em sala de aula realizadas por professores e estudantes.

Por fim, destinamos uma seção do capítulo aos professores, intitulada “Palavras ao Professor”. não com sentido de trazer orientações prescritivas ao trabalho pedagógico dos professores que ensinam Ciências ou Biologia na educação básica, mas sim com intuito de diálogo com os professores e possibilidades para sua atuação profissional. Nessa seção, trazemos de maneira sintética e objetiva algumas abordagens e exemplos extraídos dos próprios livros didáticos e artigos que analisamos, as quais julgamos abordagens adequadas para o Ensino de Botânica e prevenção da CB e ZCH. Buscamos com isso fornecer ao professor, caso

---

<sup>5</sup> Uma versão condensada deste capítulo será encaminhada para publicação até a data de defesa desta tese.

seja de seu interesse, um material simples e de fácil compreensão para o ensino da Botânica e complementação de suas aulas.

### 3.1. Novas possibilidades para o termo Cegueira Botânica

A intensificação do desmatamento, queimadas e ocupação de áreas de preservação ambiental podem estar ligadas à forma como vemos e valorizamos, ou não, as plantas. Muitas pessoas são incapazes de ver ou notar as plantas em seu ambiente, o que leva a uma deficiência no reconhecimento da importância que elas desempenham nos mais diferentes ambientes. Tal fenômeno é descrito por Wandersee e Schussler (2001) como Cegueira Botânica (CB) e tem suas raízes associadas a questões sensoriais, cognitivas e processuais do cérebro ao invés de estarem associadas apenas a questões de ensino-aprendizagem.

Contudo, a escolha do termo CB vem sendo alvo de críticas com o passar dos anos. Baseada na justificativa de que o termo Cegueira (*Blindness*) possa contribuir para um capacitismo<sup>6</sup> de deficiências visuais, fugindo ao seu conceito original, Parsley (2020) propõe a utilização do termo “*Plant Awareness Disparity*” (PAD), traduzido por Vasques e colaboradores (2021) como Disparidade de Consciência sobre as Plantas. Embora o termo disparidade se correlacione a uma diferença entre as percepções de plantas e animais, não concordamos com sua utilização, visto que, na proposição original de Wandersee e Schussler (1999; 2001) não existe este carácter comparativo e discrepante. Além disso, seria muito difícil transmitir com clareza aos alunos o significado da palavra disparidade por seu uso pouco comum na língua portuguesa, o que poderia ser uma barreira encontrada pelo professor na abordagem da CB em sala de aula.

Anteriormente a Parsley (2020), outras críticas e proposições também foram apresentadas. Mackenzie e colaboradores (2019) e Sanders (2019) tecem críticas ao termo “Cegueira” dado que este se associa a uma metáfora de deficiência humana, o que negaria a possibilidade de pessoas cegas terem experiências ricas com plantas.

No cenário nacional, houve em 2019 a proposição do termo Invisibilidade Botânica, sugerido por Nathássia Cássia Monteiro (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021). Também não concordamos com a utilização de tal denominação. Entendemos que a invisibilidade não se associa apenas a um carácter de percepção do ser humano, mas também às características de uma planta. Neste sentido, adotar o termo invisibilidade remete ao fato de as plantas estarem

---

<sup>6</sup> Entende-se por capacitismo a ideia de que as pessoas com deficiência são inferiores àquelas sem deficiência. Discriminação de pessoas com deficiência (neste trabalho, visual).

escondidas em ambientes naturais, um contraponto importante aos princípios da CB. Adotar o termo “invisibilidade”, se entrelaça ao fato de as plantas não serem enxergadas, ou seja, se por ventura fizermos uma caminhada ao ar livre, não veríamos as plantas, apenas outros elementos bióticos e/ou abióticos inseridos neste meio. Já para a CB, as plantas inseridas em diferentes contextos são notadas, o que não ocorre é a devida valorização das mesmas frente a outros elementos presentes nesse mesmo contexto. No exemplo dado, durante a caminhada você notaria a presença das plantas, mas não teria uma compreensão ou percepção adequada de qual é o seu papel naquele ambiente, bem como dificilmente notaria suas características estéticas e funcionais únicas como, por exemplo, flores, cores e perfumes.

Para Vasques e colaboradores (2021), o termo Percepção Limitada das Plantas (PLP) se enquadra bem em substituição à CB, porém, segundo os autores, carece de mais reflexões e discussões visto que alterar um termo emblemático e embasado não é uma tarefa fácil. O termo “Percepção” condiz bem se assumimos que a CB se associa exclusivamente a percepção cognitiva de cada pessoa, mas, como mostramos anteriormente neste trabalho, ela pode também estar associada aos processos de ensino-aprendizagem, nos quais mais se fala sobre animais do que de plantas.

Mais recentemente, Ursi & Salatino (2022) publicaram uma nota científica na qual sugerem a utilização do termo “Impercepção Botânica”. Segundo os autores, o termo impercepção pode ser entendido como a inexistência total de percepção ou, alternativamente, percepção limitada. Em nossa concepção uma inexistência total de percepção não se aplicaria às plantas, dado o fato de que muitas vezes notamos a presença das plantas junto a outros seres vivos, contudo, não as valorizamos equitativamente, havendo um negligenciamento das mesmas, não apenas por fatores neurológicos. Os autores, Ursi e Salatino parecem concordar com essa distinção em seus comentários e, além disso, ressaltam o fato de o termo proposto ser de fácil compreensão e superar o caráter capacitista sem que haja perda de impacto.

Para nós, a possível associação de impercepção com invisibilidade/inexistência, a qual não se manifesta junto às definições da CB, é uma das limitações do termo proposto, haja visto que a definição direta do termo se correlaciona com a ausência de percepção. Vale ressaltar a importância – e necessidade – de se buscar novas denominações que sejam mais esclarecedoras e adequadas aos fenômenos associados à CB e ZCH. Assim intentaram Ursi & Salatino (2002) ao proporem o termo “Impercepção Botânica”. Como expusemos em momentos anteriores desta tese, após os vários estudos que realizamos sobre o assunto, optamos por defender o uso do termo “Negligência Botânica”, por não termos encontrado, nem

conseguido propor um termo mais adequado para os fenômenos em tela. No entanto é importante destacar que nossa proposição se limita ao significado da palavra negligenciar, entendida por nós como sendo o ato de não dar a algo o seu devido valor. Além disso, como apontado anteriormente, a palavra Negligência não carrega em suas definições noções capacitistas como àquela associada ao termo Cegueira. Nesta tese não sugerimos a adoção dos demais conceitos e discussões apresentadas por Hershey (1996) por acreditarmos que as definições e conceitos associados à CB propostos pelos autores originais contemplam o fenômeno aqui discutido.

Propomos que esta discussão siga então em direção ao termo Negligência Botânica (NB) ao invés da Cegueira Botânica ou outras denominações supracitadas, sem que haja uma menção direta aos trabalhos apresentados por Hershey (1996). Somado a isso, gostaríamos de esclarecer, que acreditamos na existência do fenômeno da CB e que este pode estar presente não apenas nas relações escolares, mas também naquelas associadas ao cotidiano dos alunos e de outras pessoas. Nossa proposta se limita então, apenas na substituição do termo, se que haja uma perda na caracterização do fenômeno originalmente apresentadas por Wandersee e Schussler (2001).

De antemão gostaríamos de apontar que a utilização do termo CB passa de maneira fácil e acessível aos alunos a ideia que se quer transmitir, além do fato de ser um termo de fácil compreensão e estar amplamente difundido na literatura. Contudo, é necessário que um novo termo seja designado dadas as limitações da denominação CB apontadas anteriormente. Sugerimos então a utilização de um termo que, frequentemente, se encontra associado à CB e que vem sendo identificado desde 1919 nos trabalhos de Nichols. Acreditamos que o termo mais adequado seja Negligência Botânica (*Botany Neglect*), o qual pode ser definido como um comportamento manifestado pela espécie humana que possibilita a percepção e reconhecimento dos animais na natureza ao mesmo momento em que as plantas são ignoradas (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016). Como apontado por Hershey (1996), a NB é um problema de longa data que, atrelado ao ensino, gera uma apresentação desequilibrada e enviesada da Biologia (National Research Council, 1994 *apud* HERSHEY, 1996).

Hershey (2002) aponta para um importante dado no que tange à escolha do termo CB: não há evidências concretas, ou ao menos não havia, de que a CB seja causada por uma limitação na percepção visual humana sobre o processamento de plantas. Balas e Momsen (2014) conduziram um estudo intitulado de *Attention Blinks* (Piscar de Atenção), no qual constatam uma diferença na percepção de plantas entre jovens, na qual imagens de animais

eram mais frequentemente lembradas do que imagens de plantas. Contudo, como o estudo de Balas e Momsen não foi conduzido para testar a influência do ensino-aprendizagem, um dos fatores desencadeadores da CB, não podemos dizer que a CB está mais ou menos relacionada à forma como os alunos aprendem e assimilam os conteúdos sobre as plantas. Não obstante, precisamos mencionar que o suporte teórico utilizado por Wandersee e Schussler (2002) para explicações neuro-cognitivas não foi realizado pelo próprio Norretranders, sendo uma menção ao trabalho de outros pesquisadores que conduziram estudos na década de 1960 (NORRETRANDERS, 1998, p.126). Não estamos sugerindo erros nestes trabalhos, mas reforçando a importância de que estudos mais avançados e atualizados na área da neurologia sejam conduzidos a fim de testar se CB está ou não estritamente associada a fatores de processamento do cérebro, ou se questões socioculturais e de aprendizado também exercem forte influência. Por fim, os próprios autores Wandersee e Schussler não descartam em seus trabalhos a relação entre CB, ZCH e NB conforme apontado por Hershey (2002). Inclusive, para Wandersee e Schussler (1999), um dos sintomas da CB é o próprio negligenciamento das plantas. Segundo os autores:

Consideramos o atual estado de sub-representação como muito mais do que apenas resultado de zoocentrismo ou zoochauvinismo. É por isso que decidimos introduzir um novo termo, um que enfatize as bases da cognição perceptiva e visual de porque as plantas são frequentemente ignoradas e negligenciadas não apenas por professores de Biologia, mas por humanos em geral. (WANDERSEE; SCHUSSLER, 1999, p.1).

E é neste sentido que optamos e sugerimos utilização do termo Negligência Botânica (NB) para aqueles que desejam um termo livre de conotações metafóricas ou noções capacitistas para se referenciar os fenômenos associados à CB. Negligência é um termo igualmente simples e de fácil compreensão quando comparado a Cegueira. Pode ser trabalhado em sala de aula, transmite a ideia de que as plantas merecem uma atenção maior do que aquela que recebem atualmente e, acima de tudo, indica melhor a intenção de que as plantas são desprestigiadas em relação aos animais ao invés de sugerir que elas não são vistas, ou seja, estão invisíveis. Nosso trabalho, por exemplo, embora não elimine nenhum aspecto ou fator neurológico, mostra que a CB também está associada a um processo de ensino-aprendizagem ligado aos LD e à forma como estes transmitem os valores de Botânica e Zoologia aos alunos.

Não estamos confiantes de que seja possível desvincular totalmente as práticas de ensino da forma como os alunos interagem com as plantas e outros seres vivos. Mesmo que novas pesquisas no campo na neurociência sejam conduzidas e reforcem a relação entre CB e o processamento de imagens no cérebro, não poderemos tratar esses resultados como únicos fatores desencadeadores da CB. Ainda teremos elementos como as práticas de ensino formais,

os processos de educação informal (família, grupos de amigos etc.) e os meios de comunicação social, as mídias em geral, como programas de TV, jogos, *sites* de *internet* entre outros, reforçando ou não a CB.

Para Amprazis e Papadopoulou (2020), a educação pode ter (e acreditamos que ela tem) um papel fundamental no combate à CB, mas isso não pode ser motivo para um contexto de pesquisa restrito. Pesquisa em vários âmbitos precisam ter continuidade, pois podem contribuir para o combate à Cegueira ou Negligência Botânica. Esclarecemos aqui, que os termos Cegueira Botânica (termo proposto por Wandersee e Schussler) e a Negligência Botânica (termo proposto por Hershey) não devem ser interpretados como sinônimos haja visto que, ambos trazem características e discussões próprias. Ao utilizarmos o termo “ou” nos referimos a etimologia da palavra Negligência e a nossa atitude em adotar o termo Negligência em substituição à Cegueira.

Com base no que foi exposto acima e também por julgarmos ser mais adequado, a partir deste ponto do texto adotaremos nesta tese, ao invés de Cegueira Botânica (CB), o termo Negligência Botânica (NB) para referenciar o fenômeno e suas variadas implicações junto à população em geral.

Os esforços para combater a NB, contudo, precisam ir muito além das discussões sobre qual a melhor denominação a ser utilizada. É importante que as discussões e trabalhos estejam sempre preocupados em defender a ampliação da percepção de plantas <sup>7</sup> não apenas em nossos alunos, mas também na população em geral.

Ficamos felizes em perceber que, durante os dois últimos anos, um número considerável de trabalhos fora publicado no qual a CB e suas implicações foram tema central. Brownlee e colaboradores (2021), por exemplo, conduziram uma pesquisa na qual quatro coleções didáticas destinadas a alunos de graduação foram analisadas a fim de avaliar se o termo PAD (“*Plant Awareness Disparity*” em tradução livre para Disparidade de Consciência sobre as Plantas) estaria difundido junto a essas coleções. Em suma, seus resultados revelaram que cerca de 5% das imagens trazem um foco exclusivo em plantas. Este resultado reforça a necessidade de trabalhos como este que conduzimos junto aos LD de Biologia, dado que, coleções destinadas ao EM e ao ES aparentam ter uma preferência por exemplos animais ao invés de plantas.

---

<sup>7</sup> A primeira vez que entramos em contato com o termo ampliação da percepção de plantas foi em uma fala da professora Suzana Ursi proferida durante a defesa desta tese realizada em setembro de 2023.

Professores em estratégias de educação ao ar livre podem desempenhar um papel fundamental na reversão e prevenção da NB. Borsos e colaboradores (2021) trabalharam para mostrar que alunos que participam de aulas realizadas ao ar livre em ambientes naturais e mais próximas ao seu cotidiano apresentam melhores conhecimentos na identificação de plantas do que alunos que participaram somente de aulas em ambientes fechados. A pesquisa realizada com estudantes de Biologia indica resultados mais satisfatórios em termos de identificação de plantas do grupo experimental o qual teve experiências ao ar livre. Além disso, o trabalho revela que, no geral, plantas medicinais, frutíferas e legumes são mais identificados, embora não seja um resultado padronizado para os grupos que participaram da pesquisa. Este resultado é de grande importância pois revela que a aproximação entre plantas e o cotidiano dos alunos pode aumentar o interesse que eles demonstram para com a Botânica.

No Brasil, pesquisas neste mesmo intuito de aproximar as pessoas com seu cotidiano também foram conduzidas nos dois últimos anos. Ribeiro (2021) identificou 53 espécies de plantas em praças de uma cidade de Minas Gerais, nas quais foram anexados um *QR Code*. À medida que as pessoas transitavam nas praças podiam escanear o *QR code* e obter informações sobre as plantas como espécie e nome popular. Bastiani e Gonzatti (2020), junto a alunos do 7º ano do EF de uma escola em Caxias do Sul, realizaram um inventário de plantas que existiam ao entorno da escola. Neste inventário, os alunos puderam coletar e identificar as espécies de plantas, resultando em um levantamento de 33 espécies diferentes. A partir das análises de dados relativos a acessos destes *QR Code*, os autores possibilitaram um acesso maior ao conhecimento sobre as plantas inseridas no cotidiano dos moradores e, possibilitaram o desenvolvimento da opinião pública sobre assuntos que envolvem as plantas, pois a população passou a ter acesso a conhecimentos antes não disponíveis.

