



**Universidade de Brasília – UnB
Instituto de Biologia – IB**

Ciências Biológicas

ALINE ARAÚJO CAMPELO, LUCAS COSTA PEREIRA

**OS HORMÔNIOS VEGETAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE
BIOLOGIA USADOS EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DO
DISTRITO FEDERAL**

Brasília

2020

ALINE ARAÚJO CAMPELO, LUCAS COSTA PEREIRA

**OS HORMÔNIOS VEGETAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE
BIOLOGIA USADOS EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DO DISTRITO
FEDERAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas da Universidade de Brasília.

Orientadora: Prof. Dra Cristiane de Rodrigues Menezes Russo

Brasília

2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A411h , Aline Campelo, Lucas Costa
OS HORMÔNIOS VEGETAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA
USADOS EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DO DISTRITO FEDERAL / Aline
Campelo, Lucas Costa ; orientador Cristiane Russo. --
Brasília, 2020.
63 p.

Monografia (Graduação - Ciências Biológicas) --
Universidade de Brasília, 2020.

1. Ensino de Botânica. 2. Fisiologia Vegetal. 3.
Fitormônios. I. Russo, Cristiane , orient. II. Título.

ALINE CAMPELO, LUCAS COSTA

OS HORMÔNIOS VEGETAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA USADOS
EM DUAS ESCOLAS PÚBLICAS DO DISTRITO FEDERAL

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Cristiane, Rodrigue Menezes Russo
Núcleo de Educação Científica (NECBio)
Universidade de Brasília (UnB)
Orientadora

Profa. Dra. Maria das Graças Machado de Souza
Departamento de Botânica
Universidade de Brasília (UnB)
Membro 1

Prof. Dr. Sérgio Araújo Figueiredo
Departamento de Botânica
Universidade de Brasília (UnB)
Membro 2

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por nos permitir chegar até aqui, e vencer mais um desafio em nossas vidas. Também agradecemos e dedicamos este trabalho a nossos familiares e amigos, que sempre estiveram conosco, nos ajudando de várias formas, seja nos aconselhando com palavras de força e carinho ou nos dando dicas sobre como montar nossos parágrafos.

Aos nossos professores da UnB, que, durante toda nossa trajetória, estiveram nos ensinando muito mais do que processos bioquímicos e nomenclaturas biológicas, nosso singelo agradecimento. Vocês nos ensinaram a ter respeito por todas as formas de vida e a entender que cada ser vivo e todo o ecossistema relacionado a ele é um universo cheio de conhecimento para ser descoberto.

Finalmente, agradecemos à nossa incrível orientadora, por sempre estar disponível para responder nossas dúvidas com toda gentileza, dedicação e atenção, que nos permitiu concluir nosso TCC com qualidade e, principalmente, amor.

A todos que estiveram conosco, nosso sincero agradecimento. Junto a vocês e com amor a biologia e ao ensino, conseguimos chegar até aqui, no fim de mais uma estrada da vida. O caminho até aqui, certamente, não foi fácil, porém, sempre nos lembraremos de que nós não o trilhamos sozinhos. Muito obrigado!

RESUMO

A Fisiologia Vegetal é um dos conteúdos mais abstratos e de difícil interpretação no Ensino Médio. Dito isso, é importante que os Livros Didáticos (LDs) estejam presentes para atuarem como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem, atenuando essa situação. Porém, na Botânica em LDs de Biologia, existem informações desatualizadas e muitas vezes, errôneas, a respeito, principalmente, dos hormônios vegetais. Uma vez que os fitormônios são de extrema importância para às plantas, por serem essenciais em diversos processos fisiológicos destas eles não podem ser negligenciados nos LDs. Assim sendo, este trabalho de conclusão de curso, buscou analisar os livros didáticos adotados no último Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), por duas escolas do Distrito Federal, para o segundo ano do Ensino Médio, com o objetivo de investigar a abordagem dos hormônios vegetais entre esses LDs. Para isso, fizemos uma análise nos LDs, focando nos capítulos de fisiologia vegetal, em busca dos conceitos relacionados a hormônios vegetais. Encontramos, nos livros analisados, diversos conceitos simplificados, fitormônios importantes sem destaque, desatualizações, pouca contextualização com a realidade do aluno, poucas atividades ou exercícios que não poderiam ser resolvidos com o conteúdo do próprio livro, entre outros problemas. Para auxiliar o professor a encontrar outros materiais didáticos e complementar a aula, uma vez que encontramos déficits nos LDs, confeccionamos infográficos, que podem ser usados para ampliar o acesso à informação de diferentes recursos didáticos e para ajudar a melhorar o ensino da fisiologia, no geral. Concluímos que, em ambos os LDs analisados, são necessárias melhorias e inferimos que este é um possível problema em diversos outros livros de biologia usados em escolas públicas do DF, e que portanto, devem haver mais pesquisas com maior número de LDs comparando esses materiais para buscar soluções às deficiências no conteúdo de fisiologia vegetal e especificamente, fitormônios.

Palavras Chaves: Ensino de Botânica, Fisiologia Vegetal, Fitormônios.

ABSTRACT

The theme of vegetal physiology is one of the most abstract and of hard understanding for students in High School. That said, it's important that didact books be used to act as facilitators in the learning-teaching process, to help in this specific situation. However, in the content separated for this subject in these books, in the Biology section, there are many outdated and wrong information, especially in the area dedicated to plant hormones. Due to the fact that these hormones are essential in many plant functions, they cannot be neglected. This said, this essay sought to analyze two didactic books that are used in two different public High Schools in the Federal District, in the second year, to investigate the approach to plant hormones of these books. To accomplish this, we did several readings of these books, focusing especially in the chapters dedicated to vegetal physiology, looking at the concepts that are linked to plant hormones. We found many simplified concepts, lack of contextualization, outdated information, simplification of important hormones, few exercises or exercises that cannot be solved with the information contained in the book, among other problems. With the objective to help the professor to find other didactic materials to help with the class, we produced infographics that could be used as models to expand the access to different information that help improve the process of teaching this difficult subject. We concluded that in both didactic books, improvements are needed and inferred that this is an issue that probably exists in other didact books that are used in other public schools in this Federal District, and that, therefore, there should be more research with comparison of more didact books, to find more solutions to the deficiencies in the content of vegetal physiology, especially, in the subject of plant hormones.

Keywords: Botany teaching, Plant Physiology, Phytohormones

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Linha do Tempo do Ensino de Botânica no Brasil.....	11
Figura 2: Desafios a serem superados.....	13
Figura 3: Dimensões do Ensino de Botânica	14
Figura 4: Ranking das dificuldades de aprendizagem dos alunos no assunto de Botânica, segundo professores de Ensino Médio	16
Figura 5: Fases das análises de conteúdo	21
Figura 6: Fases da análise de conteúdo nos capítulos de Fisiologia Vegetal baseadas em Bardin (2011)	22
Figura 7: Gráfico de barras ilustrando a quantidade de páginas para cada unidade no LD CEAN	26
Figura 8: Gráfico sobre o efeito da concentração de auxina no crescimento do caule e da raiz.....	31
Figura 9: Esquema ilustrando o fototropismo positivo do caule.....	33
Figura 10: Esquema ilustrando o geotropismo na raiz.....	33
Figura 11: Fotografias com exemplos de nastismos	34
Figura 12: Fotografia de bananas ensacadas como exemplo do processo de amadurecimento causado por etileno	34
Figura 13: Gráfico de barras ilustrando a quantidade de páginas para cada unidade no LD CEM 1	37
Figura 14: Efeito da aplicação de AIA sobre o crescimento	41
Figura 15: Esquemas de Fototropismo e Geotropismo	42
Figura 16: Exemplo de tropismo	43
Figura 17: Tabela com alguns outros fitormônios, além das auxinas.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações sobre os LDs escolhidos para a pesquisa	22
Tabela 2: Critérios para análise do conteúdo de hormônios vegetais nos LDs baseados em Vasconcelos e Souto (2003)	23
Tabela 3: Palavras-chave relacionadas com hormônios vegetais do LD CEAN. O número (N°) de palavras-chave contabilizadas são referentes apenas às encontradas ao longo dos LDs, com exceção do capítulo de Fisiologia das Fanerógamas. HV (Hormônio Vegetal)	46
Tabela 4: Palavras-chave relacionadas com hormônios vegetais do LD CEM 1. O número (N°) de palavras-chave contabilizadas são referentes apenas às encontradas ao longo dos LDs, com exceção do capítulo de Fisiologia das Angiospermas. HV (Hormônio Vegetal)	47

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

LD	Livro Didático
UnB	Universidade de Brasília
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
DF	Distrito Federal
ESEB	Estágio Supervisionado em Ensino de Biologia
EM	Ensino Médio
HV	Hormônios Vegetais
AIA	Ácido 3-indolacético
ABA	Ácido Abscísico
CEAN	Centro Educacional da Asa Norte
CEM 01	Centro de Ensino Médio 01
FV	Fisiologia Vegetal
UFJF-MG	Universidade Federal de Juiz de Federal - Minas Gerais
GepBot	Grupo de Pesquisa em Ensino de Botânica da Universidade de Brasília

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo Geral	9
2.2 Objetivos Específicos	9
• Apontar possíveis deficiências de conteúdos da área de Fisiologia Vegetal nos LDs adotados nas escolas;	9
• Avaliar a complementaridade dos recursos visuais com os textos dos LDs;	9
• Investigar se as atividades propostas compreendem o conteúdo explorado;	9
• Propor uma solução para os possíveis déficits nos LDs.	9
3. REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.2 O Ensino de Fisiologia Vegetal no Ensino Médio	14
3.3 O Ensino de Hormônios Vegetais no Ensino Médio	17
3.4 Os Livros Didáticos no Brasil	18
3.5 Análise de Conteúdo	20
4. METODOLOGIA	22
4.1 Análise do Conteúdo nos LDs	22
4.2 Confecção de Infográficos	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1 Análise de Conteúdo do LD utilizado no CEAN	26
5.1.2 Análise do Conteúdo Teórico	27
5.1.3 Análise da Contextualização	29
5.1.4 Análise dos Recursos Visuais	31
5.1.5 Análise de Exercícios Propostos	35
5.1.6 Análise do Manual do Professor	35
5.2 Análise de Conteúdo do LD utilizado no CEM 1	37
5.2.1 Análise do Conteúdo Teórico	38
5.2.2 Análise da Contextualização	40
5.2.3 Análise dos Recursos Visuais	41
5.2.4 Análise dos Exercícios Propostos	44
5.2.5 Análise do Manual do Professor	44
5.3 Análise das Palavras-Chave dos LDs	45
5.4 Infográficos	47

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
7. REFERÊNCIAS	52
APÊNDICE A - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS EXERCÍCIOS PROPOSTOS NO CAPÍTULO DE FISIOLOGIA DAS FANERÓGAMAS (LD CEAN)	58
APÊNDICE B – INFOGRÁFICO A	59
APÊNDICE C – INFOGRÁFICO B	60
APÊNDICE D – INFOGRÁFICO C	61
ANEXO A – RESUMO DA CARACTERIZAÇÃO DOS INFOGRÁFICOS POR SILVEIRA (2010)	62
ANEXO B - ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA NO LD CEAN A PARTIR DO MANUAL DO PROFESSOR	63

1. INTRODUÇÃO

No Ensino de Ciências, a Botânica ainda é muito desestimulante para os alunos, uma vez que, geralmente, na sala de aula, poucas contextualizações são feitas com a realidade dos discentes. Dessa forma, o que é estudado na escola, mesmo podendo ser exemplificado no cotidiano dos alunos, dificilmente é percebido por eles. Assim, os estudantes, em geral, acabam não valorizando esse conteúdo (Figueiredo, 2009). Ademais, em muitas escolas, falta infraestrutura e melhor preparo dos docentes para modificar essa situação (Towata, Ursi e Santos, 2010).