Tais atividades, como dito anteriormente, aproximam os alunos das plantas e possibilitam uma ressignificação deste grupo a partir da valorização de sua importância e características únicas. Não é garantia, mas tais ações podem estimular, nos estudantes, uma melhor percepção das plantas em seu cotidiano e, por consequência, evitar um negligenciamento das mesmas em relação a outros seres vivos ou a elementos abióticos do ambiente. Para Stroud e colaboradores (2022), devemos promover atitudes e habilidades ambientalmente simpáticas na população em geral e, combater essa extinção da educação Botânica, perda de conhecimento botânico e perda de habilidades técnicas para assim, aumentar a conscientização sobre as plantas (STROUD et al, 2022).

Esses são alguns exemplos que possibilitam a percepção de que não é necessária a estrutura física de um laboratório para que atividades mais interativas sejam construídas com os alunos a fim de promover um maior interesse e, conseqüentemente, a prevenção da NB. Além disso, gostaríamos de abrir um parêntesis no que compete à pandemia da COVID-19: com a restrição de locais fechados, muitas pessoas começaram a visitar com maior frequência parques e praças, ou seja, locais abertos e com grande diversidade vegetal.

Práticas no Ensino de Botânica, como essas que apresentamos, podem se beneficiar deste maior contato que as pessoas então tendo com plantas para despertar um maior interesse e apreço por elas. E vamos além, como muitas pessoas (re)criaram o hábito de visitar locais ricos em vegetação, a simples identificação das plantas encontradas nestes locais pode despertar a curiosidade das pessoas que transitam no local sobre que planta é aquela, para que serve e se poderiam ter em suas casas e jardins. Cabe, assim, aos gestores do poder público e/ou privado e também aos biólogos e professores de Biologia que se sintam seguros em fazer, desenvolver ações para que essas plantas sejam colocadas em evidência nesses locais, agindo diretamente, na prevenção à NB.

### **3.2 O Ensino de Biologia Organizado por Temas**

Ao longo deste trabalho, trouxemos algumas referências, situações e análises que caracterizam o Ensino de Botânica como passível de mudanças. Notamos em artigos e LD alusões sobre uma desvalorização contínua das plantas, muitas vezes atrelada a maior valorização de outras áreas da Biologia (Zoologia, por exemplo), abordagens conteudistas e focadas na memorização de termos que diminuem o interesse dos alunos pela Botânica e diversas situações que indicam uma negligência das plantas em diferentes contextos.

Nos primeiros capítulos desta tese, nos preocupamos em fazer alusão aos termos CB e ZCH, trazendo diferentes estratégias para sua prevenção, o que poderia otimizar o apreço que nossos alunos têm para com as plantas. Porém, estamos convictos de que a forma como a Biologia é ensinada atualmente, também influencia na priorização de algumas áreas da Biologia em prejuízo de outras.

Existe, assim, uma necessidade de repensarmos a forma como ensinamos Biologia. Sugerimos que os professores passem a pensar e ensinar seus alunos utilizando abordagens mais integrativas dentro da própria disciplina, estratégia essa conhecida como ensino "intradisciplinar", sem que as propostas interdisciplinares, comumente utilizadas em algumas escolas, sejam deixadas de lado. Segundo Satchwell e Loepp (2002), um currículo

intradisciplinar consiste na integração de diferentes áreas dentro de uma mesma disciplina e, na nossa concepção, essa seria uma maneira de lecionar Biologia sem que um ramo específico dela seja priorizado, ou sem que alguns ramos específicos dela sejam desprestigiados. Ainda sobre o tema, Krasilchik (2019) comenta:

A falta de integração intradisciplinar é a fonte de grandes dificuldades no aprendizado de Biologia. O conteúdo é apresentado dividido em compartimentos estanques, sem propiciar aos alunos oportunidades de sintetizar e dar coerência ao conjunto, o que seria possível se lhes fossem mostradas as ligações entre fatos, fenômenos, conceitos e processos aprendidos (KRASILCHIK, 2019, p. 48).

E é esta ligação entre os fatos, fenômenos, conceitos e processos aprendidos na disciplina da Biologia que dificilmente os alunos conseguem fazer, já que acabam aprendendo os conceitos de Botânica, Zoologia, Citologia, Fisiologia, entre outros, de forma compartimentada e desconexa. Para Krasilchik (2019), caberia ao professor mediar o aprendizado, estabelecendo essas relações entre os vários elementos curriculares presentes no Ensino de Biologia, de modo a formar um conjunto conexo ao invés de segmentados e desarticulados. A autora ainda aponta que alguns professores tentam estabelecer essa relação, mas não obtém sucesso dada a maneira como a escola traça suas estratégias de ensino.

[...] o que se constata é a perplexidade de professores que tentam incluir em seus programas tópicos de Botânica e Zoologia, principalmente por influência de sua formação, em escolas que, mantendo as disciplinas separadas umas das outras, não demonstram aos alunos que em nível mais elementar, no Ensino Médio e Ensino Fundamental, não cabe mais apresentar a matéria dividida deste modo (KRASILCHIK, 2019 p.47-48).

O insucesso dessas estratégias também pode estar atrelado à forma como os professores foram formados. É natural que uma formação em licenciatura, que tenha adotado um modelo através do qual os conteúdos são ministrados de maneira compartimentalizada e estanque reforce este arquétipo nos professores formados. Além disso muitos professores novos se inspiram e planejam suas aulas baseados em modelos de outros professores que tiveram ao longo do EM ou EF e com os quais sentiam afinidade. Se, por ventura, as aulas destes professores inspiradores também foram ministradas de maneira compartimentalizada, pode-se passar a impressão de que este é o melhor modelo de aulas a se adotar.

Somado a isso, temos o fato de que os LD também organizam os conteúdos de Biologia de maneira segmentada e sem articulação, baseada na divisão clássica de grandes áreas da Biologia. Por exemplo, nosso trabalho mostrou, no capítulo 2, que esta divisão de fato ocorre e traz algumas consequências graves para o Ensino de Botânica, como a Cegueira Botânica e o Zoochauvinismo.

Ainda sobre os LD e como eles influenciam na maneira como os professores lecionam, Krasilchik (2019) reforça que esses materiais, em geral, também continuam a apresentar as subdivisões clássicas da Biologia e os professores acabam se acomodando ao programa proposto pelos livros por lhes ser mais familiar, mesmo que não haja uma concordância de que esta seja a melhor forma de se apresentar a Biologia.

Há diversas possibilidades para se organizar um currículo de Biologia na perspectiva de um ensino intradisciplinar, ou seja, que vise a integração dos vários ramos dessa ciência nos processos de ensino-aprendizagem escolar. Uma delas é denominada por Ensino de Biologia Organizado por Temas. A articulação dos elementos curriculares e programáticos no Ensino de Biologia (conceitos, fatos, fenômenos, processos etc.), a partir da proposição e tratamento de temas, poderia fornecer aos alunos uma visão diferente da Biologia, na qual o aluno poderia compreender de maneira mais fácil as relações que existem entre os diferentes seres vivos e os diferentes conteúdos vistos em sala de aula. Esta compreensão seria diferente daquela que tradicionalmente ocorre, pois diluiria a possibilidade de um conteúdo específico da Biologia ser priorizado, já que todo o conteúdo atrelado ao processo que se intenta ensinar seria ministrado de maneira integrada.

É importante esclarecer que, quando falamos Ensino de Biologia Organizado por Temas, não estamos sugerindo substituições ao termo intradisciplinar nem que as propostas interdisciplinares deixem de ser utilizadas. A organização intradisciplinar, independentemente da denominação adotada, é de suma importância. Contudo, em nossa proposição, os conteúdos de diferentes áreas da Biologia seriam trabalhados a partir de temas integradores. Por exemplo, dentro do tema Síntese Proteica poderíamos abordar conceitos de gene, aminoácidos, fibras e contração muscular, transporte de gases pela hemoglobina, nutrição e cadeias alimentares.

Em nossa concepção, um Ensino de Biologia Organizado por Temas deve ser acompanhado de um cuidado para que o mesmo, acima de tudo, tenha um caráter integrativo. Por exemplo, no ensino da Fisiologia, trabalhamos um conteúdo bastante frequente: a Circulação. Nos livros didáticos e outros materiais de apoio pedagógico, este tema está correlacionado apenas ao grupo de animais, onde as características do sistema circulatório bem como sua função são explicadas. Mas porque não aproveitar este momento para relacionar outras áreas da Biologia a este tema? A Botânica, por exemplo, se integra a este tema ao tratar do transporte de água dentro dos diferentes grupos vegetais; a Citologia dialoga com o tema no que tange aos diferentes gradientes de concentração que possibilitam a circulação de solventes e solutos para dentro das células; ou a Ecologia e a Evolução quando falamos da conquista do

ambiente terrestre pelas plantas e conseqüente desenvolvimento da biodiversidade de uma floresta; por fim, a Microbiologia para explicar como microrganismos, organismos desprovidos de sistema circulatório, conseguem transportar nutrientes necessários ao longo de sua estrutura bem como nas associações mutualísticas que bactérias estabelecem com as plantas maximizando a fixação de nitrogênio atmosférico.

Nos livros didáticos, como apontamos, essa divisão clássica da Biologia também é registrada. A citar, durante as explicações sobre polinização, por exemplo, raramente os livros comentam sobre aspectos que diferem de um processo reprodutivo conforme exemplificado pela **Figura 142**.

**Figura 142:** Exemplo de abordagem compartimentalizada em Biologia.

### Insetos: relações ecológicas

Os insetos têm notável importância ecológica. A reprodução de muitas espécies de plantas depende do transporte do grão de pólen feito por insetos (polinização; **figura 12.8**). Além disso, as abelhas também produzem o mel, alimento com importância cultural e econômica.



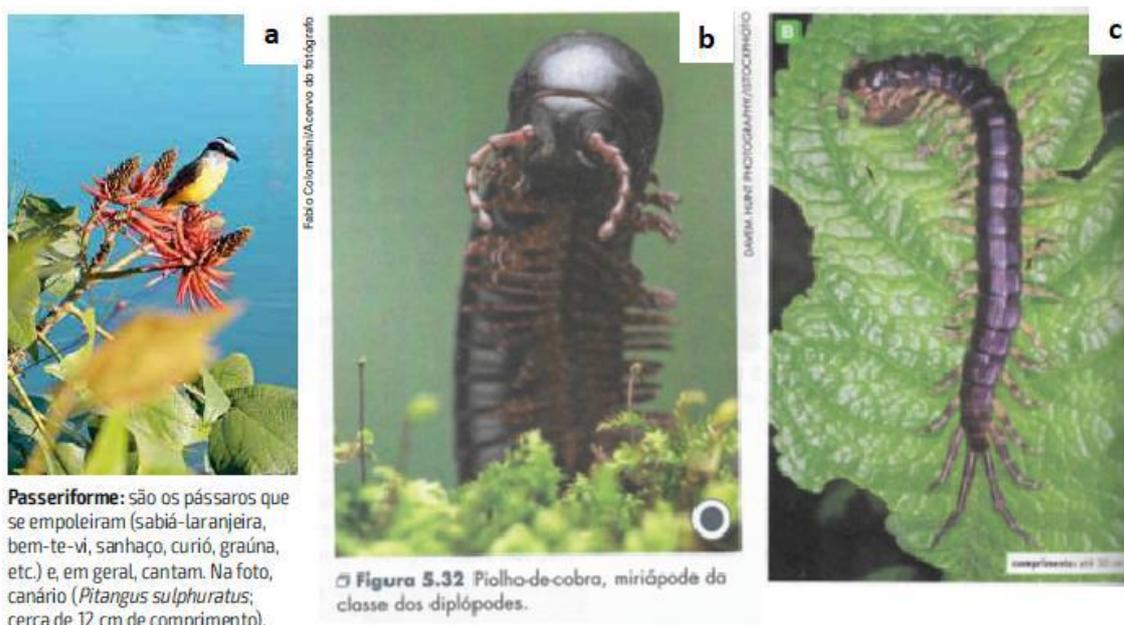
**Figura 12.8 A**  
polinização por insetos é fundamental para a reprodução de muitas plantas com flores (abelha, cerca de 1 cm de comprimento).

**Fonte:** Coleção LD02 p. 157.

Quando abordamos o tema da Polinização, comumente presente nas áreas de Botânica (reprodução de angiospermas) ou Ecologia (relações ecológicas), poderíamos pensar em uma abordagem mais integrativa. Neste caso, além dos conceitos referentes às características das angiospermas, poderíamos neste mesmo tema, 1) discutir as características do animal que possibilitam sua locomoção, obtenção de alimento e transporte de pólen; 2) integrar com os conceitos de Fisiologia e Bioquímica no que tange ao processo de digestão e composição de carboidratos; 3) integrar com os conceitos de Citologia e Genética ao falarmos dos cromossomos, células e determinação das características presentes nas estruturas reprodutivas vegetais e animais e; 4) com os assuntos referentes a Evolução quando adotamos uma abordagem coevolutiva de linhagens de seres vivos para explicar o fenômeno.

Nos livros didáticos analisados nesta tese, pudemos perceber situações em que houve uma tentativa de estabelecer abordagens mais integrativas a partir de uma discussão temática. Porém, muitas dessas abordagens foram feitas entre plantas e animais e priorizaram o conteúdo de Zoologia em desfavor à Botânica. A **figura 143** é um exemplo dessa relação a qual reforça a Negligência Botânica a partir de uma visão zoolochauvinística.

**Figura 143:** Abordagens imagéticas onde é atribuído um foco maior aos animais junto aos LD analisados.



**Fonte:** (a) Pássaro pousado em *Erythrina speciosa* (LD02 p. 208). (b) Piolho de cobra sob musgos (LD05 p.115). (c) Lacaia *Scolopendra* pertencente ao grupo dos quilópodes sobre folha (LD04 p. 152).

Na imagem (a, b e c), observamos que as plantas aparecem apenas como um plano de fundo à vida animal, oferecendo assim um reforço à NB, fomentando nos alunos a ideia de que as plantas são inferiores aos animais. Os materiais didáticos poderiam ter abordado ou sugerido ao professor que trabalhasse conceitos de Botânica como classificação de angiospermas (*Erythrina speciosa*) e briófitas; conceitos de Ecologia quando se trata da dispersão e polinização de angiospermas e estabelecimento de micro-habitats por parte dos musgos; e conceitos de Fisiologia ao se tratar de sistema digestório, respiratório e circulatório, os quais possibilitam a homeostase do animal, bem como àqueles que possibilitam a sobrevivência do vegetal. Mas, o que se observa é um conjunto de fotos utilizado para se referir apenas à diversidade animal dentro dos capítulos de Zoologia dos respectivos livros didáticos.

Situações semelhantes podem ser listadas quando nos referimos à dispersão, onde é ensinado ao aluno um assunto estancado dentro de uma relação mutualística entre plantas e

animais, na qual o primeiro se beneficia em relação à reprodução e o segundo à alimentação. No ensino de Ecologia, relações entre plantas, animais e homem também são indicadas quando tratamos, por exemplo, de cadeias alimentares e biomas. Dentro das cadeias alimentares apropria-se muito do termo produtor para se referir às plantas, ao passo que os animais são referenciados pelo nome (grilo, sapo, cobra, por exemplo). Já no ensino dos biomas, muito se fala do impacto que o homem causa na diversidade de seres vivos, mas por vezes acaba se atribuindo um valor maior à extinção de animais do que de plantas. É o caso da situação a seguir extraída de uma das coleções analisadas, em que se comenta a influência do homem no que compete à exploração e redução de e extinção de espécies da Mata Atlântica referenciando apenas exemplos animais.

**Figura 144:** Dados sobre extinção de espécies da Mata Atlântica por influência do homem.

A redução dos habitats e a exploração desenfreada dos recursos florestais, porém, colocaram em risco de extinção grande parte das espécies da Mata Atlântica. Ela é o bioma brasileiro que abriga o maior número de espécies ameaçadas. Entre as 633 espécies de animais consideradas ameaçadas de extinção pelo Ministério do Meio Ambiente em 2004, 383 pertencem a esse bioma, como o mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), o mico-leão-da-cara-dourada (*Leontopithecus chrysomelas*), o mono-carvoeiro (*Brachyteles arachnoides*) e a preguiça-de-coleira (*Bradypus torquatus*).

**Fonte:** Coleção LD04 p. 245.

Outro tema bastante utilizado em sala de aula junto a área de Genética e/ou Evolução é a seleção de organismos, por exemplo, a seleção artificial. Quando o assunto é discutido, seja pelos LD ou pelos professores durante as aulas, perde-se a chance de se integrar flora, fauna e homem. Os exemplos de seleção artificial não se correlacionam entre si, havendo citações sobre a relação homem-flora (seleção artificial de milho ou plantas de mostarda) ou da relação homem-fauna (seleção artificial de cães). Quando pensamos em um Ensino de Biologia Organizado por Temas, poderíamos utilizar da seleção artificial de plantas para abordar conceitos de Ecologia e Zoologia (dispersão, polinização, desequilíbrio ecológico), além de assuntos de Genética e Citologia

Aqui, gostaríamos de fazer um parêntesis para lembrar que, além da necessidade de as áreas da Biologia estarem correlacionadas ao longo do ensino, também é preciso que em algum momento elas se correlacionem com as relações sociais humanas. É possível perceber tal abordagem desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998), quando propõem a adoção de grandes eixos de sustentação para o ensino, justificando a escolha dos conteúdos abordados, por exemplo, no fato de que eles devem favorecer a construção, pelos estudantes, de uma visão de mundo como um todo formado por elementos interrelacionados, entre os quais o ser humano é o principal agente de transformação. Mais recentemente também, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz tal abordagem, ao enfatizar que as discussões acerca do ensino de Ciências da Natureza sempre precisam incluir a perspectiva interdisciplinar, a associação entre os conteúdos ensinados, o ambiente e suas relações com a sociedade. Para a BNCC,

Para debater e tomar posição sobre alimentos, medicamentos, combustíveis, transportes, comunicações, contracepção, saneamento e manutenção da vida na Terra, entre muitos outros temas, são imprescindíveis tanto conhecimentos éticos, políticos e culturais quanto científicos (BRASIL, 2017 p.321).

Ou seja, as relações ensinadas nas Ciências da Natureza precisam estar correlacionadas com as relações sociais, éticas, políticas e culturais para que o estudo do ambiente em suas múltiplas dimensões, popularmente conhecida como Educação Ambiental, seja efetiva. Segundo Amaral (2001), a educação relativa ao ambiente é dada como uma dimensão de abordagem interdisciplinar, contudo, não deveria constituir uma nova disciplina, mas inserir-se nas pré existentes, configurando então uma dimensão educativa (UNESCO, 1983 *apud* AMARAL, 2001). O autor ainda aponta que

A educação ambiental pode se configurar como o carro chefe da interdisciplinaridade, principalmente se estabelecer aliança com a pedagogia crítico-emancipatória, pautada principalmente na apropriação crítica do cotidiano, no aproveitamento das experiências prévias e saberes dos alunos [...] (AMARAL, 2001 p.10).

A BNCC ainda traz, para o Ensino Fundamental, a demanda de que as unidades temáticas que venham a organizar os conteúdos de Ciências (incluídos os de Biologia) sejam integradas ao longo dos anos de escolarização, sendo importante que elas não se desenvolvam de maneira isolada (BRASIL, 2017).

Essa integração se evidencia quando temas importantes como a sustentabilidade socioambiental, o ambiente, a saúde e a tecnologia são desenvolvidas nas três unidades temáticas. Por exemplo, para que o estudante compreenda saúde de forma abrangente, e não relacionada apenas ao seu próprio corpo, é necessário que ele seja estimulado a pensar em saneamento básico, geração de energia, impactos ambientais, além da ideia de que medicamentos são substâncias sintéticas que atuam no funcionamento do organismo (BRASIL, 2017 p.329).

Portanto, é importante pensarmos em um ensino que traga um caráter intra e interdisciplinar para as aulas, não se esquecendo da importância que o mesmo seja investigativo e crítico. As aulas, bem como as atividades propostas precisam transparecer aos alunos a confiança para que o mesmo assuma um papel mais ativo em sala de aula, ou seja, um papel de aprendiz em constante processo de Evolução e aprendizagem (BORGES; MORAES, 1998).

Retomando a exemplificação das abordagens, finalizamos com um exemplo bem elaborado extraído de outra coleção didática que analisamos, o qual possibilita ao professor trabalhar várias áreas da Biologia em um mesmo momento da aula. É o caso do trecho trazido pela **Figura 145**, que exemplifica a integração de Genética, Botânica e Zoologia.

**Figura 145:** Excerto mostrando a relação entre ervilhas descritas nos capítulos de Genética e outras áreas da Biologia.

As linhagens puras de ervilhas, como Mendel sabia perfeitamente, permitiam prever com precisão qual seria o resultado após a floração. Lembre-se que a flor das angiospermas tem elementos sexuais. Muitas plantas, como as ervilhas, não necessitam de insetos para se polinizar. Se os estames forem removidos antes de

**Fonte:** Coleção LD05 p. 80.

Está claro, para nós, que esta mudança para um ensino intradisciplinar, interdisciplinar e temático não irá ocorrer de um dia para outro. Algumas ações são necessárias para que tal perspectiva curricular seja implementada com maior sucesso nas escolas. Dentre elas destacam-se: 1) A reformulação dos livros didáticos, visto que são o principal instrumento de ensino utilizado nas escolas por alunos e professores; 2) Ampliação no número de aulas destinadas ao Ensino de Biologia para que o conteúdo seja contemplado junto a atividades de natureza investigativa e/ou adoção de estratégias que possam otimizar o tempo disponível como, por exemplo, reduzir o tempo destinado à exposição teórica e consequente aumento daquele disponibilizado a atividades práticas e/ou extraclasse; 3) Interesse dos professores em lecionarem Biologia a partir de abordagens temáticas e intra/interdisciplinares, sendo necessário um maior tempo destinado a estudo por parte do professor e para montagem de aulas; 4) Implementação de cursos de formação de professores que tenham como foco o tipo de ensino que aqui propomos, já que as disciplinas dos cursos de graduação também são ministradas de maneira independente e compartimentada.

Embora gradual, estamos confortáveis em dizer que esta transição do Ensino de Biologia compartimentalizado e estanque para um Ensino Organizado por Temas, de caráter mais integrativo, precisa ocorrer, sendo talvez a melhor estratégia para ensinar Biologia maximizando os assuntos aprendidos e o estabelecimento de relações entre o conteúdo ministrado e o cotidiano de nossos alunos. Vale mencionar que nossa proposta poderia ser experimentada pelos professores através da proposição de projetos intradisciplinares temáticos, os quais possibilitariam ao professor ter um contato em menor escala com um ensino temático, facilitando assim, a organização das demais aulas frente a identificação das facilidades e dificuldades que o mesmo poderia encontrar.

### **3.3. Palavras ao Professor**

Passamos, agora, a nos dirigir diretamente aos professores de Biologia e Ciências, trazendo algumas situações de ensino-aprendizagem que possam ilustrar as análises realizadas anteriormente, bem como comentários complementares no sentido de auxiliar o trabalho cotidiano dos professores. Não pretendemos, de modo algum, que estas “Palavras” sejam entendidas como prescrições aos professores. Pelo contrário, esperamos que sejam um início de diálogo, integrando nossas reflexões ao longo desta tese e nossa vivência profissional às experiências, percepções e reflexões daqueles e daquelas que vierem a ler este trabalho.

Geralmente as aulas de Botânica são cercadas por uma nomenclatura extensa e de difícil compreensão para os estudantes. Mas será que é realmente importante que eles se preocupem em aprender termos como gametângio, esporângio, tépala ou parênquima lacunoso? Claro que para esta resposta existe a exceção para aqueles que intentam ingressar no ensino superior por meio de vestibular ou pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A grande maioria dos vestibulares exige conteúdos e conceitos dessa magnitude e acaba influenciando (negativamente) o conteúdo que deve ser apresentado aos alunos da educação básica, e não apenas àqueles que estão no 3º ano do Ensino Médio ou em cursos pré-vestibulares. Isto leva ao extenso conteúdo de Biologia, em especial a Botânica, que é apresentado aos mesmos.

Para Krasilchik (2019), o exame vestibular cobra conhecimentos detalhados de fatos específicos e a escola passa a responder de modo a satisfazer e contemplar a demanda, formando-se assim um ciclo vicioso difícil de ser quebrado.

Durante toda a extensão do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, a Botânica deveria ser apresentada de maneira mais prática, interativa, contextualizada e integrativa, de forma a possibilitar que os alunos interajam mais com as plantas e o meio que as cercam. Desta

forma os alunos, sem perceberem, entrariam em contato com termos da Biologia que de maneira teórica podem se tornar descontextualizados, enfadonhos e de difícil compreensão.

Nesse contexto, apresentamos a seguir alguns exemplos de abordagens para a Botânica encontradas em artigos acadêmicos e livros didáticos que, segundo nossa compreensão, são exemplos na tentativa de prevenção à Cegueira Botânica<sup>8</sup>, referenciada como Negligência Botânica<sup>9</sup> (NB), e ao Zoochauvinismo<sup>10</sup>. Contudo, mesmo considerando-os como bons exemplos, eles possuem suas limitações no que tange à prevenção da NB e do ZCH e, para tais insuficiências, iremos sugerir alterações e complementações que convirjam com o ensino integrativo e intradisciplinar aqui proposto e que acreditamos ser uma estratégia bastante relevante no ensino da Biologia.

Todavia, uma discussão mais detalhada sobre estes exemplos se encontra no capítulo anterior desta tese. Convidamos todos a lerem o texto completo, porém, compreendemos que o tempo de um professor é dividido entre aulas, estudos, montagens de aulas e provas, correção de trabalhos, reuniões pedagógicas e tantos outros afazeres. Logo, nosso intuito aqui é apresentar de maneira sintetizada algumas situações que possam ajudá-los e orientá-los durante as aulas de Botânica.

### **3.3.1 Abordagens Práticas como forma de prevenção à Negligência Botânica (ou Cegueira Botânica) e ao Zoochauvinismo**

Vocês já ouviram o termo PET<sup>11</sup>? Geralmente ele é empregado para animais que temos em casa: gatos, cães, pássaros entre outros. Mas, e para as plantas, esse termo pode se aplicar?

A pesquisadora Shawn Krosnick e colaboradores desenvolveram um projeto com alunos de ensino superior que pode ser adaptado e replicado para alunos do Ensino Fundamental (EF) ou Ensino Médio (EM). Os alunos foram convidados a cultivar e cuidar de uma planta de

---

<sup>8</sup> Cegueira Botânica: Incapacidade de ver ou notar as plantas em seu ambiente, o que leva a inaptidão de reconhecer a sua importância para a biosfera e os seres vivos não dando uma importância equitativa a plantas e animais, levando a uma compreensão errônea de que as plantas são inferiores aos animais (WANDEERSEE E SCHUSSLER, 2001).

<sup>9</sup> Incapacidade de ver ou notar as plantas em seu ambiente, dando pouca atenção a elas e suas funcionalidades, tanto em ambientes naturais como escolares (HERSHEY, 2002.; SALATINO & BUCKERIDGE, 2016). Entendemos que as definições dadas para a Cegueira Botânica também se enquadram aqui.

<sup>10</sup> Zoochauvinismo: Tendência generalizada das pessoas considerarem mais importante estudar/ensinar assuntos relativos a animais do que plantas (BOZNIAK, 1994).

<sup>11</sup> O termo PET aqui se refere comumente aos animais de estimação que temos em casa, como gatos e cachorros, os quais fornecemos cuidados e manifestamos afinidades constantemente. Neste trabalho o termo é empregado a uma planta ao invés de um animal como ser vivo de estimação. A autora apropriou-se da nomenclatura visto que os alunos cultivaram uma planta fornecendo as mesmas todos os cuidados para seu desenvolvimento.

ciclo rápido, como leguminosas, ao longo da disciplina e fazer algumas modificações nela conforme as aulas de fisiologia vegetal eram desenvolvidas (KROSNICK; BAKER; MOORE, 2018). Ao final, uma competição era realizada com direito a premiações <sup>12</sup> para a planta "mais bonita", "mais bem vestida", mais alta (**Figura 146**).

**Figura 146:** Alunos e suas plantas do projeto *Pet Plant Project* conduzido durante uma disciplina no curso de Biologia.



**Fonte:** KROSNICK, S.E.; BAKER, J.C.; MOORE, K.R. The Pet Plant Project: Treating Plant Blindness by Making Plants Personal. 2018.

Para alunos do 7º ano do EF, por exemplo, é possível conduzir este trabalho e solicitar que os mesmos façam um diário, onde as modificações básicas da planta – como crescimento, número de folhas, período de floração e formação de frutos – sejam anotadas, entre outras percepções e observações dos estudantes. Ao final, também pode ser realizada uma exposição (evitando-se a “competição” proposta pelos autores supracitados), onde os alunos levariam suas plantas até a escola e mostrariam para o restante dos colegas de turma ou até mesmo para outras turmas da escola. Já para o Ensino Médio, conceitos sobre fisiologia vegetal também poderiam ser empregados durante a atividade.

Somado a isso, outros campos da Biologia, como a Zoologia, podem ser trabalhados ao se comparar o desenvolvimento de um animal e seu respectivo ciclo de vida. Já em Citologia, pode-se resgatar conceitos referentes à divisão celular – processo este que possibilita o desenvolvimento de qualquer ser vivo pluricelular – e até mesmo o papel que organelas desempenham no desenvolvimento embrionário como, por exemplo, a função desempenhada pelos lisossomos na autotomia caudal de anfíbios como sapos e rãs.

<sup>12</sup> Embora os autores usem a premiação em estímulo aos resultados do processo de ensino e aprendizagem, não concordamos com tal procedimento. Poderia ser substituído por uma escolha coletiva da turma pela planta "mais bonita", "mais bem vestida", "mais alta", entre outros atributos, mas sem estimular a competição e a comparação entre os estudantes.

Não podemos nos esquecer que o trabalho proposto por Krosnick e colaboradores (2018) pode reafirmar as relações sociais em uma sala de aula em virtude de oportunizar que os alunos sintam apreço e manifestem interesse por trabalhos desenvolvidos por outros. Não obstante, a atividade permite um acompanhamento pautado em discussões sobre as estratégias que cada aluno resolveu adotar, manifestando as facilidades e dificuldades encontradas, anexando a essas últimas sugestões dadas pelo professor e demais alunos.