A falta de investimentos em melhorias no processo de ensino-aprendizagem da Botânica facilitou o avanço da chamada “cegueira botânica”, um termo usado para definir a situação em que a importância do Reino Plantae para os humanos, em geral, é reconhecida, porém, o interesse pelo estudo das plantas em si, é insignificante, e portanto, os vegetais acabam sendo vistos como meros objetos de decoração ou paisagísticos (Hershey, 2002).

Dentro do Ensino de Botânica, a Fisiologia Vegetal é um dos temas mais abstratos e de difícil interpretação pelos alunos (Junqueira, 2012). Dito isso, é importante que os Livros Didáticos (LDs) estejam presentes para atuarem como facilitadores do processo de ensino-aprendizagem, atenuando essa situação. Porém, no conteúdo de Botânica em LDs de Biologia, assim como diversos outros assuntos tratados nessas obras, existem informações desatualizadas e muitas vezes, errôneas (Nascimento, Alvetti, 2006).

A abordagem da botânica na Educação Básica, em muitos casos, ainda está distante de alcançar os objetivos esperados em um processo de ensino-aprendizagem realmente significativo e transformador. Relata-se, muitas vezes, que os estudantes, e até mesmo seus professores, não se interessam pela botânica, que é considerada difícil, enfadonha e distante de sua realidade (Ursi et al, 2018, p 10).

Os LDs, possuem um papel importante no processo de formação de cidadãos, pois são produtos culturais que surgem de interações complexas entre questões econômicas, sociais e culturais (Macedo, 2004). Por conta desse contexto, eles devem ser estudados e atualizados constantemente, com o objetivo de melhorar sua

qualidade para o uso nos processos educacionais (Cardoso-Silva e Oliveira, 2013; Vasconcelos e Souto, 2003).

Os LDs de Biologia divergem de outras áreas, pois incentivam a execução do método científico, a análise de fenômenos, o teste de hipóteses e o desenvolvimento de conclusões (Vasconcelos e Souto, 2003). Além disso, segundo Silva e Trivelato (2003), o livro didático (LD) é o recurso mais acessível e comum nas escolas, e como seu conteúdo é simplificado, permite ao professor maior autonomia em sala de aula. Deste modo, para o docente, é possível criar situações em que os alunos são estimulados à prática do assunto abordado, facilitando a aprendizagem de conceitos considerados abstratos, como a Fisiologia Vegetal (Junqueira, 2012).

Durante uma das disciplinas obrigatórias do curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de Brasília (UnB), chamada Estágio Supervisionado em Ensino de Biologia (ESEB), nós lecionamos em duas escolas públicas no Distrito Federal. Nesse período de regência, tivemos contato com os livros escolhidos por essas instituições de ensino, no último Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) e em outros dois anteriores. Percebemos, ao longo das preparações de aulas sobre o Reino Plantae, que, nos capítulos de Fisiologia Vegetal, alguns conceitos abordados estavam desatualizados, equivocados e em certos casos, extremamente simplificados, ainda que para o Ensino Médio.

O conteúdo de Fisiologia Vegetal nos LDs está deficiente e os fitormônios ou hormônios vegetais, importantes substâncias responsáveis por quase todos os processos fisiológico das plantas, são um exemplo de assunto tratado com pouca importância nos livros didáticos. No geral, há maior enfoque nas auxinas, hormônio que é responsável pela regulação, crescimento e desenvolvimento das plantas (Kerbauy, 2004). A importância dessas substâncias não deve ser subestimada pelos LDs de Biologia, pois quase todos os processos fisiológicos das plantas são regulados por duas ou mais classes de hormônios (auxina, etileno, citocinina e giberelina), simultaneamente ou em alguma ordem sequencial. (Pereira, Monteiro e Abreu, 2004).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar os livros didáticos adotados no último PNLD por duas escolas do Distrito Federal, para o Segundo Ano do Ensino Médio, com o objetivo de investigar a abordagem dos hormônios vegetais nesses LDs.

2.2 Objetivos Específicos

- Apontar possíveis deficiências de conteúdos da área de Fisiologia Vegetal nos LDs adotados nas escolas;
- Avaliar a complementaridade dos recursos visuais com os textos dos LDs;
- Investigar se as atividades propostas compreendem o conteúdo explorado;
- Propor uma solução para os possíveis déficits nos LDs.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O Ensino de Botânica no Brasil

Menezes et al. (2009) relatam que preparar aulas do ensino de Botânica, seja qual for a área específica deste território da Biologia, trata-se de um árduo serviço por diversas razões. Por exemplo, um dos motivos é o fato de que o conteúdo ministrado é extenso e também pelo fato de que o tempo dedicado para esta temática é reduzido. Além disto, o que se vê é uma grande falta de interesse por parte dos alunos em aprender sobre plantas, pois, aparentemente, sentem-se distantes desses organismos. Segundo Menezes et al. (2009, p.2) “O fato destes seres não interagirem diretamente com o homem e serem estáticos, ao contrário dos animais, pode justificar o distanciamento dos estudantes”.

Pode-se tirar então, do informado pelo autor acima, que o ensino de Botânica é uma das matérias em que os estudantes apresentam maior dificuldade, em se tratando da área das ciências biológicas. Isto não deveria ser assim, visto que os estudos botânicos e agronômicos começaram a partir do momento em que o ser humano aprendeu o cultivo de plantas. Importante ressaltar que foi neste momento em que as civilizações começaram a surgir. As plantas servem de alimento tanto para os seres humanos como também para os animais domesticados por eles. Ainda, servem para usos fitoterápicos, extração de óleos essenciais e como aromáticos e condimentos (Patatt e Araujo, 2013).

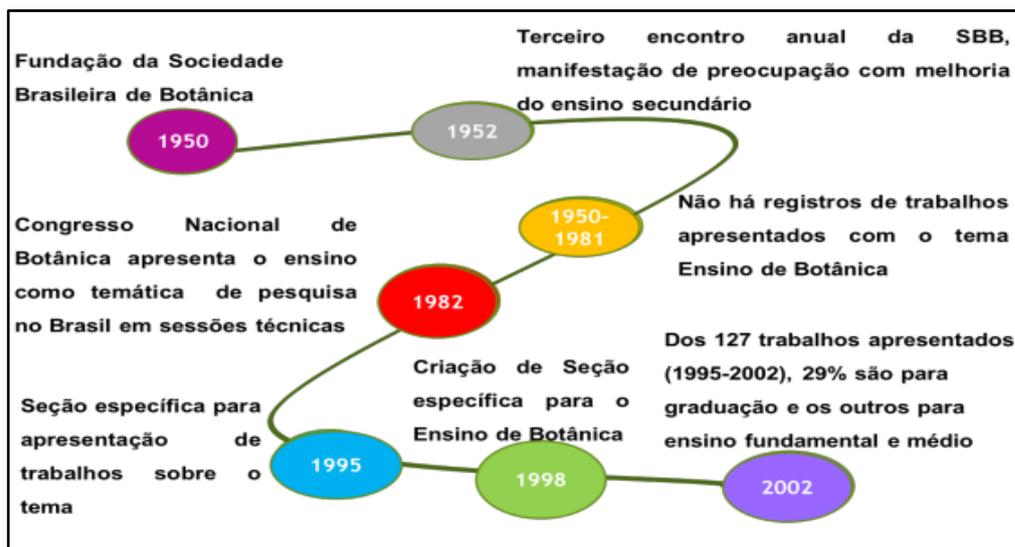
Segundo Buckeridge e Salatino (2016), na época do Brasil Imperial e início do período da República, o conhecimento em Botânica era considerado como comprovação de bom gosto e elegante. Em comparação, segundo os mesmos autores, na atualidade o que é visto na sociedade é que uma porcentagem significativa das pessoas que passam pelo ensino fundamental e médio percebe de forma bastante diferente os estudos nessa área, acreditando se tratar de matéria sobremaneira maçante, entediante, e com pouca contextualização.

O que se viu então, ao longo do tempo, foi a desvalorização da “Ciência Amável”, da época do Império. Disto, lamentavelmente passou a uma condição de

ciência quase que descartável. A carga de preconceito chegou a um ponto em que alguns autores de textos didáticos escolhem o título de “Biologia Vegetal”, ou invés de “Botânica” (Buckeridge e Salatino, 2016).

Um motivo que pode ter contribuído para este desinteresse e maior dificuldade nesta área pode ser apontado também para uma discussão atrasada e lenta sobre o aprimoramento do ensino de Botânica, segundo Sales (2019). Ele cita que a fundação da Sociedade Brasileira de Botânica se deu somente em 1950. Além de ser fundada tardiamente, o progresso também se deu de forma lenta, conforme a linha do tempo mostrada a seguir.

Figura 1: Linha do Tempo do Ensino de Botânica no Brasil



Fonte: Sales (2019) p.3

Os fatos expostos acima apontam então para uma ciência considerada pouco interessante para o público em geral, e de forma especial, para os estudantes. Tal circunstância fez os autores Wandersee & Schussler cunharem o termo “cegueira botânica” na tentativa de descrever todo esse desinteresse popular em relação às plantas (Katon, Towata e Saito, 2013). Este termo se encontra adequado para se referir à insignificância que os seres humanos dão às plantas em seu lugar na biosfera, visto que o que é observado é uma falta de apreciação da beleza das plantas e às características peculiares deste reino, segundo estes autores, o que torna complicada a tarefa de tirar das pessoas a visão antiquada de que as plantas são inferiores aos animais.