Agora, se na escola onde você leciona, ou nas imediações dela, existe uma biodiversidade vegetal, outras abordagens podem ser utilizadas. Por exemplo, Raquel Lopes e colaboradores analisaram a influência que as árvores monumentais (aquelas que se destacam das demais árvores pelas suas características excepcionais como porte, desenho, idade, raridade e valor natural, histórico, cultura ou paisagístico) tinham sobre os alunos (LOPES et al, 2018). Para aumentar o contato com essas árvores, os pesquisadores realizaram um piquenique em ambiente aberto junto às plantas, o que poderia ser planejado dentro da própria escola ou em uma praça do entorno, e solicitaram que os alunos fizessem desenhos sobre as plantas observadas. Esses desenhos foram feitos antes e depois do contato com as plantas. No pós teste, os estudantes revelaram uma maior riqueza de detalhes, expondo assim uma maior compreensão das plantas e do seu ciclo de vida. A **Figura 147** mostra alguns níveis de complexidade dos desenhos realizados.

**Figura 147:** Representação dos desenhos realizados pelas crianças no trabalho de Lopes e colaboradores (2018) sobre árvores monumentais.



**Fonte:** LOPES, R.P.; REIS, C.S.; QUARESMA, S.; TRINCÃO, P.R. Árvores monumentais como forma de contrariar o *Plant Blindness*: concepções das crianças antes e depois de atividades de ciência. 2018. **Nível 1:** desenho não representativo de uma árvore, onde não se consegue identificar uma árvore ou desenhos em branco; **Nível 2:** desenho com uma compreensível representação de uma árvore, onde é possível identificar as características típicas de uma árvore; **Nível 3:** desenho com uma compreensível representação de uma árvore monumental e/ou árvore da floresta autóctone, onde se evidenciam características particulares como bolotas, folhas, troncos ocos.

Podemos perceber que, no Nível 3, a complexibilidade do desenho é maior, onde se nota a presença de árvores imponentes com sementes e/ou frutos sendo representados. É

cabível realizar esta atividade a partir do conjunto de plantas disponíveis na escola ou próximo a ela e solicitar que os alunos desenhem antes as plantas que observam quando chegam na escola e/ou que estão nela e, após a visita à área onde estas plantas se encontram, um novo desenho pode ser solicitado. Espera-se que o detalhismo dos desenhos seja maior após uma atenção maior ser dada para as plantas, o que revelará a compreensão e maior percepção das estruturas presentes nestes seres vivos. Vale mencionar que embora esse trabalho tenha utilizado as árvores monumentais, pode-se entender e projetar isso para a vegetação disponível na escola ou próxima a ela, como nas ruas, praças ou parques próximos.

O trabalho de Lopes e colaboradores (2018) viabiliza, além do estudo na área da Botânica, que outros ramos da Biologia sejam igualmente explorados e de maneira interrelacionada. Sugerimos que, além dos conceitos já propostos para Botânica, assuntos atrelados a Ecologia e Evolução também sejam trabalhados.

Em seu livro *A Sabedoria da Natureza*, Peter Wohlleben expõe uma interessante relação entre árvores e salmões – a população de salmão influencia diretamente no desenvolvimento e manutenção de muitas árvores, por exemplo, abetos que podem atingir cerca de 20 metros de altura e são árvores com características monumentais. Dentro deste tema, o professor pode trabalhar conceitos de Ecologia como relações ecológicas, teias alimentares e fluxo de matéria e energia, sendo este último o grande responsável pela manutenção destas árvores. Junto a isso, a compreensão do por que os salmões fertilizam o solo quando são predados por ursos, os quais deixam os restos dos peixes no solo para serem decompostos, coincidindo com o período reprodutivo dos abetos, está alinhada aos conceitos de seleção natural estudados em Evolução.

E as possibilidades não param por aí, Peter Wohlleben também menciona em seu livro que a interação necessária para a produção do presunto ibérico – semelhante ao presunto parma – é prejudicada haja vista a competição existente entre aves e porcos por bolotas produzidas e liberadas por árvores monumentais durante seu período reprodutivo. Temos, então, uma situação cotidiana que envolve as árvores monumentais utilizadas por Lopes e colaboradores (2018) no trato à NB que pode ser utilizada como tema para o decorrer de um Ensino de Biologia Organizado por Temas. Enfatizamos que uma das estratégias defendidas neste trabalho para a prevenção da NB é uma discussão constante sobre como as plantas estão inseridas no cotidiano dos alunos.

Outra estratégia, que pode ser utilizada junto às plantas presentes na escola e/ou em seu entorno, foi aquela proposta por Ribeiro (2021). Em seu trabalho, 53 plantas foram

coletadas, identificadas e referenciadas por meio de *QR codes* (Figuras 148 e 149). Quando escaneado, o *QR code* fornecia informações básicas sobre a planta, como seu nome científico e popular.

**Figura 148:** Exemplo de Etiqueta *QR code* afixada em um exemplar de *Machaerium acutifolium* ao entorno de um ginásio.



**Fonte:** RIBEIRO, J.A.G. Conhecimento das espécies vegetais de cinco praças públicas por meio de QR codes. 2021.

**Figura 149:** Informações acessadas via *QR code* em um smarthphone.



**Fonte:** RIBEIRO, J.A.G. Conhecimento das espécies vegetais de cinco praças públicas por meio de QR codes. 2021.

Uma atividade prática como esta permite ao aluno, além do contato com as plantas de sua escola ou entorno, compreender como é realizado o trabalho de um taxonomista botânico, o qual faz uso de caracteres como tipo de folha, estrutura da flor, textura e cores para chegar ao nome científico designado para aquela espécie. Sugerimos nesta atividade que seja abordado também o que é um herbário e sua importância e que algumas exsicatas dos materiais coletados na escola e entorno sejam confeccionadas junto aos alunos. Enfatizamos que essa sugestão pode ser realizada utilizando cadernos, livros e jornais para prensagem de material e secagem ao sol das amostras Botânicas que os alunos coletaram, sendo opcional um investimento em estufas e outros materiais específicos para confecções de exsicatas. Também é possível propor e planejar uma sequência investigativa de ensino na qual uma das atividades

consiste na identificação de plantas com o auxílio de aplicativos (sugerimos a utilização do PI@ntNet®) e a confecção de placas para a identificação (PIASSA, 2019). O uso de *QR code*, neste caso, aproxima ainda mais as plantas do cotidiano dos alunos, dado que existe uma afinidade muito grande entre nossos alunos e seus smartphones. Porém, as placas de jardinagem para identificação suprem bem a utilização de celulares em escolas, caso os alunos não tenham acesso aos recursos eletrônicos para leitura dos *QR codes* e obtenção dos dados básicos daquela planta.

A utilização de *QR codes* ou qualquer outro mecanismo de identificação utilizado envolve, a priori, a tomada de decisão sobre qual o nome correto designado para aquele espécime. É praticável, então, motivar os alunos a manifestarem suas conclusões e discutirem sobre qual a melhor identificação para aquele indivíduo, reafirmando assim a necessidade de que as relações sociais entre eles ocorram de maneira organizada. Facilitar o desenvolvimento de conhecimentos atitudinais, como a capacidade de refletir, discutir e debater, e procedimentais, como a habilidade de observar, classificar e comunicar, é igualmente importante à aquisição de conhecimentos por parte dos alunos. Já no que concerne à intradisciplinaridade, é concebível pensar que aspectos da Biologia que margeiam outros grupos de seres vivos possam ser trabalhados: para identificar as plantas. É necessário que o aluno compreenda e identifique suas estruturas, algo que pode ser empregado na identificação de um animal, fungo ou até mesmo organismos unicelulares (protozoários, algas e bactérias, por exemplo).

Ao se abordar taxonomia, temos potencial para nos apropriar não apenas de plantas e animais comumente associados, mas também aproveitar a oportunidade para ministrar conceitos atrelados a outros grupos de seres vivos, como suas características únicas, fisiológicas, histológicas e morfológicas, as quais possibilitam sua identificação. E as possibilidades vão além; na Biologia moderna, muito se fala das relações filogenéticas estabelecidas a partir das análises de DNA. Grupo ou clados atualmente são determinados com base nas semelhanças de DNA entre as espécies, o que possibilita que aspectos da Citologia e Biotecnologia, como a síntese proteica ou expressão gênica, seja tema para uma aula intradisciplinar, onde o professor municiaria o aluno com conceitos de DNA, RNA, enzimas, aminoácidos, proteínas, técnicas de PCR e eletroforese, por exemplo, para então determinar como os atuais sistemas de classificação de taxonomia são realizados.

Trazendo, agora, alguns exemplos extraídos dos Livros Didáticos (LD) que analisamos nesta tese, iniciamos por uma situação constante na coleção BIO (ROSSO; LOPES,

2019, p.94). Os autores sugerem que os alunos visitem as plantas presentes na escola e registrem os diferentes espécimes ali observados, conforme ilustra a **Figura 150**. Caso não haja em sua escola áreas verdes, é possível observar as plantas numa praça próxima à escola ou as plantas que ficam no caminho para a escola.

É muito comum que, em atividades de observação ao ar livre, outros elementos bióticos chamem a atenção dos alunos, havendo, assim, uma perda do foco para o qual a atividade foi inicialmente planejada. Optativamente aqui, podemos utilizar destes “distratores” para associações intradisciplinares dentro da Biologia.

**Figura 150:** Atividade prática de observação e construção de guia ilustrado sobre plantas.

**Despertando ideias** Professor(a), veja nas Orientações didáticas os comentários e as respostas das questões dissertativas. REGISTRE NO CADERNO

### Guia ilustrado de plantas

Antes de avançarmos mais no estudo das plantas, sugerimos a você e aos colegas de classe, com a coordenação de seu (sua) professor(a), fazer uma visita ao pátio da escola ou seus arredores, onde haja jardins ou alguma vegetação. O objetivo é conhecer um pouco sobre as plantas que você encontra todos os dias.

**Materiais**

- Caderno para anotações;
- Lápis;
- lupa de mão (opcional);
- máquina fotográfica ou algum aparelho que registre imagens (opcional).

**Procedimento**

1. Durante a visita, observe as plantas que encontrar. Procure verificar se existem briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas. Quais critérios você está usando para diferenciar essas plantas?  
Para conhecer melhor as briófitas, você pode utilizar uma lupa de mão. Se puder, tire fotografias das plantas ou utilize seu caderno para fazer ilustrações delas. No seu caderno, anote o local onde cada planta se encontra, atentando se elas estão em locais sombreados ou expostos ao sol. Faça um mapa do trajeto à medida que vai passando, e coloque nesse mapa o local onde essas plantas estão, de modo que elas possam ser novamente localizadas por você ou por qualquer outra pessoa que analisar o mapa. Registre o dia e a hora em que fez a visita. Anote também se observou angiospermas em época de produção de flores ou de frutos.
2. Em sala, mostre suas anotações e seus registros aos demais colegas. Veja as anotações deles. Em um trabalho coletivo da classe, vocês deverão montar um guia ilustrado com as plantas encontradas. Esse guia pode ser divulgado na escola ou publicado no *blog* da turma para que todos possam trocar informações e enriquecer o trabalho. Aprimorem, coletivamente, o guia durante o estudo de Botânica, acrescentando outras plantas que você conhece, informações e imagens sobre elas. Inclua, por exemplo, plantas encontradas em sua casa, nos arredores dela e em seu trajeto para a escola.

**Fonte:** ROSSO, S.; LOPES, S. **BIO**. 3ªed. 2016. p. 94.

Com frequência, em uma atividade de observação um artrópode irá chamar a atenção dos alunos, haja vistas as discussões supracitadas sobre percepção visual. Ao invés de inibirmos o interesse demonstrado pelo aluno naquele momento, podemos tentar mostrar aos mesmos quais relações aquele artrópode, na maioria das vezes um inseto, estabelece com as plantas e demais elementos daquele ambiente. Caso haja uma interação trófica entre as plantas

e o artrópode, podemos pensar em temas como alimentação ou fluxo de energia e trabalhar com os alunos aspectos da Biologia e das Ciências da Terra integrados nesta atividade de observação. Outros temas como, por exemplo, reprodução, crescimento e recuperação ambiental podem nortear uma atividade de observação, fomentando nos alunos a compreensão das plantas, demais elementos do ambiente e como interagem entre si.

No que compete a atividades práticas que podem ser realizadas em laboratórios ou outros locais apropriados da escola, as coleções didáticas que analisamos nesta tese trazem alguns exemplos para serem utilizados durante as aulas. Nas aulas de Botânica, por exemplo, muito se fala sobre reprodução assexuada e comumente, são realizados experimentos sobre estaquias para exemplificar o processo. No experimento retratado na **Figura 151**, a reprodução vegetal é abordada por meio dos soros e esporos de samambaias. Pode-se inserir esta atividade logo após falar sobre este grupo de plantas, pois, desta forma, estaríamos abordando as estruturas das samambaias que são pouco compreendidas pelos alunos (como soros, esporos e esporófito) associada ao contexto de reprodução assexuada.

Lembramos que a reprodução é uma ótima opção de tema para o desenvolvimento de uma atividade intradisciplinar. Somos capazes de desenvolver uma atividade que compare as diferentes estratégias de reprodução de diferentes seres vivos, tratando, assim, quais as semelhanças e diferenças exibidas por cada ser vivo. É possível aproveitar este tema para apresentar aspectos importantes de Citologia, como divisão celular e gametogênese, além de assuntos correlatos à Histologia e Fisiologia no que se associa ao desenvolvimento de tecidos e órgãos.

É significativo apontar que a atividade proposta abaixo está totalmente roteirizada na coleção em tela, e isto não estimula a autonomia e a criatividade dos alunos. Pensando na intradisciplinaridade e no desenvolvimento de habilidades investigativas nos alunos, aconselhamos que, para uma temática de reprodução, sejam fornecidos aos alunos alguns exemplares dos quatro grupos vegetais, além de outros que estejam disponíveis como, por exemplo, fungos. Adicionalmente, se a escola possuir lupas ou microscópios, pode-se adicionar à atividade protozoários unicelulares, amebas por exemplo, coletados de cursos d'água. Além disso, é possível, embora não seja uma tarefa tão trivial, capturar algumas planárias junto a ambientes terrestres úmidos ricos em matéria orgânica.

**Figura 151:** Atividade prática voltada ao estudo do desenvolvimento a partir de soros de samambaia.

## Práticas de Biologia

### O desenvolvimento de samambaias

#### Objetivo

Observar o desenvolvimento de um novo indivíduo de samambaia a partir de seus esporos.

#### Material

- uma folha fértil de samambaia com os soros bem evidentes e maduros (a coloração em geral é castanho-escura ou cor de ferrugem)
- lupa de mão
- papel sulfite
- dois copos plásticos (ou outros dois recipientes) com um pouco de terra
- pincel
- caneta marcadora para CD/DVD

#### Procedimento

1. Com a lupa, observe a aparência dos soros na folha da samambaia. Faça um desenho em seu caderno registrando os dados observados.
2. Com o pincel, raspe um dos soros de modo que os esporos caiam sobre a folha de papel sulfite. Mais uma vez, observe-os com a lupa e registre suas conclusões no caderno.
3. Prepare os copos plásticos ou recipientes com terra para a etapa seguinte do experimento. Escreva "terra úmida" em um copo e "terra seca" no outro para identificá-los. Molhe a terra apenas no copo "terra úmida", mas não a encharque. Mantenha a terra do outro copo completamente seca. Com cuidado, deixe alguns esporos caírem sobre os copos.
4. Deixe o copo com terra úmida em local sombreado, evitando luz solar direta, mas não no escuro total. Diariamente, coloque um pouco de água sobre a terra desse copo ou recipiente, sempre tomando o cuidado de não encharcá-la. A terra do outro copo deve ser mantida seca e exposta à luz solar direta.
5. Desse ponto em diante, observe diariamente o que ocorre com o experimento nos dois recipientes. Anote tudo em seu caderno. Se preferir, faça desenhos coloridos de tudo o que observar. Utilize a lupa para enxergar detalhes.

#### Resultados

1. Houve diferenças na germinação dos esporos nos dois recipientes? Se sim, quais?
2. Quantos esporos germinaram em cada copo?
3. Que tipo de estrutura germinou dos esporos? Cite o nome dessa estrutura e descreva-a com o máximo de detalhes possível.

#### Discussão

1. A estrutura observada participa de qual etapa do ciclo reprodutivo das pteridófitas?
2. A que você atribui as possíveis diferenças de resultado nos dois copos?
3. Se você continuar observando o desenvolvimento da estrutura descrita, que etapa seguinte do ciclo das pteridófitas deverá ocorrer?

#### ATENÇÃO!

Não coloque esporos demais sobre a terra, pois isso pode atrapalhar as observações posteriores.



**Fonte:** CATANI, A.; CARVALHO, E.G.; SANTOS, F.S.; AGUILAR, J.B.; CAMPOS, S.H.A. **Ser Protagonista** 3ªed. 2016 p.79.

Após a etapa de triagem do material, a atividade pode seguir no sentido de solicitar aos alunos que analisem os materiais disponíveis e estabeleçam algumas possíveis hipóteses

que possibilitariam a reprodução. Feito isso, é de suma importância que as hipóteses então estabelecidas sejam discutidas coletivamente para que haja uma tomada de decisão de quais seriam adotadas e postas em práticas. Por fim, um diário de desenvolvimento pode ser feito, onde os alunos podem anotar as modificações observadas ao longo dos dias nos organismos investigados.

Já na coleção *Biologia Moderna* (AMABIS; MARTHO, 2016), o manuseio de flores de angiospermas possibilita ao aluno a compreensão da reprodução sexuada sobre as plantas e das partes que compõem uma flor. Esta é uma atividade realizada com alunos do 2º ano do EM, onde é solicitado que eles tragam flores que possuem em casa e/ou que encontram pelo caminho até a escola, para que possam ser dissecadas e estudadas. Por meio de desenhos realizados pelos alunos sobre as estruturas florais, é possível perceber se os mesmos conseguem, por exemplo, diferenciar uma pétala de um estame, o que mostra uma compreensão sobre os conteúdos ministrados durante as aulas teóricas. Vale lembrar que o mesmo tipo de atividade pode ser realizado com outros seres vivos, como fungos, líquens, e invertebrados mortos que os alunos encontrem ao longo do seu dia a dia. Inclusive, pode-se aproveitar este momento para construir com os alunos uma coleção biológica que poderia ser utilizada para seu próprio aprendizado, bem como o de outras turmas.

O tema biodiversidade pode nortear uma atividade mais abrangente, onde os alunos teriam a oportunidade de discutir assuntos de natureza ética e socioambiental de extrema importância, tais como o desmatamento, extrativismo ilegal e tráfico de espécies. Pode-se acrescentar também o combate à Negligência Botânica, haja visto que estes temas com pouca frequência são associados às plantas ou outros seres vivos.

Cabe aqui uma sugestão: Com a implementação do Novo Ensino Médio e a proposição dos itinerários formativos, algumas escolas possibilitam que os professores desenvolvam seus próprios itinerários. Um itinerário relacionado à taxonomia pode possibilitar que o aluno desenvolva um interesse ainda maior sobre plantas por fornecer subsídios para que os alunos as observem em seu ambiente natural, bem como as relações orgânicas estabelecidas. Outro itinerário que segue na mesma linha é o de biodiversidade que, como exemplificado no parágrafo anterior, permite ao aluno uma compreensão maior sobre as interações em nosso planeta.

Para além da taxonomia vegetal, experimentos sobre Fisiologia Vegetal possibilitam que os alunos compreendam o funcionamento das plantas, havendo a possibilidade de estabelecermos relações com outros seres vivos também. A transpiração é um exemplo sobre

isso. Muitos alunos acreditam que humanos são os únicos seres vivos a transpirar e, quando expomos isso nas aulas teóricas, poucos alunos conseguem visualizar o que está ocorrendo. A coleção *Biologia Hoje* (GEWABDSZNAHER; PACCA; LINHARES, 2016, p.113) traz um experimento simples e de baixo custo (**Figura 152**), que podemos realizar em sala de aula com nossos alunos.

**Figura 152:** Atividade prática sobre transpiração vegetal.

**Atividade prática**

<p>Separem um pedaço de barbante (1 metro), um vaso não muito grande, com uma planta viva e cheia de ramos com folhas, e dois sacos plásticos incolores, secos e sem furos. Um saco plástico deve ser amarrado firmemente com barbante em volta de um dos ramos da planta, de modo a impedir a entrada de ar. Separem as paredes do outro saco e amarrem bem sua borda. Pendurem-no em algum ponto próximo à planta. O vaso deve ser colocado</p>	<p>perto de uma janela. Após cerca de 3 h, observem o interior do saco e respondam:</p> <p>a) O que ocorreu no interior do saco? Como explicar o fenômeno observado?</p> <p>b) Qual a função do saco plástico vazio?</p> <p>c) Se envolvermos com plástico dois ramos, um com poucas folhas e outro com muitas folhas, poderemos obter resultados diferentes entre eles? Por quê?</p>
---	---

**Fonte:** GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H.; LINHRES, S. *Biologia Hoje*. 3ª ed. 2016. p.113.

Embora explore de maneira prática um tema presente no cotidiano dos alunos, a forma como a atividade é proposta na coleção didática possui suas limitações por se tratar de algo exclusivamente roteirizado que inclusive direciona as observações e conclusões dos estudantes. Para que esta atividade se torne um exemplo a ser aplicado em sala de aula, devemos discutir com os alunos em quais situações eles já ouviram falar sobre o tema transpiração. É possível que todas as respostas girem em torno das atividades físicas que eles realizam, as quais acarretam na transpiração. Em um segundo momento, podemos instigá-los a refletir sobre qual a função da transpiração para a manutenção da vida e se não seria plausível que outros seres vivos também realizassem tal processo para manter suas atividades metabólicas ativas. Neste momento, aspectos intradisciplinares relativos à Fisiologia, tanto humana como vegetal, podem ser mobilizados nas discussões junto aos alunos.

Após a aquisição de conhecimentos prévios sobre o tema, a prática pode ser proposta afim de que o aluno investigue em plantas como se dá tal processo. Para isso, o aluno precisará estabelecer hipóteses dos locais onde o processo ocorre nas plantas, bem como testá-las para evidenciar se ocorre ou não a perda de água. Comparativamente, é possível mensurar e comparar como ocorre a transpiração em humanos com a proposição de atividades físicas realizadas, por exemplo, junto ao professor de Educação Física da escola.

Somado a isso, ainda na temática da transpiração, podemos introduzir noções básicas de Biogeografia no que compete à formação de massas de ar úmidas na Amazônia responsáveis pela formação dos rios e da umidade encontrada no cerrado. Aspectos bioéticos do nosso papel na conservação e reflorestamento também podem ser tratados, reafirmando nosso compromisso político como cidadãos no que compete às questões de valorização e sustentabilidade da Amazônia.

Outros ramos da Biologia também podem ser explorados nesta atividade para além da transpiração. Por exemplo: Evolução, no que concerne diferentes estratégias exibidas por seres vivos para manter o balanceamento hídrico; Ecologia, quando abordamos aspectos biofísicos dos diferentes biomas e sucessões ecológicas; Genética, ao se falar sobre genes que controlam as diferentes estratégias exibidas para a transpiração. Vale lembrar que a compreensão do papel das plantas neste contexto intradisciplinar é uma ótima via para prevenção da Negligência Botânica.

Por fim, gostaríamos de tecer um comentário aos professores que lecionam em escolas que não possuem laboratório. Muitas atividades práticas são propostas pelos livros didáticos distribuídos às escolas públicas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). No entanto, elas não precisam obrigatoriamente ser realizadas dentro de um laboratório e nem serem seguidas à risca, haja visto que, como discutimos, muitas delas possuem seus méritos, mas também suas limitações, sendo necessárias modificações para a formação de um aluno mais ativo, curioso, criativo, autônomo.

É desejável que cada escola tenha seu laboratório equipado adequadamente para práticas de Ciências e Biologia, mas a grande maioria das atividades pode ser realizada em ambientes abertos como o pátio, quadra de esportes da escola, ou na própria sala de aula comum. Além disso, diversas pesquisas vêm mostrando que uma atividade prática bem orientada (não sinônimo de roteirizada) e realizada fora de um laboratório pode trazer resultados satisfatórios.

### **3.3.2 Abordagens Teóricas como forma de prevenção à Negligência Botânica (ou Cegueira Botânica) e ao Zoolochauvinismo**

A partir das análises realizadas com algumas coleções didáticas de Biologia, aprovadas e distribuídas pelo PNLD/2018 aos alunos do Ensino Médio, concluímos que o ensino de Evolução talvez seja o principal desencadeador da Negligência Botânica e do Zoolochauvinismo em nossos alunos por meio dos livros didáticos. Sendo assim, chamamos a atenção para que professores passem a inserir exemplos de plantas no ensino de Evolução.

Quando falamos apenas de pescoço de girafas, melanismo industrial, resistência à antibióticos e animais de caverna que são cegos estamos negligenciando as plantas. Mas porque não falar também do formato das folhas, cores das flores, estratégias de sobrevivência de plantas do Cerrado quando tratamos de Evolução?

As imagens abaixo foram extraídas de coleções diferentes e trazem boas abordagens sobre Evolução. A primeira delas (**Figura 153**) insere o conceito de coevolução, onde duas linhagens de organismos evoluem juntos para maximizar um processo. Este tipo de abordagem, bem como a abordagem que apresentamos nesta tese e definimos como Ensino de Biologia Organizado por Temas, deve ser valorizada, pois não prioriza nenhum grupo de seres vivos, colocando-os todos em um mesmo patamar de importância.

**Figura 153:** Exemplo de coevolução para na Evolução de plantas e animais.

#### Coevolução

Quando a evolução de duas ou mais espécies se afetam reciprocamente, dá-se o nome de **coevolução** ao processo. Uma mudança na morfologia de uma espécie de planta, por exemplo, pode afetar uma espécie herbívora que dela se alimenta.

Um exemplo clássico de coevolução é a interação entre insetos e plantas, como no caso da borboleta do gênero *Heliconius* e da planta do maracujá (*Passiflora*). As larvas (ou lagartas) das borboletas desse gênero alimentam-se das folhas da *Passiflora*, que são ricas em alcalóides – substâncias que costumam ser tóxicas para

outros predadores herbívoros, mas não afastam as lagartas da *Heliconius*.

Ao longo do tempo, enquanto nas lagartas da borboleta evoluíram defesas contra essas substâncias tóxicas, nas plantas evoluíram outras formas de defesa contra as lagartas: por exemplo, a presença de nectários, na base das folhas, os quais se assemelham a ovos de borboleta e desestimulam que a fêmea de *Heliconius* ponha novos ovos nas folhas da planta; e tricomas em forma de ganchos, que funcionam como armadilhas para as lagartas da borboleta.



Lagarta da borboleta *Heliconius nattereri*, uma das espécies que se alimentam das folhas da *Passiflora*.

**Fonte:** CATANI, A; CARVALHO, E.G.; SANTOS, F.S.; AGUILAR, J.B.; CAMPOS, S.H.A. **Ser Protagonista** 3ªed. 2016 p. 157.



Flor da planta *Passiflora ovalis*, cujas folhas servem de alimento às lagartas da espécie representada ao lado.

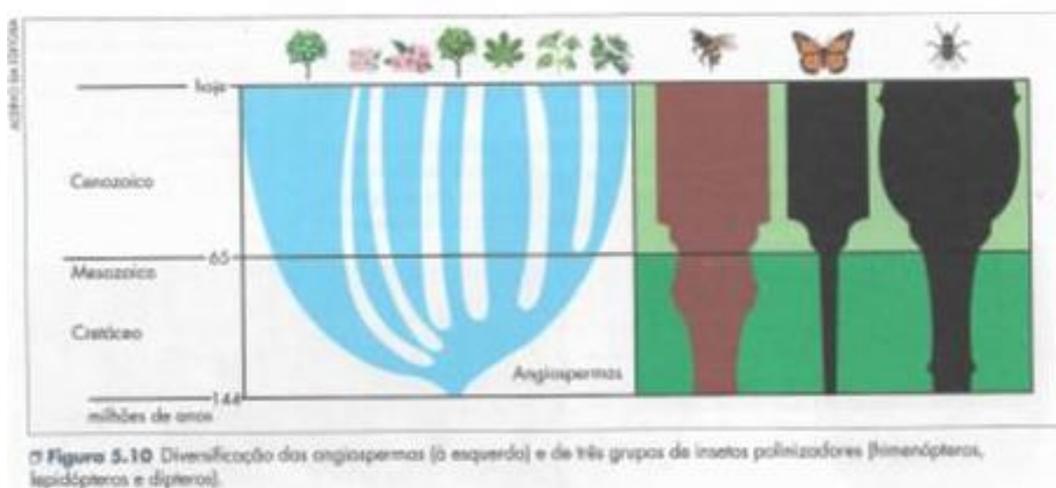
Já a **Figura 154**, exemplifica a diversidade de angiospermas acompanhada pela diversidade de artrópodes ao longo de diferentes Eras Geológicas. Vale lembrar que a diversificação e reprodução das angiospermas está diretamente ligada à diversificação do grupo de artrópodes, especificamente os insetos que são animais polinizadores. Ainda sobre a

polinização, por diversas vezes identificamos situações nas coleções didáticas que não explicam o contexto da polinização com foco no vegetal, estando essas representadas como plano de fundo em um processo onde deveriam ser protagonistas.

Vale frisar que, no tangível a um ensino intra/interdisciplinar, algumas adições podem ser necessárias para maximizar o impacto desta abordagem. Por exemplo, pode-se investigar se os genes e as características por eles determinados se modificam ou se manifestam de maneiras diferentes ao longo das eras, algo plausível, visto que as características adaptativas de diferentes grupos podem ou não sofrer flutuações junto à deriva Genética – assunto este pouco explorado nas aulas de Biologia. No campo da Biogeografia, sabemos que é possível a proposição de atividades que envolvam o professor de Geografia para uma maior compreensão das modificações que a Terra passou ao longo do tempo geológico.

Quanto às questões relativas ao desenvolvimento de habilidades e competências nos alunos, indicamos que neste momento o aluno pode se engajar em discussões mediadas pelo professor sobre as alterações que o homem vem fazendo em nosso planeta e as suas consecutivas implicações para o meio ambiente como um todo.

**Figura 154:** Polinização abordada em contexto de coevolução.



Fonte: BIZZO, N. *Integralis Biologia: Novas Bases*. 1ª ed., 2016. p.105.

Outra abordagem teórica bem interessante, que precisa ser mais frequente no Ensino de Biologia, é aquela que estabelece uma relação íntima entre plantas e o cotidiano dos alunos. Precisamos cada vez mais valorizar esta proximidade em nossas aulas para que o aluno consiga identificar com maior facilidade as plantas que o cercam, reconhecendo, assim, seu valor e importância para o meio. As próximas duas imagens trazem exemplos que podemos

empregar nas aulas de Botânica. A primeira mostra um trecho da coleção *Biologia Moderna* (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 69), onde alguns exemplos de plantas e seus nomes científicos são apresentados aos alunos. A segunda, uma abordagem encontrada apenas na coleção *Ser Protagonista* (CATANI et al, 2016, p. 66), onde a importância industrial, econômica e ecológica de cada grupo de plantas é descrita.