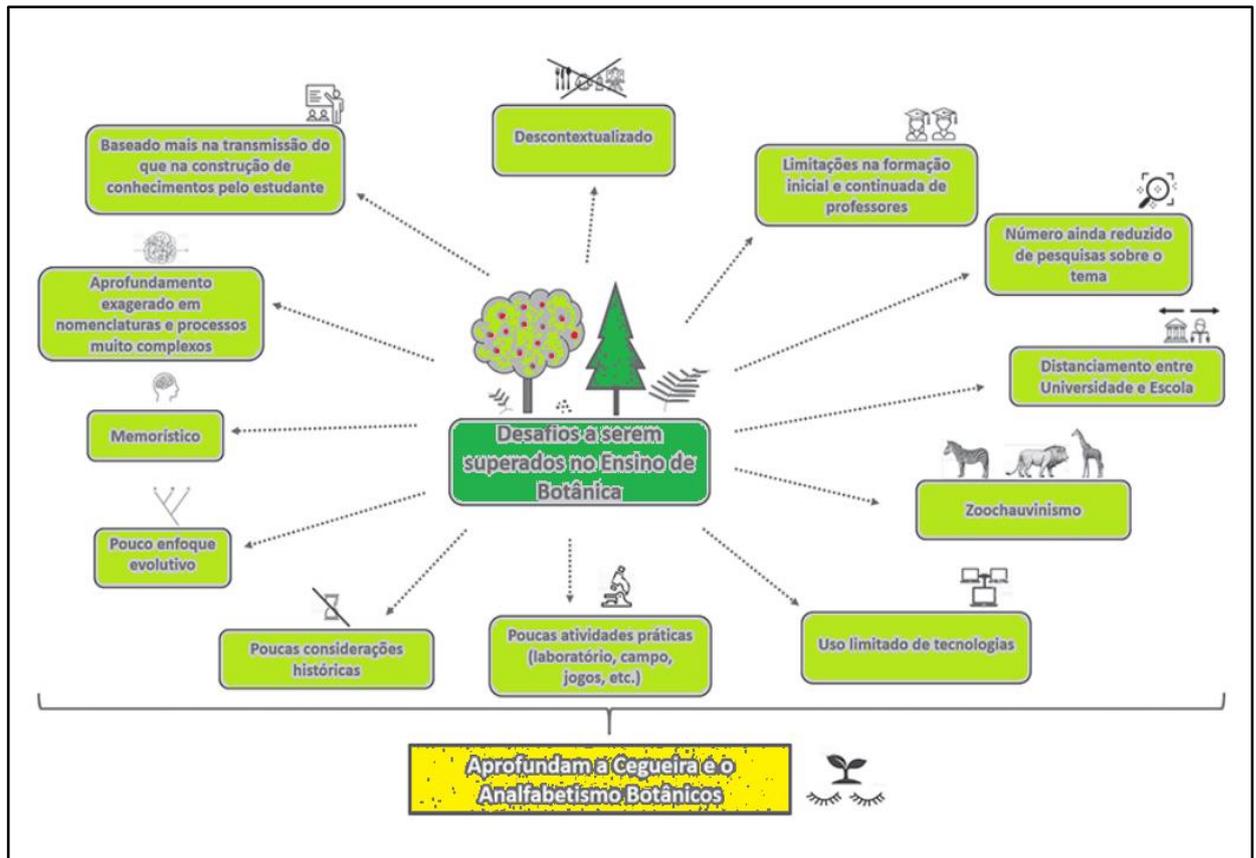
As propostas atualmente utilizadas para a transmissão de conteúdos na área de Botânica são, na maior parte das vezes, baseadas em formas mais tradicionais,

tais como aquelas mais restritas somente a livros didáticos e aulas expositivas, segundo Melo, Abrue e Andrade (2012). Desta forma, torna-se mais difícil despertar o interesse dos alunos na área, portanto, aulas que são restritas somente a isto, dificulta-se a atender a real condição na qual os alunos estão inseridos.

Soma-se ao citado acima o fato de que sempre foi visto que o ensino de Botânica é, geralmente, muito centrado somente na aquisição de vocabulários, grafias, regras e descrições. Verifica-se ainda o tamanho da gravidade do problema quando, apesar de todos os termos ensinados, os quais os professores costumam presumir que foram compreendidos pelos alunos, ainda há um elevado número de estudantes do ensino básico que sequer consideram as plantas como criaturas viventes, segundo os autores Silva e Ghilardi-Lopes (2014). Os mesmos autores ainda dizem que, somado a este fato, a realidade é que até mesmo boa parte dos professores preferem priorizar outros temas em sala de aula, deixando o assunto de Botânica e o ensino de diversidade vegetal para as etapas finais de cada ano letivo. Para piorar, passam pelo assunto de forma somente superficial, ligeira, e lançando mão de métodos de ensino que priorizam a memorização dos termos específicos.

Todos estes fatores são citados também por Ursi et al. (2018). Estes autores ainda complementam citando mais causas que ajudam a aprofundar a cegueira e o analfabetismo botânico, tais como o uso limitado de tecnologias e restrições na própria formação dos professores. A seguir um quadro com todos os desafios a serem superados nesta área.

Figura 2: Desafios a serem superados



Fonte: Ursi et al. (2018) p.11.

A melhor forma de se mudar este quadro é por meio da educação, em especial, a nível do ensino fundamental e médio, pois são os níveis de instrução em que a maior parte da população obrigatoriamente passará. É fundamental que a população tenha mais interesse no estudo de plantas, devido à sua importância ecológica, ambiental, e na formação de cidadãos mais conscientes. Isto transforma a Educação Básica em uma potente ferramenta.

Mas por qual motivo importa um conhecimento maior neste assunto? Ursi et al. (2018) dizem que tal educação tem o dever de auxiliar as pessoas a terem condições de fazerem escolhas mais bem informadas. Inúmeras questões do cotidiano ficam mais bem informadas ao se ter um maior conhecimento nesta área, tais como a escolha de alimento a ser comprado, fontes de energia a serem utilizadas ou ainda estar informado sobre políticas que lidam melhor com mudanças climáticas. Estes autores enumeram cinco dimensões do Ensino de Botânica: 1. Ambiental; 2. Filosófica, Cultural, Histórica; 3. Médica; 4. Ética; 5. Estética. Tais dimensões se encontram explicadas a seguir, no quadro.

Figura 3: Dimensões do Ensino de Botânica

Dimensões do Ensino de Botânica
Ambiental
As plantas são constituintes chaves do ambiente, estando relacionadas a inúmeros processos ecológicos e serviços ecossistêmicos. Estão entre os organismos mais ameaçados pelo crescimento populacional, que gera poluição e exploração pouco racional de recursos. Compreender e discutir tais temas pode subsidiar os estudantes em seus posicionamentos sobre importantes questões ambientais da atualidade.
Filosófica, cultural, histórica
O vínculo entre as plantas e aspectos culturais de nossa espécie é notório. Podemos listar diversas plantas que mudaram nossa história, por suas aplicações na alimentação, na medicina, no vestuário, no paisagismo, dentre outras. Se pensarmos nas artes, percebemos a importância da representação das plantas em nosso cotidiano e ao longo da história.
Médica
O uso medicinal tradicional das plantas é contundente, mas também sua exploração para o isolamento de princípios ativos e uso em muitos dos medicamentos industrializados atualmente utilizados. Por outro lado, crenças populares equivocadas, que gerem o uso indiscriminado das plantas, podem oferecer riscos à saúde.
Ética
Botânica e Biotecnologia estão intimamente relacionadas, com alguns dos maiores avanços relacionados à interação entre vegetais e microrganismos. Muitos dos temas mais urgentes e/ou polêmicos da atualidade relacionam-se em algum grau à Botânica, como uso de organismos transgênicos, mudanças climáticas globais, legalização de alguns tipos de drogas atualmente consideradas ilícitas, exploração agrícola, conservação e perda da biodiversidade, energias alternativas, dentre outros.
Estética
A convivência e a apreciação das plantas são reconhecidamente importantes promotores de bem-estar. Perceber a diversidade vegetal, bem como criar conexão com tais organismos, podem ser considerados passos essenciais para a valorização e conservação ambiental, questão tão relevante na atualidade.

Fonte: Ursi et al. (2018) p. 9

3.2 O Ensino de Fisiologia Vegetal no Ensino Médio

O Currículo em Movimento dedica a matéria de Fisiologia Vegetal para o 2º ano de Ensino Médio. Os seguintes assuntos são citados: Botânica Paliçada, Hormônios Vegetais, Metabolismos Vegetais e Fitoterápicos. Portanto, são esses os conteúdos abordados pelos professores do Ensino Básico Brasileiro.

Merece atenção uma discussão, com base nas observações de Junqueira (2012), acerca dos processos de ensino-aprendizagem da Fisiologia Vegetal apresentados nas escolas de Ensino Médio, tanto públicas quanto privadas. A autora relata que estes processos apresentam alguns problemas que são recorrentes. A Fotossíntese é destacada como merecedora de atenção especial, devido ao fato de que, citando um exemplo, este assunto tem um problema de noções equivocadas sobre as relações entre a respiração celular e a fotossíntese vegetal. Exemplificando,

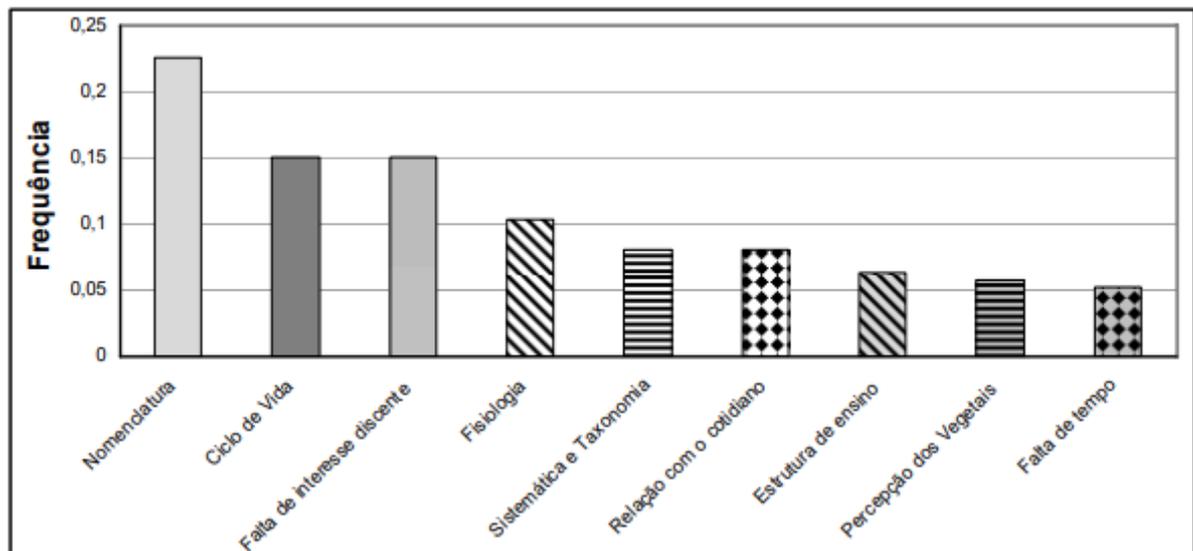
os alunos geralmente respondem, ao serem perguntados, que a fotossíntese ocorre durante o dia e a respiração celular durante a noite, ou seja, percebem estas funções como sendo inversas.