Aqui, dois comentários se fazem necessários. O primeiro deles é referente à **Figura 155** e à associação de plantas do nosso cotidiano. Os LD trazem exemplos de outros seres vivos integrados ao cotidiano dos alunos (animais, fungos, bactérias), mas raramente é solicitado que os alunos estabeleçam uma associação entre esses seres vivos e o porquê de eles serem tão frequentes em nosso cotidiano:

Por exemplo, muitos alunos já devem ter observado, no jardim de suas casas, lagartas crescendo e formando casulos, mas não sabem explicar o porquê de elas estarem naquele local. Junto a essa situação, temos hortaliças, como alface e couve, que servem de alimento para lagartas e abrigo para a deposição de ovos, além de cogumelos decompositores que crescem no solo frente à oferta de matéria orgânica proveniente da própria planta e resíduos deixados pelo inseto, como fezes e exoesqueleto. Temos, assim, três seres vivos de grupos diferentes, inseridos no cotidiano dos alunos de maneira contextualizada, destoando e maximizando a abordagem dada na figura em questão. E é neste sentido que novamente pontuamos a importância de um ensino intradisciplinar, o qual estaria organizado por temas. Propondo-se a temática da decomposição, por exemplo, o professor é capaz de inserir estes diferentes conceitos e contextualizá-los ao cotidiano dos alunos.

**Figura 155:** Trecho do texto de abertura do capítulo onde encontramos referência a espécies presentes no cotidiano do aluno como alface (*Lactuca sativa*); tomate (*Solanum lycopersicum*); arroz (*Oryza*); feijão (*Phaseolus vulgaris*); couve (*Brassica oleracea*); alho (*Allium sativum*).

De volta a casa, no almoço, um prato repleto de vegetais espera por você. Seus familiares sabem o quanto uma dieta equilibrada, rica em verduras e legumes crus e cozidos, é boa para a saúde. De entrada, uma bela salada de *Lactuca sativa* (alface) com *Solanum lycopersicum* (tomate); como prato principal, a dupla mais tradicional do Brasil: sementes de uma espécie do gênero *Oryza*, o arroz, servidas com sementes de *Phaseolus vulgaris*, o feijão. Sem falar de um refogado preparado com uma das muitas variedades de *Brassica oleracea*, a couve, temperada com bulbos finamente fatiados e fritos de *Allium sativum*, o alho. ¶

Esse relato nos leva a perceber toda a importância das plantas em nossas vidas. Além de servir como alimento ou ser usadas para fins medicinais, muitas plantas são fundamentais para a produção de materiais úteis à humanidade, como madeiras, papel, fibras etc.

**Fonte:** AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. *Biologia Moderna*, 1ª ed., 2016, p. 69.

**Figura 156:** Importância das gimnospermas em diferentes contextos.

### Importância das gimnospermas

Muitas gimnospermas têm aplicação industrial. Papéis, gomas e colas, remédios e vários produtos antissépticos, como desinfetantes e bactericidas, podem ser obtidos de diversas espécies, com destaque para os pinheiros. Algumas gimnospermas arbóreas apresentam madeira de boa qualidade, utilizada na indústria madeireira e de móveis. Por outro lado, a exploração madeireira e a expansão agropecuária e urbana são ameaças à mata de araucária, localizada sobretudo na Região Sul do país. O desmatamento afeta não apenas a araucária, mas também a fauna e a flora desse ecossistema.

As gimnospermas também auxiliam na reconstituição do passado da Terra. Uma substância viscosa produzida por diversas gimnospermas, a **resina**, solidifica-se em contato com a atmosfera, formando o **âmbar** (imagem D). Há milhões de anos, insetos e outros organismos agora extintos ficaram imersos nessas substâncias, que se solidificaram, aprisionando-os e conservando-os. Ao estudá-los, os cientistas obtêm importantes pistas sobre o passado de nosso planeta, especialmente da fauna da época.

**Fonte:** CATANI, A.; CARVALHO, E.G.; SANTOS, F.S.; AGUILAR, J.B.; CAMPOS, S.H.A. **Ser Protagonista** 3ªed. 2016 p. 66.

O segundo comentário é direcionado para a segunda figura (**Figura 156**). O LD Ser Protagonista apresenta uma ótima forma de valorizar as plantas e combater a NB, já que aponta aos alunos algumas importâncias dos diferentes grupos vegetais. O próprio texto sinaliza para conceitos intradisciplinares e temáticos.

Em uma aula temática sobre fósseis, o professor teria oportunidade de explorar para além das características morfofisiológicas das gimnospermas e outros grupos de plantas, tópicos sobre Evolução, Genética, Citologia, Origem da Vida e Zoologia, que julgue oportunos e condizentes para o momento. É exequível também que o professor discuta com os alunos temas transversais conexos, por exemplo, a extinção de espécies por ação antrópica, alterações climáticas que modificam os aspectos geológicos de nosso planeta e preservação da biodiversidade.

Enfim, é de suma importância que os alunos entendam a importância das plantas em diferentes contextos para que sintomas da NB se manifestem cada vez menos. Contudo, a compreensão delas conjuntamente a outros elementos do ambiente poderia ser estimulada surtindo, assim, um resultado e impacto ambiental e ético maior.

Outro ramo da Biologia, para o qual sentimos falta nas coleções didáticas de exemplos vegetais para além das ervilhas e da flor maravilha, é a Genética. Os livros didáticos precisam começar a incluir um número maior de exemplos para explicar fenômenos genéticos que falem sobre plantas. Afora as explicações de Mendel, os organismos utilizados para explicar tais conceitos concentram-se em cães, aves e insetos. Cabe a nós, professores, ir além

dos conceitos trazidos pelas coleções e um exemplo que pode ser utilizado foi encontrado durante as análises da coleção BIO (ROSSO; LOPES, 2016, p. 190). Durante as explicações sobre a epistasia dominante, os autores vão além de exemplos sobre labradores. Eles apresentam a coloração de abóboras para explicar como a Botânica pode estar alinhada à Genética. A imagem abaixo (**Figura 157**) traz uma representação das explicações Genéticas em relação a coloração do vegetal. Não estamos sugerindo que o professor deixe de falar sobre exemplos clássicos da Genética, mas que também passe a incluir outras situações envolventes aos alunos. Ademais, seria interessante que, durante as explicações do exemplo abaixo, outros aspectos da Biologia, como características das angiospermas, nutrição vegetal necessária para o desenvolvimento deste vegetal, vitaminas e alimentação, fossem trabalhados junto aos alunos para maximizar um ensino intradisciplinar e não apenas focado em aspectos genéticos das plantas.

**Figura 157:** Exemplo de epistasia dominante.

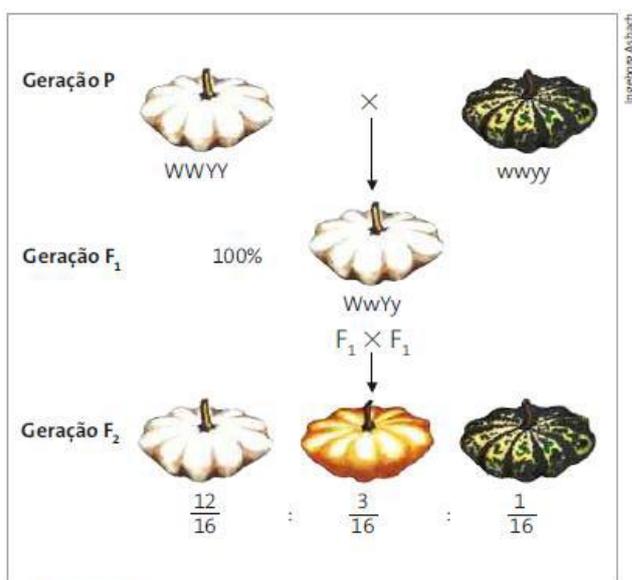


Figura 8.7. Representação do cruzamento entre plantas de abóbora com fruto branco e com fruto verde. (Cores fantasia.)

Fonte: ROSSO, S.; LOPES, S. **BIO**. 3ªed. 2016. p. 190.

Por fim, gostaríamos de transmitir uma última mensagem, pedido ou dica aos professores. Falem abertamente sobre a Negligência Botânica, Cegueira Botânica e o Zochauvinismo com seus alunos! Nossa pesquisa, bem como tantas outras pesquisas referenciadas nesta tese, vem mostrando que esta talvez seja a maneira mais fácil de esperar que nossos alunos entendam que as plantas estão sendo, em diferentes cenários, ignoradas ou pouco valorizadas.

Deixamos a vocês um quadro (**Figura 158**) elaborado por Vasques, Freitas e Ursi (2021), que traz de maneira clara e objetiva as definições e sintomas sobre a Cegueira Botânica.

Recomendamos aos professores, que desejem tratar o Ensino de Biologia de maneira a não inferiorizar as plantas frente a qualquer outro ser vivo, ler as informações contidas no quadro e tentar identificar se, durante as suas aulas, material didático adotado ou até mesmo em suas próprias considerações aos estudantes, não estão fomentando nos alunos uma priorização de outros grupos de seres vivos, ou as desvalorizando em contextos onde deveriam ser protagonistas.

**Figura 158:** Definições e sintomas da Cegueira Botânica com base em Wandersee e Schussler (1999, 2001).

### CEGUEIRA BOTÂNICA

<b>DEFINIÇÃO</b>	<p><b>Incapacidade de enxergar ou notar as plantas em seu próprio ambiente, acarretando:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• incapacidade de reconhecer a importância das plantas na biosfera e para o cotidiano dos seres humanos;</li> <li>• incapacidade de apreciar os aspectos estéticos e biologicamente únicos das formas de vida pertencentes ao Reino das Plantas;</li> <li>• comparação equivocada, em uma concepção antropocêntrica, das plantas como inferiores aos animais, levando à conclusão errônea de que plantas são seres inferiores e, portanto, menos dignos da atenção/valorização humana.</li> </ul>
<b>SINTOMAS</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Não perceber</b> e prestar atenção às plantas no seu cotidiano.</li> <li>b. Pensar que as plantas são apenas <b>cenário</b> para a vida animal.</li> <li>c. <b>Compreender de modo equivocado as necessidades vitais das plantas</b>, em termos de matéria e energia.</li> <li>d. <b>Negligenciar</b> a importância das plantas nas atividades cotidianas.</li> <li>e. <b>Não perceber as diferenças de escala de tempo</b> das atividades dos animais e das plantas.</li> <li>f. <b>Não vivenciar experiências práticas</b> de cultivo, observação e identificação com plantas da sua região.</li> <li>g. <b>Não saber explicar</b> aspectos científicos básicos sobre as plantas de sua região, como crescimento, nutrição, reprodução e características ecológicas.</li> <li>h. <b>Falta de consciência</b> sobre o papel fundamental das plantas para um ciclo biogeoquímico chave em nosso planeta: o ciclo do carbono.</li> <li>i. Ser <b>insensível</b> a características estéticas das plantas e suas estruturas únicas, especialmente em relação a adaptações, coevolução, cores, dispersão, diversidade, hábitos de crescimento, odores, tamanhos, sons, espaço, força, simetria, texturas e gostos.</li> </ol>

**Fonte:** Proposições de Wandersee e Schussler (1999, 2001) traduzidas por e extraídas do livro *Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica* (VASQUES; FREITAS; URSI, 2021. p.16). Disponível em [http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Vasques\\_Freitas\\_Ursi\\_2021.pdf](http://botanicaonline.com.br/geral/arquivos/Vasques_Freitas_Ursi_2021.pdf).

Adicionalmente, esta sessão da tese intitulada Palavras ao Professor também traz abordagens relevantes para valorização da Botânica durante as aulas. Não obstante, para quem desejar uma leitura mais completa, os dois primeiros capítulos desta tese, a partir de um levantamento bibliográfico e análises de algumas coleções didáticas, trazem outros exemplos de abordagens que podem ser ou não utilizadas em sala de aula.

Aos professores leitores deste trabalho esperamos ter, assim, contribuído para o processo de ensino e aprendizagem e para a formação de seus alunos. Sigamos na Luta por uma educação de qualidade!

### **Comentários finais do capítulo**

Existem grandes desafios que a Botânica enfrenta em sala de aula e muitos deles estão atrelados a pré-conceitos que os alunos trazem para a sala de aula. Muitos chegam nas aulas de Botânica no ensino médio com baixas expectativas, pois a maneira a qual as plantas foram previamente apresentadas a eles se baseia na memorização de termos, sem nenhuma correlação com o cotidiano ou atividades práticas. Surge então a necessidade de trabalhos como este, que visam à proposição de abordagens que possibilitem ao aluno criar laços mais afetivos com as plantas.

Nestes últimos anos, muito se preocupou com designações sobre o termo Cegueira Botânica, para que um termo mais adequado fosse sugerido e aceito pela comunidade científica. Como justificamos anteriormente, optamos pela denominação Negligência Botânica. Porém, não podemos nos esquecer que os esforços precisam se concentrar, para além da denominação mais adequada, em se empreender maiores esforços visando a proposição contínua de atividades, estratégias didáticas e abordagens pedagógicas que previnam, em nossos alunos, a Negligência Botânica, bem como o Zoochauvinismo.

Para nós, esta mudança de terminologia deveria seguir na direção de se manter um termo que seja de fácil comunicação bem como passível de ser explicado em sala de aula pelo professor. Sob nosso ponto de vista, o termo Negligência Botânica supre esta necessidade, não trazendo, como apontado por alguns autores, uma conotação de deficiência como o termo CB. Contudo, novas pesquisas precisam ser conduzidas no sentido de que professores, possam opinar sobre o termo que acreditarem ser mais fácil de trabalhar com seus alunos. Afinal, devemos estar mais preocupados com a valorização das plantas ao invés de concentrar os esforços na designação de termos.

No que tange a nossa proposição sobre o Ensino de Biologia Organizado por Temas, estamos confiantes de que esta seja um modo adequado de conduzir o ensino desta disciplina, sem que valorizemos ou menosprezemos uma área específica, uma vez que ele passa a assumir um caráter integrativo entre os variados assuntos da disciplina, além de favorecer abordagens interdisciplinares.

Neste trabalho, sugerimos que o Ensino de Biologia Organizado por Temas poderia fornecer ao aluno subsídios para seu aprendizado de maneira integrada, o que resultaria em uma maior compreensão dos fenômenos estudados e como estes se relacionam entre si e com o ambiente que os cerca. Novos testes de aprendizagem, comparando o ensino compartimentado e o que propomos, precisam ser conduzidos para que dados mais concretos possam nortear melhor o Ensino de Biologia no Brasil. Nossas proposições, nesta parte final da tese, se basearam em trabalhos acadêmicos que mencionam o ensino intradisciplinar e em nossas próprias vivências nas salas de aula.

No cenário global, Stroud e colaboradores (2022) apontam a necessidade de uma reforma educacional profunda e abrangente, que permita aos alunos desenvolver habilidades e motivação necessária para reverter décadas de negligência às plantas e apoiar a transição para uma sociedade ecológica e sustentável. Talvez, a nossa proposição de um Ensino de Biologia Organizado por Temas seja um dos caminhos possíveis para esta mudança.