Vale ressaltar ainda o fato de que, devido à falta de conhecimento dos alunos nesta área, a grande maioria destes não conhecem estes organismos fotossintetizantes como sendo os produtores de praticamente toda a matéria orgânica que é encontrada em nosso planeta, e para piorar, não reconhecessem a importância deste fato para toda a vida na Terra. Grande porcentagem dos estudantes associam a fotossíntese somente com a produção de oxigênio. Esta falta de conhecimento leva a outros problemas, como a “coisificação” das plantas e a falta de empatia por qualquer assunto relacionados a elas, Junqueira (2012).

Gonçalves et al. (2007) concluíram em seu trabalho que a Fisiologia Vegetal deve ser trabalhada com mais afinco durante o Ensino Médio, algo que não é observado. Apesar do fato de que geralmente este tema é ministrado como um dos últimos assuntos dentre aqueles pertencentes à Botânica, a Fisiologia Vegetal permite criar grandes conexões com os cotidianos dos alunos, se ministrado de forma correta, e ainda por cima, de acordo com esta proposta, pode ter seus principais eventos trabalhados em um número de aulas reduzido.

Esta falta de interesse, ou dificuldade para assimilar este assunto, pôde ser observado nos estudos realizados por Macedo, Katon e Towata (2012), nos quais os autores destrincham as tribulações enfrentadas pelos alunos em se tratando de Botânica. Os estudos revelam que a Fisiologia Vegetal está em quarto lugar na lista dos conteúdos nos quais os professores acreditam serem os mais complicados para os estudantes. A Figura 4 apresenta a frequência de respostas para a questão proposta pelos autores, p. 394: “Quais as principais dificuldades que o estudante do Ensino Médio apresenta para compreender os temas da Botânica?”. Vale destacar que não foram representadas categorias em ocorrências menores que 5%.

Figura 4: Ranking das dificuldades de aprendizagem dos alunos no assunto de Botânica, segundo professores de Ensino Médio



Fonte: Macedo Katon e Towata (2012), p. 394.

Observa-se pelas respostas dos professores que estes acreditam que o conteúdo de Fisiologia Vegetal está entre os mais complicados para a compreensão dos alunos, perdendo somente para “Nomenclatura”, “Ciclo de Vida” e “Falta de interesse discente”. Fica à frente de “Sistemática e Taxonomia” e “Relação com o Cotidiano”.

Ainda, este mesmo estudo aponta, por meio de perguntas feitas para os professores, que Bioquímica Vegetal, Reações Químicas que acontecem dentro das plantas e, principalmente, temas relacionados a Fotossíntese, como sendo os setores de maior dificuldade no segmento de fisiologia. Esta foi a opção que foi mais marcada no questionário acerca da dificuldade de transmissão de conteúdo: “dificuldades relacionadas à interpretação dos fenômenos biológicos que envolvem as plantas.”. Na categoria “Percepção dos Vegetais”, também foi apontada uma problemática relacionada à Fisiologia Vegetal, a saber: “geralmente o aluno não vê a planta como ser vivo”, pois para eles plantas são simplesmente verdes, as flores são apenas ornamentais, as árvores fazem sombras. Sendo assim é muito difícil perceberem a importância da Fisiologia Vegetal e a Anatomia. Para finalizar, o assunto de Fisiologia Vegetal também foi mencionado na categoria “Aproximação com o cotidiano”, com a opção “relacionar a grande diversidade deste grupo ao seu cotidiano e assimilar o vasto conteúdo através de quadros comparativos, abordando a Fisiologia Vegetal e a reprodução”.

Conforme já citado, são vários os benefícios de conhecer melhor as plantas e seu funcionamento. Nas palavras de Junqueira (2012, p. 26):

Logo, a crescente necessidade de respeito ao meio ambiente passa, antes de tudo, pela proteção da vegetação. No entanto, para proteger é preciso respeitar, para respeitar é necessário amar e não podemos amar o que não conhecemos. Assim, o estudo dos vegetais é imprescindível para o respeito, proteção e compreensão do meio ambiente e suas transformações.

3.3 O Ensino de Hormônios Vegetais no Ensino Médio

Conforme visto anteriormente, com a pouca importância dada à Botânica no Ensino Médio, é possível inferir que o conteúdo de hormônios vegetais também é repassado aos alunos de forma superficial e rápida. Fato este relatado por Gonçalves et al. (2007), que relataram em seus estudos que a aprendizagem dos alunos não é trabalhada de forma satisfatória na escola. Isto devido a testes realizados que demonstraram um baixo conhecimento no assunto por parte dos alunos, o qual, em especial a germinação, mesmo com a mídia constantemente falando sobre as relações entre as variações climáticas e condições ideais para a germinação e o crescimento de plantações.

Estes mesmo estudos apontaram ainda alguns dados relevantes. Por exemplo, mesmo terminando o tópico de Botânica Estrutural apenas uma semana antes das avaliações, 28,2% dos alunos envolvidos no trabalho identificaram estruturas vegetais, tais como gema apical e parênquima, como sendo hormônios vegetais. Ainda, 25,2% assinalaram hormônios animais, tais como insulina, testosterona, dentre outros, como sendo hormônios vegetais. Este dado demonstra uma deficiência não só em tópicos de Botânica, mas também de corpo humano.

As pesquisas feitas por Junior (2014) também apontaram que o conteúdo de hormônios vegetais que é abordado no Ensino Médio pode distanciar os alunos da matéria, tendo em vista que o que é repassado se assemelha demasiadamente com um dicionário, baseado somente em termos técnicos que não cativam os alunos. A falta de contextualização e de interdisciplinaridade tornam as aulas chatas e maçantes. Se o conteúdo tivesse mais riqueza de detalhes e apresentasse contextualização, poderia haver uma melhora na assimilação da matéria.

3.4 Os Livros Didáticos no Brasil

O livro didático nada mais é do que um livro de caráter pedagógico, ou seja, para o auxílio na educação dos alunos, segundo Lajolo (1996). Ele possui uma grande importância para o ensino formal, sendo uma ferramenta decisiva a ser utilizada no ambiente escolar. No entanto, isto não significa que ele seja o único material que possa ser utilizado em uma sala de aula, havendo ainda outros meios complementares.

Nas palavras de Lajolo (1996, p. 4):

Didático, então, é o livro que vai ser utilizado em aulas e cursos, que provavelmente foi escrito, editado, vendido e comprado, tendo em vista essa utilização escolar e sistemática. Sua importância aumenta ainda mais em países como o Brasil, onde uma precaríssima situação educacional faz com que ele acabe determinando conteúdos e condicionando estratégias de ensino, marcando, pois, de forma decisiva, o que se ensina e como se ensina o que se ensina.

Portanto, se trata de um dispositivo às mãos dos professores e alunos que é de grande ajuda a ambos, visto que se trata de objeto acessível e disponível para o aluno e de objeto auxiliador para o professor. Cabe sempre lembrar que é uma forma de auxílio para o docente, não devendo ser tratada como o centro absoluto das atividades de ensino ou como um manual a ser seguido, e sim, como um material de apoio, no qual o(a) professor(a) pode se amparar para ministrar o seu conteúdo aos estudantes. (Sartin et al., 2012).

Com base nisto, apesar de não se tratar do único meio disponível aos professores, os livros didáticos alcançaram, em relação a outros recursos disponíveis aos docentes, uma plataforma de superioridade, de forma que ofuscam os outros meios. Fato este que suscitou questionamentos sobre seus usos e funções. Todos os livros utilizados no Brasil precisam passar por uma avaliação criteriosa para garantir sua qualidade. Quem realiza esta avaliação é o Programa Nacional do Livro Didático. Somente após aprovados, os livros são posteriormente distribuídos nas escolas públicas, (Sartin et al., 2012).

Contudo, nem sempre isto é uma garantia absoluta acerca da qualidade dos livros. Nem sempre eles contribuem de forma significativa com o ensino e isso se deve principalmente a duas causas: Primeiramente, os livros podem não estar sendo

explorados de forma adequada. Segundo eles podem se encontrar com conhecimentos defasados. São necessárias revisões periódicas dos livros para que estes apresentem aspectos de contextualização e de interdisciplinaridade, especialmente nos livros utilizados para auxiliar no ensino de Biologia, (Silva e Auth, 2017).

Tirando os problemas que podem ser encontrados nos livros didáticos, ainda que eles sejam excelentes, nada substitui o(a) professor(a), pois é este que conhece a individualidade de seus alunos e é capaz de decidir sobre qual conteúdo mais retrata a realidade destes. Ou seja, quem constrói a aula é o(a) professor(a) e cabe a este a utilização de todos os recursos e estratégias pedagógicas de maneira a complementar ou superar todas as deficiências que aparecem pelo caminho. Sabe-se, entretanto, que para que isto aconteça, o(a) professor(a) precisa saber fazer uma leitura criteriosa dos livros didáticos disponíveis. Isto significa que, por causa de sua posição de docente, o(a) professor(a) precisa ser uma espécie de leitor(a) privilegiado das obras didáticas que chegarão às mãos de seus alunos, (Lajolo, 1996).

Seguindo esta linha, segundo Gil-Pérez e Carvalho (2006), é essencial para o professor conhecimento na matéria a ser ensinada para o êxito do trabalho de ensino. Isto significa que, se o professor possui déficit de conhecimento no conteúdo, ele se torna um mero reproduzidor do conteúdo de texto dos livros didáticos, que apenas repassa o que está escrito no livro, sem saber se está certo, contextualizado ou atualizado.

Isto significa que é fundamental que durante a formação de cada professor, seja dada uma atenção especial às reflexões direcionadas à compreensão das limitações dos livros didáticos. Desta forma, o docente será capaz de fazer análises acerca dos conteúdos didáticos, o que é essencial para reconhecer suas deficiências e subsidiar práticas pedagógicas que induzem o exercício de posturas críticas, (Lajolo, 1996).

Conclui-se então que o conteúdo que vai ser ministrado pelo(a) professor(a) seja sempre analisado previamente e receba um novo delineamento para que a abordagem utilizada não seja reducionista, ou seja, restrita ao livro didático. O livro necessita, como visto anteriormente, ser utilizado como uma ferramenta, e se a ferramenta não estiver apta, haverá problemas pedagógicos.

3.5 Análise de Conteúdo

A análise de conteúdo de livros ou escritas é uma prática muito antiga. Segundo Bardin (2011), esta prática começou com a análise de textos sagrados, ou a hermenêutica. A interpretação começou como uma tentativa de entender melhor mensagens obscuras ou com duplos sentidos.

Trazendo para tempos atuais, a análise de conteúdo, da forma que a conhecemos, desenvolveu-se no início do século passado nos Estados Unidos da América com conteúdo essencialmente jornalísticos com o intuito de verificar a quantidade de sensacionalismo presente na imprensa, de acordo com Bardin (2011). Isto foi evoluindo, saindo desta análise de conteúdo de jornal, até o ponto em que a análise de conteúdo passa a ser aplicada a todas as formas de comunicação, inclusive à forma que será estudada neste trabalho, o livro didático. Ainda, segundo esta autora, o conceito de análise de conteúdo é definido como:

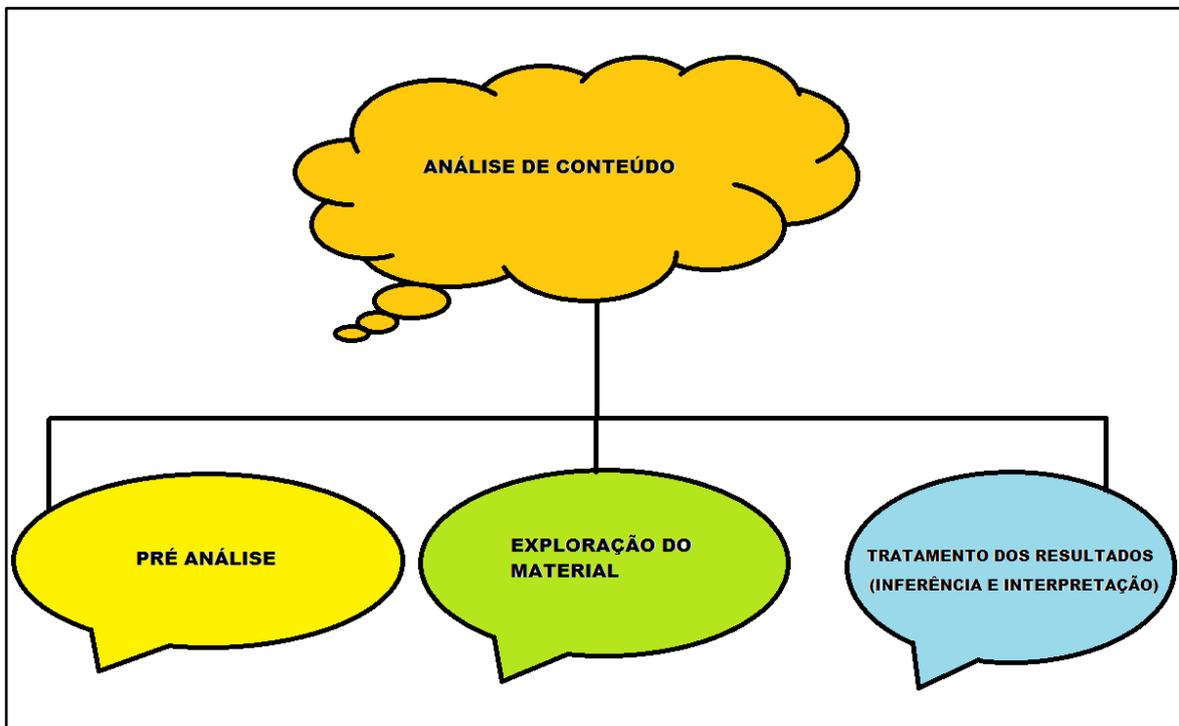
Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2011, p. 47).

Analisando a definição de Bardin (2011), observa-se que a análise de conteúdo tem a finalidade de inferir dos textos analisados, conhecimentos. Ou seja, ao se analisar o conteúdo de livros didáticos, terá que se obter as condições de produção e recepção das mensagens contidas neles. Ainda, segundo esta perspectiva, esta análise consiste em uma técnica que se pode aplicar a todas as formas de comunicação.

O pesquisador, ao fazer este tipo de análise, procura compreender a estrutura que está por trás das mensagens que estão sendo consideradas. O analista faz um duplo esforço, sendo que o primeiro é compreender o sentido da comunicação que está sendo feita pelos autores do texto como se fosse o receptor normal, que neste caso são os alunos do Ensino Médio. O segundo esforço se trata de desviar o seu olhar para buscar outros significados ou mensagens que são passíveis de se extrair da mensagem principal, ou seja, não basta somente ter o olhar que possui o receptor normal, de acordo com Câmara (2013).

Em seu trabalho, Bardin (2011) prevê três fase fundamentais para o emprego da análise de conteúdo. A primeira fase seria a pré-análise; A segunda, a exploração do material, e, por fim, a última fase seria o tratamento dos resultados por meio da inferência e interpretação, conforme a Figura 5.

Figura 5: Fases das análises de conteúdo



Fonte: Os autores, 2020

4. METODOLOGIA

4.1 Análise do Conteúdo nos LDs

Os LDs que foram escolhidos para nossa análise, foram adotados por duas escolas públicas do Distrito Federal, Centro Educacional Asa Norte – CEAN e Centro de Ensino Médio 1 do Riacho Fundo – CEM 1 Riacho Fundo, no último PNLD (Tabela 1). Como cada um de nós fez ESEB em uma dessas escolas, tivemos contato prévio com os livros dessas instituições de ensino. Portanto, levando em conta as informações presentes na literatura de Ensino de Botânica e nosso conhecimento sobre o conteúdo de Fisiologia Vegetal, decidimos analisar, nessas obras, os hormônios vegetais.

Tabela 1: Informações sobre os LDs escolhidos para a pesquisa

Nome, volume e edição	Autor(es)	Editadora	Escola
Biologia, v. 2. Os seres vivos. 3ª Ed.	Vívian L. Mendonça	AJS	Centro de Educacional Asa Norte - CEAN
BIO, v. 2. 3ª Ed.	Sônia Lopes e Sérgio Rosso	Saraiva	Centro de Ensino Médio 1 do Riacho Fundo - CEM 1 Riacho Fundo

Fonte: Os autores, 2020

Inicialmente, utilizamos uma adaptação da técnica de análise de conteúdo, proposta por Bardin (2011). Essa técnica consistiu na leitura dos textos nos capítulos de Fisiologia Vegetal em fases: Pré-leitura, leitura e separação de trechos de interesse.

Figura 6: Fases da análise de conteúdo nos capítulos de Fisiologia Vegetal baseadas em Bardin (2011)

Pré-Leitura	Leitura	Separação de trechos de interesse
<ul style="list-style-type: none"> • Leitura rápida • Conhecer o objeto de pesquisa: Capítulo de Fisiologia Vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar trechos sobre fitormônios • Leitura densa por todo o capítulo de Fisiologia Vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> • Separação de parágrafos sobre fitormônios • Separação de quadros, figuras e tabelas sobre fitormônios

Fonte: os Autores, 2020

Na pré-leitura, fizemos observações gerais nos textos, nas figuras e anexos presentes. Nessa fase, efetuamos uma leitura rápida, sem aprofundamento no conteúdo em si, apenas para conhecer o objeto da pesquisa. Na segunda fase, buscamos identificar os trechos de interesse, ou seja, as frações nos textos que continham informações sobre os fitormônios. Para isso, realizamos várias leituras do capítulo de Fisiologia Vegetal nos dois LDs. Em seguida, fizemos a separação dos parágrafos, figuras ou anexos sobre hormônios vegetais.

Após realizarmos essas três fases de leitura do conteúdo, analisamos os trechos separados baseado nos critérios de (Vasconcelos e Souto, 2003), estabelecidos na Tabela 2.

Tabela 2: Critérios para análise do conteúdo de hormônios vegetais nos LDs baseados em Vasconcelos e Souto (2003)

Critérios	Descrição
Conteúdo teórico	Erros, simplificação e ausência de conteúdo.
Contextualização	Aplicação do conteúdo na realidade do aluno por meio de exemplos.
Recursos Visuais	Complementaridade das figuras com os textos e qualidade das ilustrações, veracidade de informações.
Exercícios propostos	Classificação (do autor ou de vestibulares) e possibilidade de resolução usando o conteúdo do capítulo.

Fonte: os Autores, 2020

O primeiro critério, foi em relação ao conteúdo teórico. Para identificar possíveis erros e simplificações no tema, comparamos os trechos selecionados na etapa anterior com informações presentes nos livros usados em cursos de Ensino Superior Fisiologia Vegetal, 1ª edição de Kerbauy e Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal de Taiz e Zeiger, 6ª edição.

Em relação a possíveis lacunas no conteúdo, traçamos um padrão de excelência em que todas as classes de hormônios deveriam ser demonstradas e suas respectivas funções explicadas, ao menos de forma sucinta. Deste modo, comparamos o conteúdo de fitormônios dos dois LDs a este padrão. Isso porque, o Currículo em Movimento da Educação Básica para o Ensino Médio (2014, p. 52), somente cita o conteúdo de metabolismo e hormônios vegetais para o 2º ano do EM, sem especificar quais hormônios devem ser abordados e nem o grau de aprofundamento nesse conteúdo.

Na contextualização, buscamos trechos ao longo do texto, imagens, quadros ou qualquer referência do conteúdo nos LDs que fizessem correlações com o cotidiano do aluno, como exemplos de processos relacionados a hormônios na agricultura, para alimentação humana, ou fenômenos relacionados a plantas que são amplamente conhecidos pela população em geral.

Em recursos visuais, observamos as figuras dos capítulos de Fisiologia Vegetal dos LDs, que ilustravam exemplos de processos ligados aos hormônios vegetais. Procuramos a correlação desses recursos com os textos sobre os fitormônios e analisamos a qualidade gráfica das ilustrações. Buscamos avaliar alguns parâmetros indicados por Vasconcelos e Souto (2003), como a nitidez das imagens e veracidade das informações que a figura passa ao leitor.

A análise dos exercícios propostos, incluiu questões teóricas que apareciam ao longo de todo o capítulo. Os exercícios foram avaliados a respeito de sua autoria, ou seja, se foram formulados pelos autores dos LDs ou se vieram de questões de vestibulares e provas afins. A outra avaliação que fizemos nesses exercícios, teve o intuito de descobrir se eles poderiam ser resolvidos somente com o conteúdo teórico presente nos próprios LDs para saber se o aluno teria condições de responder às questões por conta própria, somente lendo o capítulo.

Por se tratar de LDs para professores, também fizemos uma análise do Manual do Professor ao final do livro. Para encontrar nossos objetos de análise nos manuais, procuramos as indicações feitas ao longo do capítulo de Fisiologia Vegetal. Essas indicações levam o leitor a buscar um conteúdo complementar no Manual do Professor. Quando esse conteúdo se relacionou com nosso tema, fizemos uma leitura e posteriormente, sua análise.

Fizemos uma busca nos LDs de trechos de interesse, relacionados com hormônios vegetais, que não estivessem nos capítulos-alvo da nossa pesquisa. Buscamos textos, imagens e qualquer tipo de conteúdo ligado a esse assunto.

Nos LDs em PDF, usamos a ferramenta de busca do *software* Adobe Acrobat Reader DC. Digitamos palavras-chave selecionadas de acordo com sua possível correlação com hormônios vegetais (HV). Foram escolhidas palavras-chave relacionadas a alguns conceitos gerais ligados aos hormônios vegetais presentes nos livros Fisiologia Vegetal, 1ª edição de Kerbauy e Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal de Taiz e Zeiger, 6ª edição. Por fim, filtramos as palavras-chave encontradas dos livros de Ensino Superior de acordo com o conteúdo presente nos capítulos de Fisiologia

Vegetal dos LDs, evitando palavras que indicassem assuntos não abordados no Ensino Médio.