Por fim, salientamos a importância de que os professores se interessem mais por Botânica uma vez que professores desinteressados por Botânica também formam alunos desinteressados por esta área. Daí a relevância de que todos compreendam o real significado da Negligência Botânica e do Zoochauvinismo, bem como seus sintomas e consequências, para que, durante as aulas, estejamos sempre vigilantes para não trazer abordagens onde as plantas acabem sendo esquecidas ou menosprezadas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em uma das últimas reuniões que tive com meu co-orientador para acertar alguns detalhes finais da tese, marcamos de nos encontrar em uma padaria. Na entrada desta, existia um jardim com algumas plantas e, dentre elas, lavandas floridas que estavam na entrada me chamaram bastante a atenção, não apenas pela cor, mas também pelo perfume característico que estavam exalando. Como cheguei antes, pude observar as demais plantas ao entorno: manjeriço, alecrim, aspargo entre outras. Passados alguns minutos, meu co-orientador chega para a reunião. Sentamos na mesa e, em um determinado momento da conversa, eu perguntei para ele: *Você viu as lavandas floridas na entrada?* Meu coorientador é físico de formação, atua há mais de quatro décadas no campo da educação e, na minha percepção, já domina muitos conceitos e fenômenos da Biologia, dada a qualidade dos comentários que vem adicionando a este trabalho. Mesmo, assim, a resposta dele foi: *Não, não vi.*

Situações simples como esta exemplificam a Negligência Botânica que abordamos ao longo desta tese. Mesmo em contato com um trabalho direcionado à prevenção da NB, meu co-orientador não conseguiu notar uma planta com todos os seus elementos atrativos junto ao seu cotidiano. Esta situação nos fez pensar o quão emblemático é para as pessoas que não tiveram uma formação inclusiva quanto à Botânica durante os diferentes níveis de ensino. Ou que não puderam ter contato com trabalhos como esta tese após sua formação, de modo a compreender e manifestar interesse e atenção para com as plantas, seja quanto aos seus caracteres estéticos, funcionais e/ou aos papéis por elas desempenhados. Daí a importância de que trabalhos como este sejam cada vez mais estimulados e difundidos para além dos meios acadêmicos.

Nosso trabalho busca contemplar tanto professores como pessoas “leigas” que se interessem por plantas. Neste trabalho, abrangemos os professores por meio de três principais eixos de abordagens: 1) base teórica do que seria a Negligência Botânica e o Zoolochauvinismo através da apresentação e discussão de artigos científicos que tratam desta temática; 2) discussão das principais abordagens apresentadas por coleções didáticas de Biologia quanto ao Ensino de Botânica e como tais coleções podem ser adequadas afim de se maximizar o aprendizado e compreensão de nossos alunos sobre as plantas e sua importância; e 3) proposição de um Ensino de Biologia Organizado por Temas que possibilite a compreensão da Biologia e suas áreas específicas por meio de uma abordagem intradisciplinar, o qual valoriza não só as

plantas, mas também outros grupos de seres vivos e as interações e interdependências entre eles e com outros campos de conhecimento.

Já no que tange às pessoas que se interessam por plantas, nosso trabalho traz inúmeros exemplos de plantas, curiosidades, aplicações e situações, compactuando com o despertar do interesse maior em saber e compreender o papel que elas desempenham nestas situações e no cotidiano.

Demonstramos neste trabalho que existe uma demanda muito grande para que pesquisas no ramo da prevenção da NB e ZCH sejam estimuladas. Os artigos que analisamos nesta tese indicam que as atividades práticas, por possibilitarem um envolvimento maior do estudante para com as plantas, são estratégias importantes na abordagem e prevenção de ambos os fenômenos (NB e ZCH).

O processo de ensino e aprendizagem é um fator que, como aqui tratado, exerce forte influência em como os alunos passam a ver as plantas e sua inserção em ambientes naturais e em seu próprio cotidiano. Somado a isso, estamos confiantes em acreditar que vias não formais de educação, inseridas no cotidiano das pessoas, como revistas, séries, filmes, músicas, *internet*, entre outras fontes, também exercem forte influência no apreço ou não que as pessoas manifestam pelas plantas. No entanto, algumas pesquisas precisam ser desenvolvidas neste campo, sobretudo visando compreender a influência das mídias sociais no estímulo ou prevenção à NB e ZCH.

Ainda no que tange ao processo de ensino e aprendizagem, ao analisarmos algumas coleções de LD aprovadas no PNLD 2018, identificamos que o principal reforço a este negligenciamento e ao Zochauvinismo, diferentemente do que acreditávamos, não está na forma como a Botânica e a Zoologia são trabalhadas em seus respectivos capítulos e unidades, mas, sim, como estas áreas estão distribuídas junto aos capítulos principalmente de Evolução. Identificamos que, além de uma priorização do conteúdo animal nesta área da Biologia, existe uma omissão das plantas em contextos em que elas poderiam ser utilizadas para exemplificar processos e fenômenos. Devemos lembrar que a matéria de Evolução norteia todo o desenvolvimento de outros ramos da Biologia que tratem da biodiversidade. Sendo assim, é de extrema importância que os alunos compreendam também como as plantas se inserem nesse contexto.

Sugerimos também, a partir das observações que fizemos junto aos LD, a inclusão de um sintoma não abordado pelos autores Wandersee e Schussler (2001): plantas como cenário e facilitadoras da vida animal. Por diversas situações as plantas são abordadas apenas com a

finalidade, por exemplo, de facilitar a conquista do ambiente terrestre pelos animais ou por possibilitar uma maior diversificação de seus aparelhos bucais e sistema digestivos.

Os resultados que obtivemos no primeiro e segundo capítulos desta tese são correlatos quanto a alguns aspectos. Dentre eles, gostaríamos de acentuar que os LD utilizados nesta tese trazem propostas de atividades práticas das quais, algumas delas, têm como organismo a ser estudado as plantas. Este dado converge com o resultado que apresentamos a partir da análise de vários artigos, onde indicamos que as atividades práticas são aquelas que apresentam os melhores resultados quanto a prevenção da NB e ZCH.

É de importante que os editores e autores de coleções didáticas, além de continuarem inserindo atividades que possibilitem ao professor criar situações práticas e integrativas em sala de aula, diversifiquem-nas para que assumam um caráter mais investigativo, dado que, em sua grande maioria, são atividades roteirizadas. Lembramos que uma atividade prática, dependendo da maneira como for conduzida, pode acabar limitando a aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, os quais muitas vezes manipulam seus dados e não investigam resultados diferentes, afim de que esses sejam parecidos com aqueles que a atividade sugere como resultado final.

Outro resultado correlato entre os dois primeiros capítulos margeia os sintomas da NB e seu reforço. Em diversas abordagens, as quais se encontram detalhadas nas discussões do Capítulo 2, os LD trazem reforço à NB: plantas sendo negligenciadas em exemplos aos quais caberiam sua abordagem, a falta de consciência do papel por elas desempenhadas e apresentações como cenário à vida animal e plano de fundo são os episódios mais frequentemente encontrados.

Uma das melhores maneiras de se iniciar os capítulos de Botânica seria falar abertamente sobre o que é a NB e o ZCH e quais são suas implicações para que os alunos comecem, assim, a se preocupar mais com as plantas e suas diferentes abordagens. Achamos que, com isso, o aluno seja instigado a buscar novas interpretações para abordagens que negligenciem as plantas não apenas nos LD, mas também em suas atividades cotidianas.

Somado a isso, seria de suma importância que as coleções passassem por uma revisão em busca de abordagens que evitem reforçar a NB e o ZCH antes de serem impressas e distribuídas para as escolas. Embora sejam, na maioria dos casos, escritas por biólogos, as coleções didáticas de Biologia podem trazer influências e preferências manifestadas pelos escritores e, infelizmente, sabemos que a Botânica não é a matéria preferida pela sua maioria.

Intentando minimizar os efeitos que a NB e o ZCH podem causar nos alunos, estamos confiantes de que a nossa proposição de um Ensino de Biologia Organizado por Temas seja a melhor maneira de ensinar Biologia sem que alguns ramos desta sejam priorizados frente a outros. Nesta tese propomos a organização do currículo de Biologia a partir de temas abrangentes, os quais possibilitariam por meio de uma abordagem intra/interdisciplinar uma compreensão mais global, integrativa e conexa da Biologia por parte de nossos alunos.

Embora algumas pesquisas já tenham mostrado que um ensino intra/interdisciplinar é eficiente no que se propõe transmitir, apontamos aqui a necessidade de que investigações norteadas por temas integradores sejam realizadas no campo da Biologia. Por demandar um tempo maior de aula e um planejamento mais complexo, sugerimos que estas pesquisas sejam realizadas a priori junto aos alunos dos anos finais do EF, haja visto que, nesse nível escolar, os alunos se deparam com a disciplina de Ciências na qual grande parte do conteúdo de Biologia se encontra.

Outro fator que seria um facilitador para a realização dessas pesquisas é que o professor-pesquisador fosse o titular das salas na qual as pesquisas serão conduzidas, afim de ser possível a ele planejar os temas a serem trabalhados ao longo de um período maior. Optativamente pode-se reunir diferentes professores para que um planejamento em conjunto seja realizado caso as turmas tenham vários docentes para Biologia.

Esta abordagem nos parece ser bastante adequada para ensinar Biologia, no entanto compreendemos que sua implementação precisará superar alguns desafios. O mais importante deles é a compreensão do professor de que este tipo de abordagem, embora demande um maior tempo de planejamento estratégico, pode possibilitar ao aluno uma compreensão não compartimentada do conteúdo de Biologia, maximizando, assim, os resultados que se espera obter.

Tradicionalmente nos cursos de licenciatura o conteúdo de Biologia é ensinado de maneira segmentada e compartimentada, como se estivesse organizado em caixas fechadas e isoladas. Os conteúdos destas caixas, por sua vez, são pouco conectados aos conteúdos de outras caixas. Esta divisão facilita o planejamento do professor no que tange a suas aulas teóricas e práticas, maximizando, assim, o tempo que o mesmo precisa destinar ao ensino, pesquisa e extensão nas universidades. Contudo, passa-se a impressão aos licenciandos de que esta é a melhor forma de se ensinar Biologia. Como este, ao longo de sua formação, aprendeu os conceitos desta maneira, muito provavelmente por acreditar ser a maneira mais adequada, projetará uma organização compartimentada em suas aulas. Claro que, como apontamos, a

organização dos LD e materiais apostilados além da cobrança pelo cumprimento do conteúdo e obtenção de notas satisfatórias em provas, simulados e vestibulares, acabam tendo também forte influência nesta tomada de decisão.

Sendo assim, é primordial ter trabalhos cada vez mais frequentes e que forneçam ferramentas aos professores para se aventurarem por uma organização do conteúdo diferente daquela que tradicionalmente é ensinada. Esperamos que esta tese possa despertar nos professores ao menos uma curiosidade de como seria ministrar aulas a partir da escolha de temas abrangentes/integradores e que essas aulas sejam cada vez mais frequentes em seu dia a dia. Além disso estamos confiantes em acreditar que esta tese também venha contribuir significativamente para a ampliação da percepção de plantas, não só pelos alunos, mas pela população como um todo.

É necessário que sigamos sempre na luta por uma educação de qualidade e integrativa quanto às diferentes condições socioeconômicas e culturais de nossos alunos sem nos esquecer que na Biologia, assim como nas demais disciplinas, todo o conteúdo deve ter a mesma relevância e importância que os demais, afim de que nossos alunos tenham um arcabouço suficiente para se formarem críticos e autônomos perante as situações de seu cotidiano.

## REFERÊNCIAS

- ABRIE, A. L. The botanical content in the South African curriculum: A barren desert or a thriving forest? **South African Journal of Science**, v, 112, p. 1-7, 2016.
- ALLEN, W. Plant Blindness. **BioScience**, v. 53, p.1, 2003.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna**. São Paulo, Ed. Moderna, 1ª ed, 2016.
- AMARAL, I. M. Educação ambiental e ensino de Ciências: Uma história de controvérsias. **Pré-Posições**, v. 12, n. 1 (34), 2001.
- AMORIM, D. S. Diversidade biológica e Evolução: uma nova concepção para o ensino. In M. B. BARBIERI (Org.), **Aulas de Ciências: Projeto LEC-PEC de ensino de Ciências**. Ribeirão Preto: Holos, p. 9-11, 1999.
- AMPRAZIS, A.; PAPADOPOULOU, P. Primary School Curriculum Contributing to Plant Blindness: Assessment Through the Biodiversity Perspective. **Science Signpost Publishing**, p.238-256, 2018.
- AZEVEDO, H. J. C. C.; MELO, E. V.; SÁ, N. P.; FERREIRA, C. P.; MEIRELLES, R.M.S. **Zoocentrismo Didático: análise quantitativa de gravuras em LD brasileiros de biociências no Brasil**. [s.l.; s.n.], 2020.
- BALAS, B.; MOMSEN, J. L. Attention “Blinks” Differently for Plants and Animals. **CBE — Life Sciences Education**, v.13, p.437-443, 2014.
- BALICK, M. J.; COX, P. A. **Plants, people, and culture: The science of ethnobotany**. New York: Scientific American Library, W. H. Freeman, 228p, 1996.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edições 70, Lisboa, 281p., 2016.
- BASTIANI, R. O.; GONZATTI, F. Inventário das árvores dos espaços escolares e seu entorno: uma proposta no ensino de Ciências. **Scientia Cum Industria**, v. 8, n. 3, p. 22-26, 2020.
- BENETTI, B.; CARVALHO, L. M. A. temática ambiental e os procedimentos didáticos: perspectivas de professores de Ciências. In: ENCONTRO PERSPECTIVAS DO ENSINO DE BIOLOGIA, 13, 2002, São Paulo. **Atas...** Feusp, 2002. 1 CD-ROM.
- BERLIN, B.; BREEDLOVE, D. E.; RAVEN, P. H. **Principles of Tzeltal plant classification**. New York: Academic Press, 684p., 1974.
- BIZZO, N. **Integralis Biologia: novas bases**. São Paulo IBEP, 1ª ed, 2016.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis SC, v. 19, n.3, p. 291-313, 2002.
- BORGES, R. M. R.; MORAES, R. **Educação em Ciências nas Séries Iniciais**. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1ª ed, 222p., 1998.

BORSOS, E.; BORIC, E.; PATOCSKAI, M. What can be done to increase future teachers plant knowledge? **Journal of Biological Education**. v. 57:2, p. 252-562, 2021. DOI: 10.1080/00219266.2021.1909632.

BOZNIAK, E. C. Challenges facing plant biology teaching programs. **Plant Science Bulletin**, v. 40, p. 42-26, 1994.

BRASIL. Decreto-lei n.91542, de 19 de agosto de 1985. Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências. **Diário Oficial da União (Seção I)** de 20/08/1985.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 138p., 1998.

BRASIL. **Guia de livros didáticos: PNLD 2015: Ensino Médio Biologia**. Ministério da Educação – MEC. Brasília, 2014. Disponível em <https://www.fnde.gov.br/programas/programas-do-livro/pnld/guia-do-livro-didatico/item/5940-guia-pnld-2015>.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – Educação é a Base – Versão Final**. Ministério da Educação - MEC, Conselho Nacional das Secretarias de Educação – consed e União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação – UNDIME. Brasília: 396p. 2017. Disponível em [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_publicacao.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf).

BRASIL Secretária de Educação Básica. **PNLD 2018: apresentação – guia de livros didáticos – ensino médio**. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017.

BROWNLEE, K.; PARSLEY, K. M.; SABEL, J. L. An Analysis of plant awareness disparity within introductory Biology textbook images. **Journal of Biological Education**, v. 57:2, p. 422-431, 2021. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1920301>

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequencias de ensino investigativas (SEI). LONGHINI. **O uno e o diverso na Educação**. Uberlândia/MG: EDUFU, 2011.

CARVALHO, M. M.; BARRETO, M. A. M. Ciências no Ensino Fundamental: contextualização das relações ciência, tecnologia e sociedade no Ensino de Botânica. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 10, p. 9, 2017.

CASCAIS, M. G. A.; TERÁN, A. F. Sequências didáticas nas aulas de Ciências do ensino fundamental: possibilidade para a alfabetização científica. **IX ENPEC**. Águas de Lindóia, São Paulo, 2013.