As palavras-chave escolhidas durante a pesquisa estão presentes nas tabelas 3 e 4, em resultados. Marcamos os trechos de interesse que foram encontrados a partir dessa busca e analisamos com o método de Vasconcelos e Souto (2003), que usamos nos capítulos de Fisiologia Vegetal.

4.2 Confeção de Infográficos

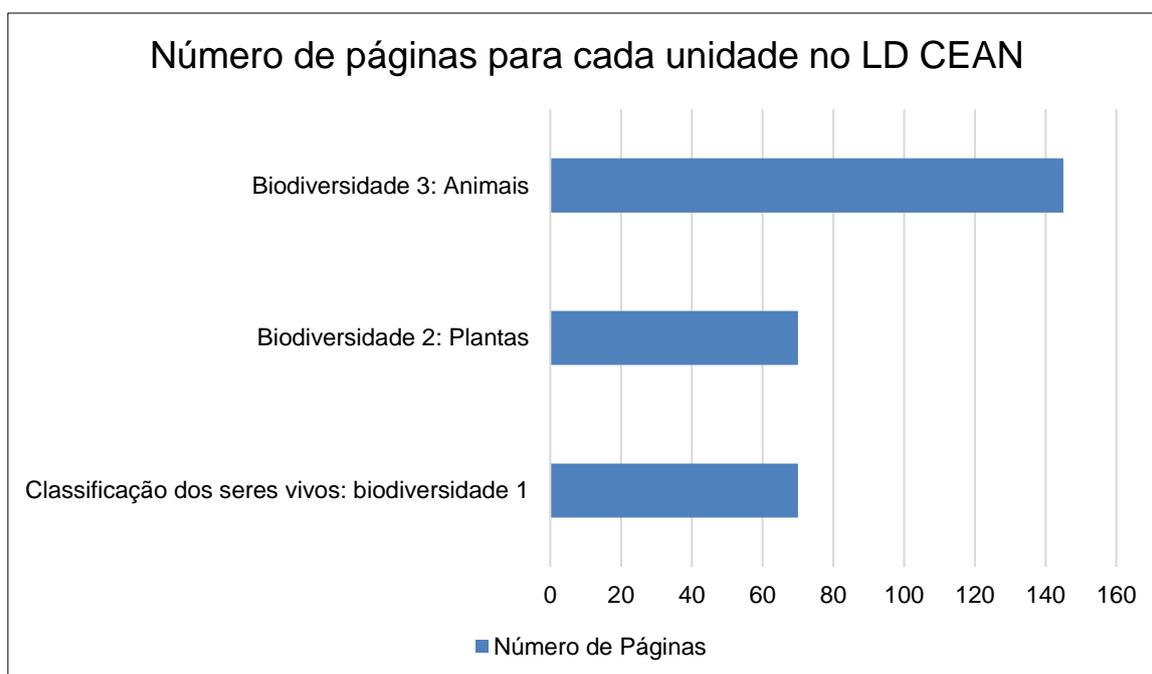
Usamos a plataforma Canva para confeccionar três infográficos sobre como o professor pode complementar o LD. Para garantir a qualidade visual e de informações nos infográficos, nos baseamos no método de caracterização de infográficos de Silveira (2010). O resumo dos critérios dessa caracterização está no Anexo A. Os critérios indicados no Anexo A são: Independência, especificidade, integridade, usabilidade, estética e conteúdo. Adaptamos a rigorosidade dessa análise, em favor do nosso conteúdo, uma vez que o método de Silveira (2010), é focado em infográficos para o jornalismo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise de Conteúdo do LD utilizado no CEAN

Quando observamos o sumário do livro do CEAN, o que nos chamou a atenção foi a quantidade de páginas dedicadas a cada unidade que pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 7: Gráfico de barras ilustrando a quantidade de páginas para cada unidade no LD CEAN



Fonte: os Autores, 2020

A primeira, “Classificação dos seres vivos: biodiversidade 1” tinha 70 páginas, enquanto a unidade 2 “Biodiversidade 2: Plantas”, tinha 70 e a terceira, “Biodiversidade 3: Animais”, fechava o conteúdo principal do LD com 145 páginas. Isso contribui para confirmação de uma das questões levantada por Hershey (2002), de que, o estudo das plantas, apesar de sempre ter sido essencial para a humanidade, continua sendo negligenciado dentro das ciências, especificamente na biologia. Com base nisso, devemos desconstruir a crença de que o conteúdo de botânica dado no ensino básico é extenso.

Na unidade sobre plantas (que não incluiu algas e fungos, então não contemplou toda a botânica), o capítulo de Fisiologia das Fanerógamas, contabilizou apenas 13 páginas para todo um conteúdo que, durante o Ensino Superior em Ciências Biológicas, dura ao menos um semestre inteiro de aulas e é uma das disciplinas mais densas de toda a graduação. Ficamos ainda mais surpresos, quando percebemos que, para o nosso foco de estudo, que são os fitormônios, restaram pouco mais de uma página de explicações.

Fitormônios são responsáveis por inúmeros processos que ocorrem nas plantas e, inclusive, a descoberta dessas substâncias proporcionou avanços inestimáveis para a Botânica, por conferir o entendimento de mecanismos de diferenciação celular, que hoje, permite ao homem a cultura de células e tecidos *in vitro*, importante ferramenta usada na agricultura, auxiliando na produção e fornecimento de alimento em larga escala por todo o mundo (Torres et al. 1998 apud Melo, 2002). A partir disso, notamos porquê é essencial dar maior ênfase ao estudo dos fitormônios nos LDs do Ensino Médio.

5.1.2 Análise do Conteúdo Teórico

Hormônios são substâncias que transmitem informações, produzidos em uma célula, e que influenciam processos fisiológicos de outras células. Eles possuem proteínas receptoras que são ligadas a mecanismos para transmissão de sinais químicos (Taiz e Zeiger, 2017). Os fitormônios, não muito diferente dos hormônios animais, não atuam isolados, mas sim em conjunto ou em oposição um ao outro (Davies, 1995). Isso posto, no capítulo de Fisiologia Vegetal do LD adotado pelo CEAN, percebemos uma lacuna de correlações entre os fitormônios, deixando ao leitor o entendimento de que essas substâncias atuam individualmente, em determinadas funções nas plantas.

A substância mais citada no capítulo foi a auxina que, na verdade, é uma classe de hormônios com vários tipos de fitormônios, com o ácido 3-indolacético (AIA) sendo o mais estudado, por participar de muitos processos fisiológicos nas plantas (Davies, 1995). O LD não deixa claro que os nomes auxina, citocinina, giberelina, etileno e ácido abscísico (ABA) são de classes de hormônios e não dos hormônios em si, e que

dentro dessas classes, existem várias dessas substâncias químicas, agindo ativamente e regulando diversos mecanismos nas plantas. Além disso, somente as classes citadas acima estão exemplificadas no capítulo, havendo outras como brassinosteroides, jasmonatos, ácido salicílico e estrigolactonas, sendo essas também muito importantes para as plantas, principalmente no desenvolvimento vegetal (Kerbaudy, 2004; Taiz e Zeiger, 2017).

Outro problema no conteúdo teórico foi a maneira superficial de explicar os diversos papéis em que os hormônios atuam. Apesar de o LD indicar alguns exemplos dessas funções para as classes de fitormônios que eles descreveram, percebemos que estes foram vagos, uma vez que o LD apresenta apenas um pequeno quadro com exemplos de algumas funções exercidas pelos hormônios, com exceção das auxinas, que são tratadas como o foco principal do capítulo.

A citocinina, que é uma das classes de hormônios vegetais com mais funções na planta, tem efeitos em muitos processos fisiológicos, além dos três que foram citados no LD. São eles: senescência foliar, dominância apical, formação e a atividade dos meristemas apicais, desenvolvimento gametofítico, promoção da atividade de dreno, o desenvolvimento vascular e a quebra da dormência da gema, entre outros (Taiz e Zeiger, 2017).

De acordo com Taiz e Zeiger (2017), tropismos são respostas de crescimento direcional em relação aos estímulos ambientais causados pelo crescimento assimétrico do eixo da planta (caule ou raiz). Os tropismos podem ser positivos (crescimento direcionado para o estímulo) ou negativos (crescimento para longe do estímulo). O capítulo de Fisiologia das Fanerógamas no LD CEAN, usou os tropismos como exemplos práticos de como os hormônios atuam nas plantas, como o fototropismo, geotropismo, nastismos e tigmotropismo. Uma observação interessante é que, de acordo com Kerbaudy (2004), a palavra geotropismo deixou de ser usada e foi substituída por gravitropismo. Isso mostra que o LD CEAN usou a palavra em sua forma mais antiga, desatualizada.

O LD não deixou claro ao leitor se os dois últimos processos de movimento das plantas seriam influenciados por algum fitormônio, deixando ao leitor a ideia que as auxinas seriam responsáveis também, por esses processos. Porém, de acordo com Kerbaudy (2004), o tigmotropismo pode estar relacionado a ação de fitormônios ainda não conhecidos, enquanto alguns tipos específicos de nastismos estão ligados a outros tipos de fitormônios, como o etileno.

5.1.3 Análise da Contextualização

Geralmente, no Ensino de Botânica, o conteúdo é extremamente teórico e descontextualizado (Towata, Ursi, Santos, 2010). Por conta disso, em contextualização, buscamos identificar elementos nos capítulos que fizessem algum tipo de correlação do conteúdo teórico com a realidade em que os alunos estão inseridos. Essa abordagem inclui, além dos textos, figuras, atividades complementares e qualquer outro conteúdo relevante para este assunto.

A falta de interesse pelos conteúdos de Botânica nas aulas de Biologia, está associada à abordagem inteiramente teórica no ensino das plantas, que muitas vezes, está distante da realidade dos estudantes (Kinoshita et al., 2006). Quando o aluno é capaz de fazer conexões da teoria trabalhada em sala de aula com o ambiente a sua volta, ele amplia sua reflexão sobre os fenômenos que acontecem na natureza e isso pode ajudá-lo a compreender melhor o conteúdo.

As únicas contextualizações que pudemos observar neste texto foram de processos como o tigmotropismo e nastismos. Esses processos, são mais comuns de serem visualizados na natureza, em relação a outros exemplos dados neste capítulo. De acordo com Kerbauy (2004), o tigmotropismo diz respeito ao crescimento da planta, orientado pelo contato. Ocorre, por exemplo em gavinhas de chuchu e outras cucurbitáceas e videiras. No caso da gavinha, o lado tocado para de crescer e o lado oposto continua crescendo, fazendo com que a gavinha se enrole em torno do suporte tocado (Kerbauy, 2004).

No tópico que trata a respeito dos nastismos, a autora do LD CEAN começa com duas perguntas, que podem ajudar na contextualização do aluno: “Você já ouviu falar de algumas flores que só se abrem ao anoitecer? E de outras cujas pétalas se abrem quando são iluminadas?”. A partir dessas perguntas o aluno tem mais liberdade para participar do processo de ensino-aprendizagem, respondendo de acordo com sua vivência pessoal, e o desinteresse pelo conteúdo tende a diminuir (Kinoshita et al., 2006).

No LD adotado pelo CEAN, o tigmotropismo da gavinha e os nastismos de uma planta carnívora e da dormideira são exemplificados com fotografias que serão analisadas no tópico “Recursos Visuais”.

Também analisamos algumas atividades que auxiliaram na contextualização, além de acrescentar informação à parte do conteúdo teórico. Na página 139 do LD CEAN, um exercício de leitura sobre a dominância apical e o texto exemplificam a prática da poda e explicam como o corte da região apical das plantas diminui a concentração de auxina, fazendo a planta reduzir o seu crescimento nessa região. Ademais, no texto, é citado que a citocinina atua em ramos podados multiplicando células das gemas laterais, auxiliando no crescimento dos galhos laterais.

A outra atividade de leitura que traz uma excelente contextualização diz respeito à aplicação de hormônios vegetais na agricultura, na página 140 do LD CEAN. Nesse texto, a autora explica o papel da auxina no processo de hipertrofia do ovário da flor, que causa a formação do fruto, além da aplicação desse hormônio na agricultura para a formação de frutos sem sementes, dando o exemplo da banana. Ademais, há uma explicação do processo de amadurecimento de frutos que estão próximos uns aos outros, por conta do gás etileno que é liberado pelos mais maduros. Também é possível contextualizar a respeito da duração dos frutos que são deixados na geladeira, pois o texto afirma que baixas temperaturas diminuem a liberação do etileno e, para exemplificar, o LD CEAN traz duas imagens pequenas (ver “Recursos Visuais”).

Com o auxílio das imagens, essas atividades trazem uma boa forma de contextualização, pois o professor pode fazer uma relação com os vegetais que os alunos têm contato no dia-a-dia e isso auxilia a ensinar como os hormônios das plantas atuam na prática.

Segundo Ursi et al. (2018), as plantas estão entre os organismos mais ameaçados pela humanidade que cresce indefinidamente, explorando de forma pouco racional os recursos vegetais. Nesse sentido, uma contextualização do conteúdo, deve levar em conta, aspectos que mostrem ao aluno, a necessidade de não somente preservar as plantas de interesse econômico, mas também aquelas de valor ecológico imensurável para a sobrevivência dos ecossistemas terrestres.

5.1.4 Análise dos Recursos Visuais

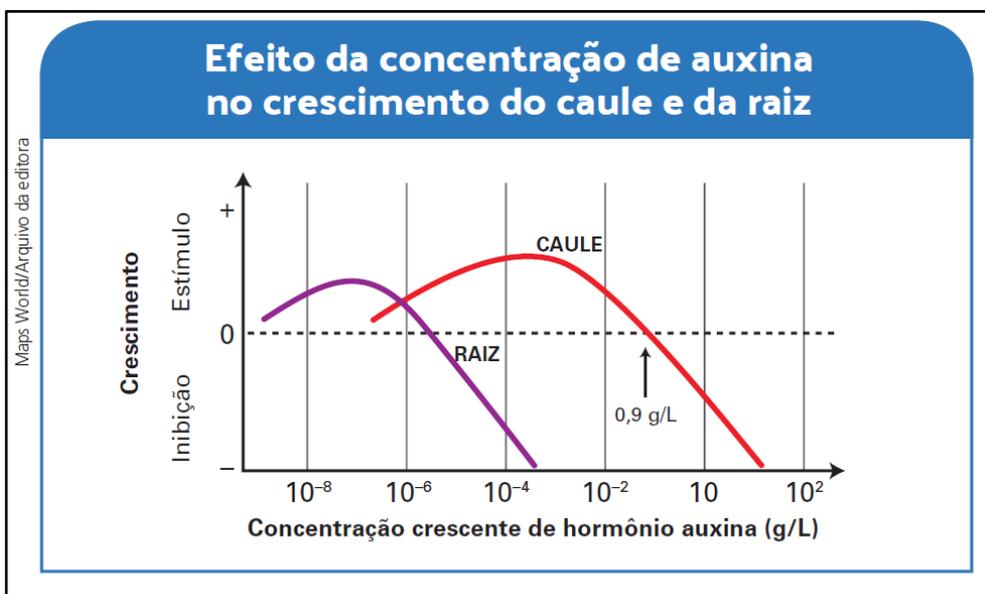
A analisamos as figuras relacionadas com os fitormônios e seus processos fisiológicos nas plantas em relação a complementaridade com os textos, qualidade visual e veracidade das informações.

A Figura 8 foi um gráfico sobre o efeito da concentração de auxina no caule e raiz, ela exemplifica bem o texto presente no capítulo, e os dois complementam um ao outro.

A concentração de auxina nas raízes deve ser menor do que nas partes aéreas. Portanto, o crescimento da raiz é fortemente inibido pela auxina em concentrações maiores, que causam alongamento em caules e em coleótilos. Esta inibição do crescimento pode estar ligada ao estímulo na síntese de etileno, pelas altas concentrações de auxinas (Kerbaudy, 2004; Taiz; Zeiger, 2017).

A qualidade da Figura 6 estava excelente e as informações foram comparadas com gráficos semelhantes no livro Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal de Taiz e Zeiger (2017), portanto, concluímos que as informações no gráfico eram verídicas, apesar de simplificadas para o Ensino Médio.

Figura 8: Gráfico sobre o efeito da concentração de auxina no crescimento do caule e da raiz



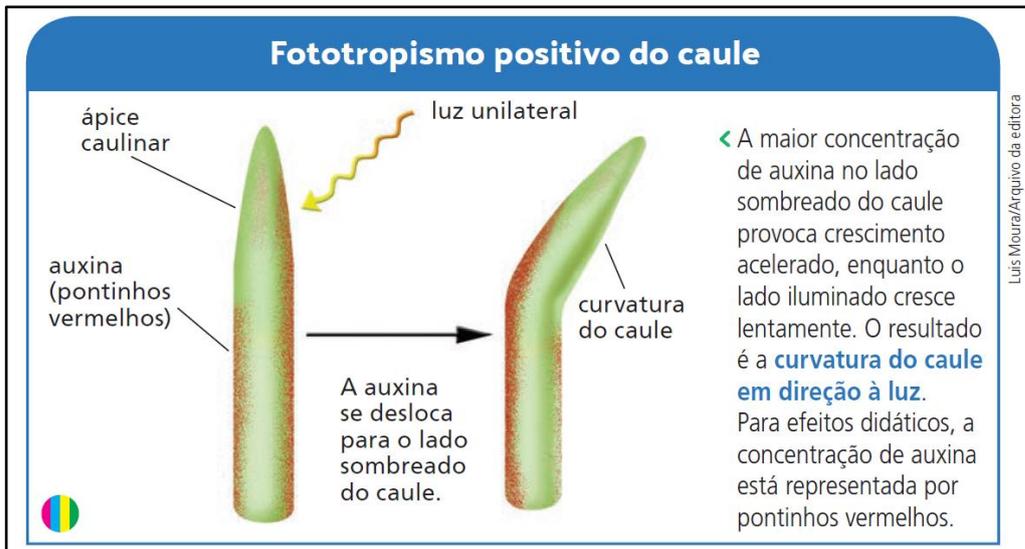
Fonte: Biologia, v. 2. Os seres vivos. 3ª Ed.

As ilustrações nas figuras 9 e 10, estão bem simplificadas e dependem bastante do texto para o completo entendimento da situação. Mostrar uma planta inteira e indicar o ápice caulinar nela poderia ajudar a compreender todo o processo do fototropismo e gravitropismo de maneira mais completa. Os textos dentro das figuras explicam os processos sucintamente, e seriam suficientes caso os textos no capítulo em si descrevesse esse processo por completo, o que não ocorreu. Nesse caso, o professor poderia ter que recorrer a outros materiais para deixar o conteúdo completo.

De maneira geral, o fototropismo pode ser explicado como o movimento da planta em direção a luz. No exemplo mais comum, quando a luz é percebida no ápice de um coleóptilo, um tipo de auxina (AIA), migra do topo dessa estrutura para a região subapical, causando o crescimento dessa região e o “dobramento” da planta em direção a fonte luminosa. Esse mecanismo é importante para o sucesso do processo de fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2017). O geotropismo ou gravitropismo é a resposta de crescimento na qual a planta se orienta em relação a gravidade terrestre. As raízes orientam-se em direção à gravidade, permitindo a fixação da planta no solo e facilitando a absorção de água e sais minerais. A parte aérea cresce em direção contrária à gravidade, facilitando a captura de energia solar, importante para a fotossíntese e controle de outros processos de desenvolvimento (Kerbaui, 2004).

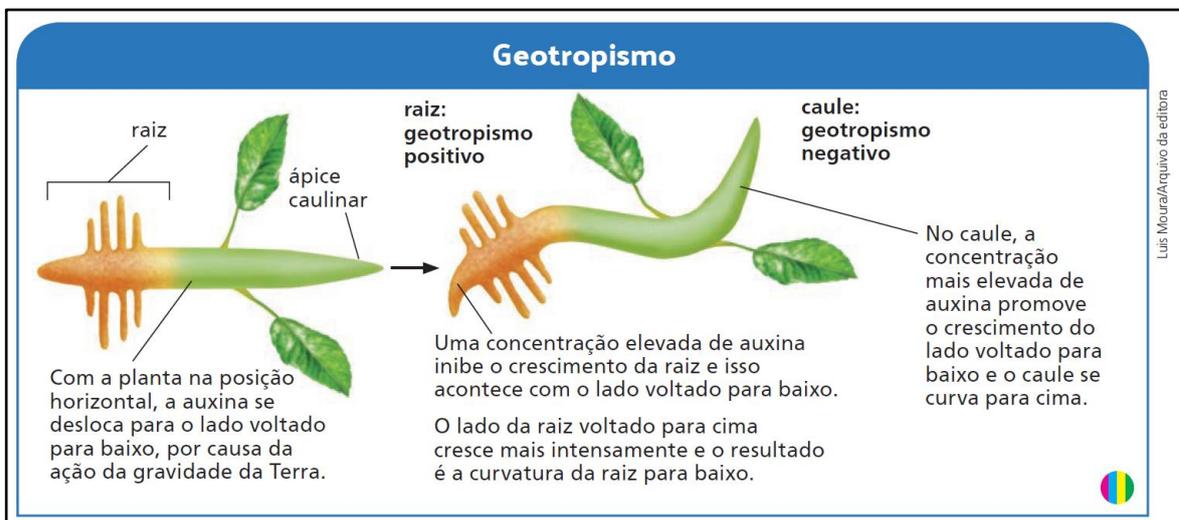
A qualidade das imagens é boa, tanto no LD em PDF, quanto no físico. Ademais, em relação a veracidade das informações, a única questão observada é que as figuras exemplificam uma região da planta com desenhos e não com fotos reais, o que poderia atrapalhar a percepção da realidade do aluno, porém não consideramos um grande problema, se o professor fizer uma correlação com uma planta verdadeiras.