CASSIANO, C. C. F. **Mercado do livro didático no Brasil**. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE O LIVRO E HISTÓRIA EDITORIAL, Rio de Janeiro: RJ, 1, 2004.

CATANI, A; CARVALHO, E. G.; SANTOS, F. S.; AGUILAR, J. B.; CAMPOS, S. H. A. **Ser Protagonista**. São Paulo Edições SM, 3ªed. 2016.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência**, v. 7, p.251-266, 2011.

CHAPANI, D. T; CAVASSAN, O. O estudo do meio como estratégia para o ensino de Ciências e educação ambiental. **Mimesis**, Bauru, v. 18, n. 1, p. 19-39, 1997.

CHAPMAN, A. D. **Number of living species in Australia and the world**. Canberra: Australian Government, Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts, 2009.

ÇIL, E.; YANMAZ, D. Determination of Pre-service Teachers' Awareness of Plants. **International Electronic Journal of Environmental Education**, v. 7, p. 84-93, 2017.

CORRÊA, B. J. S.; VIEIRA, C. F.; ORIVES, K. G. R.; FILIPPI, M. Aprendendo Botânica no ensino médio por meio de atividades práticas. In: VI Enebio e VIII Erebio Regional 3. **Revista da SBEnBio**, n. 9, 2016.

COUTINHO, C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. **Concepções de professores de Ciências e Biologia sobre a relação entre diversidade animal e Evolução biológica**. In: VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia, p. 1-13, 2013.

DARLEY, W. M. The essence of "plantness". **The American Biology Teacher**, v. 52, p. 354-357, 1990.

DEL-CLARO, K; TOREZAN-SILINGARDI, H. M. **Ecologia das Interações Plantas-Animais**. Rio de Janeiro, Editora Technical Books, 1ª ed., 339p., 2012.

FIGUEIREDO, J. A.; COUTINHO, F. A.; AMARAL, F. C. O Ensino de Botânica em uma abordagem ciência, tecnologia e sociedade. In: SEMINÁRIO HISPANO BRASILEIRO CTS, 2., São Paulo, 2012. **Anais** [...]. Disponível em: <http://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/viewFile/420/353>. Acesso em: 8 jan. 2018.

FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. O livro didático de ciências: o que nos dizem os professores, as pesquisas acadêmicas e os documentos oficiais. **Ciência e Educação**, v. 9, p. 93-104, 2003.

FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. Livro Didático de Ciências no Brasil: a pesquisa e o contexto. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J. (Orgs.). **O Livro Didático de Ciências no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2006.

FONSECA, L. R.; RAMOS, P. O Ensino de Botânica na Licenciatura em Ciências Biológicas: uma revisão de literatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11, 2017, Santa Catarina. **Atas...** Abrapec, 2017.

FONSECA, L. R.; RAMOS, P. Ensino de Botânica na licenciatura em ciências biológicas de uma universidade pública do Rio de Janeiro: Contribuições os professores do ensino superior. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 1-23, 2018.

GAGLIANO, M. Seeing Green: The Re-discovery of Plants and Nature's Wisdom. **Societies**, n.3, p.147-157, 2013.

GALLO, S. Transversalidade e Educação: pensando uma educação não disciplinar. In: ALVES, N.; GARCIA, R.L. (Orgs.) **O Sentido da Escola**. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H.; LINHRES, S. **Biologia Hoje**. Editora Ática, 3ª ed. 2016.

HERSHEY, D. R. Plant neglect in biology education. **BioScience**, v. 43, 1993.

HERSHEY, D. R. A historical perspective on problems in botany teaching. **Am Biol Teach**, v. 58, p. 340-347, 1996.

HERSHEY, D. R. Plant blindness: "we have met the enemy and he is us". **Plant Science Bulletin**, v. 48, n. 3, p. 78-85, 2002.

HÖFLING, E. M. **A trajetória do Programa Nacional do Livro Didático no Ministério da Educação no Brasil**. In: FRACALANZA, H.; MEGID NETO, J (Org.). O livro didático de Ciências no Brasil. Campinas: Editora Komedi, p. 21-31, 2006.

JENKINS, D. Plants: an ideal living material for Teaching Science. **Practical Work II**, v. 97, p. 52-56, 2015.

KAASINEN, A. Plant Species Recognition Skills in Finnish Students and Teachers. **Education Sciences**, v. 9, p. 85, 2019.

KATON, G. F.; TOWATA, N.; SAITO, L. C. A Cegueira Botânica e o Uso de Estratégias para o Ensino de Botânica. In: LOPEZ, A. M. (Orgs.). **Botânica no Inverno 2013**. São Paulo: Instituto da Universidade de São Paulo, 2012.

KINOSHITA, L. S.; TORRES, R. B.; TAMASHIRO, J. Y.; FORNI-MARTINS, E. R. **A Botânica no ensino básico: relatos de uma experiência transformadora**. São Carlos: RiMa, 143p. 2006.

KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. São Paulo EDUSP, 200p., 4ª ed., 2019.

KROSNICK, S. E.; BAKER, J. C.; MOORE, K. R. The Pet Plant Project: Treating Plant Blindness by Making Plants Personal. **The american biology teacher**, v. 80, p. 339-345, 2018.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, v. 16, p. 3-9, 1996.

LINK-PÉREZ, M. A.; DOLLO, V. H.; WEBER, K. M.; SCHUSSLER, E. E. What's in a name: differential labeling of plant and animal photographs in two nationally syndicated elementary science textbook series. **Int J Sci Educ**, v. 32, p. 1227-1242, 2010.

LOPES, R. P.; REIS, C. S.; QUARESMA, S.; TRINCÃO, P. R. Árvores monumentais como forma de contrariar o plant Blindness: concepções das crianças antes e depois de atividades de ciência. **Desenvolvimento Curricular e Didática**, v. 10, p.167-187, 2018.

MACEDO, M. et al. Concepções de professores de Biologia do Ensino Médio sobre o ensino-aprendizagem de Botânica. In: ENCONTRO IBERO-AMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 4., Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, p.387-401. 2012.

MACKENZIE, C. M., KUEBBING, S., BARAK, R. S., BLETZ, M., DUDNEY, J., MCGILL, B. M., TONIETTO, R. K. We do not want to “cure plant blindness” we want to grow plant love. **Plants, People, Planet**, v. 1(3), p. 139-141. 2019. <http://doi.org/10.1002/ppp3.10062>

MARINHO, L. C.; SETÚVAL, F. A. R.; AZEVEDO, C. O. Botânica geral de angiospermas no ensino médio: uma análise comparativa entre livros didáticos. **Investigações em Ensino de Ciências** v. 20(3) p. 237-258, 2015.

MELO, E. A.; ABREU, F. F.; ANDRADE, A. B.; ARAÚJO, M. I. O. A aprendizagem de Botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios. **Scientia Plena**, v. 8, n. 10, 2012.

MUGNAINI, R. M.; STREHL, L. **Recuperação e impacto da produção científica na era google: uma análise comparativa entre Google Acadêmico e a Web of Science**. In: ENC. BIBLI: REVISTA ELETRONICA BIBLIOTECON. Santa Catarina SC 1, 2008.

NORRETRANDERS, T. **The user illusion**. New York: Viking. 1ªed, 480 p, 1998.

NUÑEZ, I. B. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do Ensino de Ciências. OEI - **Revista Iberoamericana de Educación** v. 33, n. 1, p. 1-11, 2003.

NYBERG, E.; HIPKISS, A. M.; SANDERS, D. Plants to the fore: Noticing plants in designed environments. **Plants People Planet (PPP)**, v. 00, p. 1-9, 2018.

PANY, P. Students' interest in useful plants: A potential key to counteract plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v. 60, p.18-24, 2014.

PANY, P.; LORNITZO, A.; AULEITNER, L.; HEIDINGER, C.; LAMPERT, P.; KIEHN, M. Using students' interest in useful plants to encourage plant vision in the classroom. **Plants People Planet (PPP)**, v. 1, p. 261-270, 2019

PARSLEY, K. M. Plant awareness disparity. **Plants, People, Planet**, v. 2, p. 598-601, 2020.

PEREIRA, A. B.; PUTZKE, J. **Proposta Metodológica para o Ensino de Botânica e Ecologia**. Porto Alegre: Editora Sagra, 1ªed, 1996

PEREIRA, A. **Educação para a ciência**. Universidade Aberta. Lisboa, 1ªed, 676p, 2002.

PIASSA, G. Proposição e análise de uma sequência de ensino investigativo (SEI) em Biologia Vegetal, **Unicamp**, p. 1-106, 2019.

PIERONI, L.G. **Scientia Amabilis: um panorama do Ensino de Botânica no Brasil a partir da análise de produções acadêmicas e de livros didáticos de Ciências Naturais**. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Letras. Araraquara, 2019.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogsan AS, v. 2, p. 2-9, 235-493, 2007.

RIBEIRO, J. A. G. Conhecimento das espécies vegetais de cinco praças públicas por meio de QR Codes. **Terrae Didática**, v. 17. p.1-11, 2021. DOI: 10.20396/td.v17i00.8667414.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. Editora Guanabara Koogsan, 6ª ed, 549p, 2013.

ROCKENBACH, M. E.; OLIVEIRA, J. H. F.; PESAMOSCA, A. M.; CASTRO, P. E. E.; MACIAS, L. Não se gosta do que não se conhece?: a visão de alunos sobre a Botânica. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 21., Pelotas, 2012. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2012. **Anais [...]**. Disponível em: [http://www2.ufpel.edu.br/cic/2012/anais/pdf/CH/CH\\_01069.pdf](http://www2.ufpel.edu.br/cic/2012/anais/pdf/CH/CH_01069.pdf). Acesso em: 28 fev. 2018.

RODRIGUES, M. R. S.; MIGUEL, J. R.; LOPES, J. R. Abordagem do conteúdo de Botânica para o ensino fundamental utilizando áreas livres no espaço interno do colégio. **I Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática: questões atuais** 2013.

ROSSO, S.; LOPES, S. **BIO**. São Paulo SARAIVA 3ªed. 2016.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. “Mas de que te serve saber Botânica?”. **Estudos Avançados**, v. 30, n. 87, p. 177-96, 2016.

SANDERS, D. L. Standing in the shadows of plants. **Plants, People, Planet**, v. 1(3), p. 130-138, 2019. <http://doi.org/10.1002/ppp3.10059>

SANTOS, F. S. A Botânica no ensino médio: será que é preciso apenas memorizar nomes de plantas? In S. C. Silva (Org.), **Estudos de história e filosofia da ciência**. São Paulo: Livraria da Física. p. 223-243, 2006.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na Prática: Inovando a Forma de Ensinar Física**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 1ªed, 112p, 2017.

SATCHWELL, R. E.; LOEPP, F. L. Designing and implementing an integrated mathematics, Science, and technology curriculum for the Middle School. **JITE**, v. 39, n. 3, 2002.

SCHEUFELE, D. A. Opinion climates, spirals of silence, and biotechnology: public opinion as a heuristic for scientific decision making. In: BROSSARD, D.; SHANAHAN, J.; NESBIT, T. C. (Ed.) **The public, the media and agricultural biotechnology**. An international casebook. Cambridge, MA: Oxford University Press/CABI, p.231-41, 2007.

SCHUSSLER, E. E.; OLZAK, L. It's not easy being green: student recallm of plant and animal images. **J Biol Educ**, v. 42, p. 112–119, 2008.

SCHUSSLER, E. E.; LINK-PÉREZ, M. A.; WEBER, K. M.; DOLLO, V. H. Exploring plant and animal content in elementary science textbooks. **J Biol Educ**, v. 44, p. 123–128, 2010.

SILVA, P. G. P.; CAVASSAN, O. Avaliação das aulas práticas de Botânica em ecossistemas naturais considerando-se os desenhos dos alunos e os aspectos morfológicos e cognitivos envolvidos. **Mimesis**, Bauru, v. 27, n. 2, p. 33-46, 2006.

SOARES, D. C. Análise da abordagem de educação ambiental nos livros didáticos de Biologia – PNLD 2018, **Universidade Federal de São Carlos**, p. 1-128, 2019.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática**. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 3ª ed, 768p, 2012.

SOUZA, C. L. P.; GARCIA, R. N. Uma análise do conteúdo de Botânica sob o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em livros didáticos de Biologia do ensino médio. **Ciência e Educação**, v. 25, n. 1, p. 111-130, 2019.

STROUD, S.; FENNELL, M.; MITCHLEY, J.; LYDON, S.; PEACOCK, J.; BACON, K.L. The botanical Education extinction and the fall of plant awareness. **Ecology and Evolution**, v. 12, e9019, 2022. <https://doi.org/10.1002/ece3.9019>.

UNO, G. E. The state of precollege botanical education. **The American Biology Teacher** v. 56, p. 263-267, 1994.

UNO, G. E. Botanical literacy: what and how should students learn about plants? **American Journal of Botany**, v. 96, n.1 0, p. 1753-9, 2009.

URSI, S.; BARBOSA, P. P.; SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. S. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 7-24, 2018.

URSI, S.; SALATINO, A. Nota Científica: É tempo de superar termos capacitista no Ensino de Biologia: “impercepção Botânica” como alternativa para “cegueira Botânica”. **Bol. Bot. Univ. São Paulo**. v. 39, p. 1-4, 2022.

VASQUES, D. T.; FREITAS, K. C.; URSI, S. **Aprendizado Ativo no Ensino de Botânica**. São Paulo, Instituto de Biociências USP, 1ªed, 171p, 2021.

VIANA, M. **Environmental education: technical staff and their critical confrontation with the Science curricula of 5 and 7 years of basic education. Contributions to the formation of teachers**. University of Aveiro: Department of Educational Teaching – Department of Biology, 1999.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, v. 61, p. 84-6, 1999.

\_\_\_\_\_. (1998a, 13 April). A model of plant blindness. **Poster and paper presented at the 3rd Annual Associates Meeting of the 15° Laboratory**, Louisiana State University, Baton Rouge, LA.

\_\_\_\_\_. Toward a theory of plant blindness. **Plant Science Bulletin**, v. 47, p. 2-9, 2001.

WATSON, J. D.; BAKER, T. A.; BELL, S. P.; GANN, A.; LEVINE, M.; LOSICK, R.; HARRISON, S. C. **Biologia molecular do gene**. Editora Artmed, Porto Alegre, 7<sup>a</sup> ed, 878p, 2015.

**ANEXOS****ANEXO 1: Declaração Direitos Autorais****Declaração**

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada **Cegueira Botânica e Zoochauvinismo no Ensino de Biologia: um estudo da literatura científica e de livros didáticos**, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 24 de outubro de 2023



Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome do(a) autor(a): **Gabriel Piassa**

RG n.º 48463042-8

|



Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome do(a) orientador(a): **André Olmos Simões**

RG n.º 26363982-4

## ANEXO 2: Declaração Bioética e Biossegurança



COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
INSTITUTO DE BIOLÓGIA  
Universidade Estadual de Campinas  
Caixa Postal 6109. 13083-970, Campinas, SP, Brasil  
Fone (19) 3521-6378. e-mail: cpqb@unicamp.br



### DECLARAÇÃO

Em observância ao §5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha Tese de Doutorado, intitulada "*Cegueira Botânica e Zochauvinismo no Ensino de Biologia: um estudo da literatura científica e de livros didáticos*", desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos a Biossegurança.

Assinatura: \_\_\_\_\_  
Nome do(a) aluno(a): Gabriel Piassa

Assinatura: \_\_\_\_\_  
Nome do(a) orientador(a): André Olmos Simões

Data: 24/10/2023