Figura 9: Esquema ilustrando o fototropismo positivo do caule



Fonte: Biologia, v. 2. Os seres vivos. 3ª Ed.

Figura 10: Esquema ilustrando o geotropismo na raiz



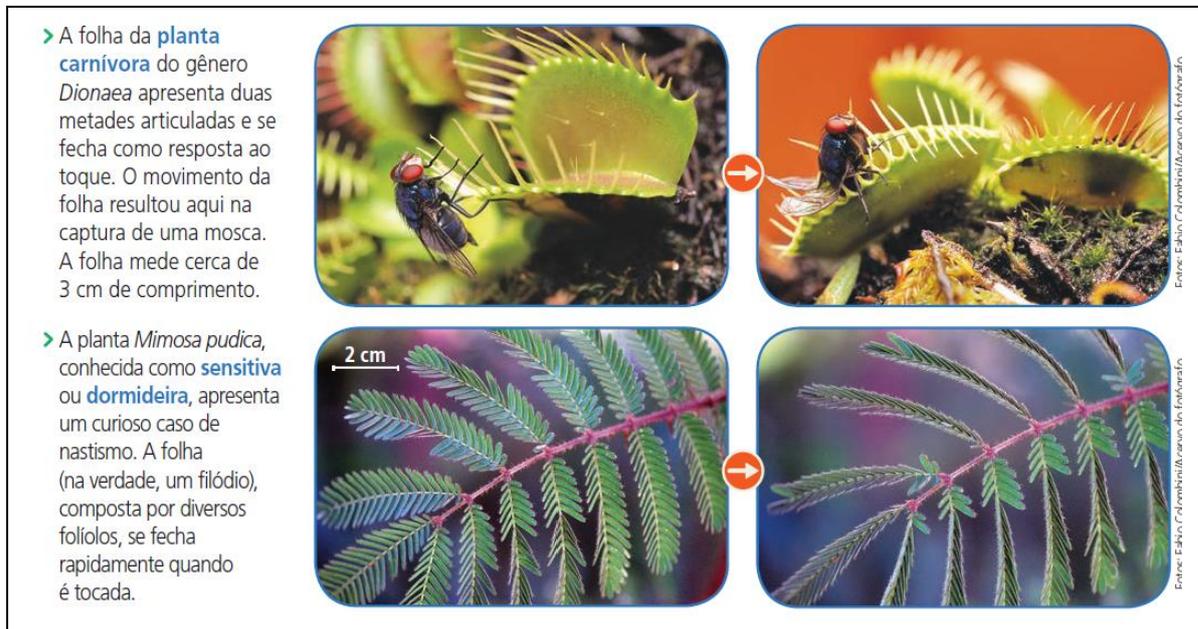
Fonte: Biologia, v. 2. Os seres vivos. 3ª Ed.

A fotografia é considerada um instrumento com enorme valor pedagógico e de grande importância para diversas áreas de ensino. Ela pode colaborar ativamente no processo de descobertas científicas e tecnológicas. Ademais, a fotografia nos permite visualizar a natureza e seus fenômenos por meio de uma espécie de olho sintético que nos confere informações imparciais e verídicas (Borges et al. 2010; Spencer, 1980 apud Santos, 2014).

As outras figuras que foram encontradas são fotografias de plantas ou plantas com animais, que exemplificam alguns dos processos fisiológicos hormonais citados

no capítulo. Todas possuíam alguma legenda e explicação ao longo do texto, com boa correlação e clareza de informações. Elas eram fotos de qualidade excelente e considerando que são imagens reais, classificamos todas como verídicas. Abaixo temos dois exemplos dessas fotografias com suas legendas nas Figuras 11 e 12.

Figura 11: Fotografias com exemplos de nastismos



Fonte: Biologia, v. 2. Os seres vivos. 3ª Ed

Figura 12: Fotografia de bananas ensacadas como exemplo do processo de amadurecimento causado por etileno



Fonte: Biologia, v. 2. Os seres vivos. 3ª Ed

5.1.5 Análise de Exercícios Propostos

De acordo com Clement (2004), em geral, no Ensino de Ciências, uma boa parte da carga horária das aulas costuma ser dedicada para resolução de exercícios. Isso ocorre nos sistemas educacionais de diversos países, inclusive no Brasil. Neste tópico, buscamos analisar os exercícios propostos no capítulo de Fisiologia Vegetal, a respeito dos hormônios vegetais, em relação a classificação do autor ou de vestibulares e possibilidade de resolução usando o conteúdo do capítulo (Apêndice A).

Ainda segundo Clement (2004), os alunos não costumam atingir um bom desempenho nos exercícios propostos quando eles são realizados de forma tradicional, por exemplo, fazendo diversas questões de vestibulares e do LD, sem nenhuma diversificação dinâmica no método de resolução dessas questões. Essa situação pode piorar, caso o aluno não consiga encontrar, no LD que usa na escola, apoio dos textos e figuras para resolver as questões. Felizmente, nossa análise encontrou que somente um dos exercícios ficaria com a resposta incompleta, caso o aluno optasse por responder usando apenas o livro. O restante das questões, que eram a maioria do próprio LD, sendo somente duas de vestibulares, poderiam ser bem resolvidas usando o conteúdo do capítulo (Apêndice A).

5.1.6 Análise do Manual do Professor

O Manual do Professor é apresentado no final do LD como um material de apoio ao trabalho do docente, que traz elementos que permitem aprofundar nos conceitos, sugestões e comentários, a respeito das situações de aprendizagem que são propostas ao longo do LD (Mendonça, 2016). Duas páginas do manual são dedicadas ao capítulo de Fisiologia das Fanerógamas e duas atividades complementares a respeito dos hormônios são indicadas ao professor. A autora explica que essas atividades devem ser planejadas com antecedência, pois os resultados não são instantâneos.

A primeira atividade está na página 133 do Manual e é sobre a influência da gravidade da terra no crescimento da raiz (Anexo B). Basicamente, é um experimento em que o aluno dispõe sementes em diferentes posições em um papel toalha, para verificar o local e sentido da radícula na germinação. Nessa atividade, espera-se que o aluno perceba que a radícula cresce em direção ao chão, independentemente da posição do hilo (do feijão, por exemplo). O manual explica que os alunos podem formar hipóteses a respeito das causas desse fenômeno e que a partir disso, o docente pode fazer uma inferência a respeito da influência de concentração de auxina na raiz das plantas por essa atividade. Sendo assim, esse exercício prático pode ajudar o professor a exemplificar um dos processos fisiológicos causado por uma das classes de hormônios nas plantas, auxiliando ainda, na contextualização do conteúdo.

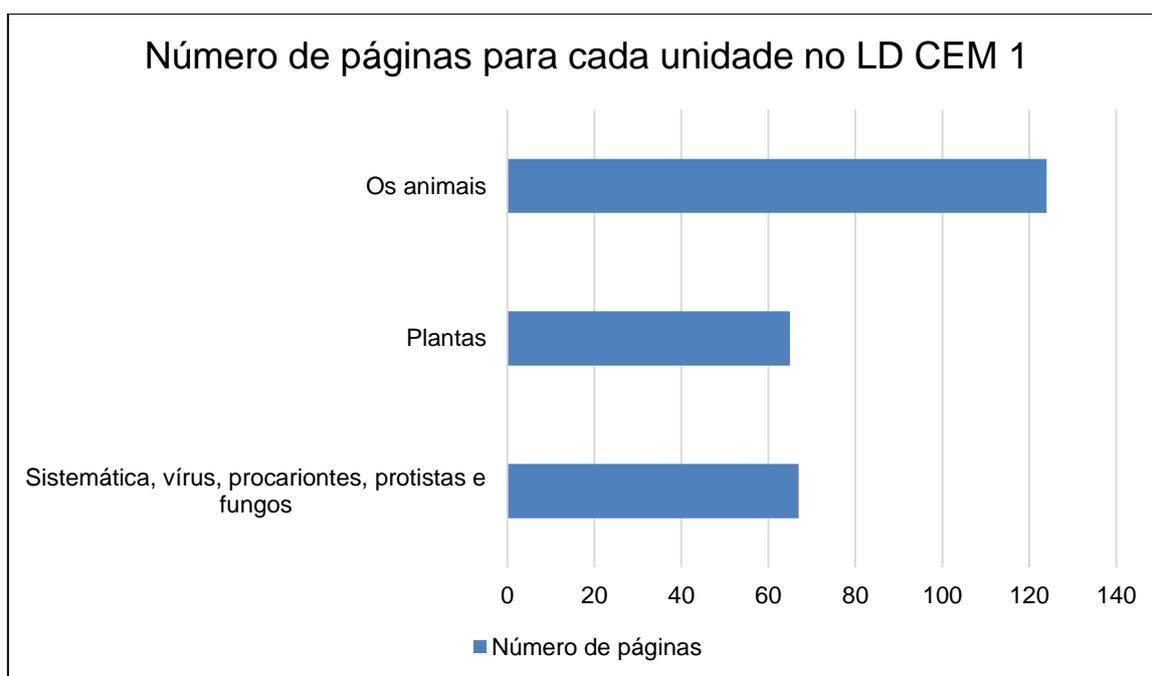
A segunda atividade proposta foi apenas uma complementação do exercício de leitura na página 140 sobre aplicações de hormônios vegetais na agricultura. A pergunta: “A variedade laranja-da-baía, também conhecida como laranja-de-umbigo, é um fruto partenocárpico. Explique como é a formação do fruto e pesquise como ocorre a propagação desta planta, já que não se formam sementes”, tem uma resposta curta no capítulo, sem citar nenhum hormônio: “O ovário da flor se desenvolve no fruto, sem a formação de sementes. O cultivo é feito principalmente por enxertia”. Já no manual, existe uma complementação da resposta, que o professor pode usar para dar mais profundidade ao conteúdo: “Na variedade laranja-da-baía, os ovários da flor apresentam elevada concentração de auxina e os frutos se desenvolvem sem a necessidade de fecundação, semelhante ao que ocorre nas bananeiras. O cultivo da laranja-da-baía ou laranja-de-umbigo é feito principalmente por enxertia. O enxerto consiste, resumidamente, em colocar uma gema de uma planta no “porta-enxerto”, que é a planta-matriz. Surge então a copa da nova planta.”

A atividade e a complementação de resposta, indicadas no manual, podem auxiliar o professor a aprimorar o ensino sobre os fitormônios, porém, acreditamos que esse conteúdo extra é insuficiente para o docente contextualizar as informações de maneira eficaz. Por isso, seria necessário que ele buscasse mais materiais, como exercícios práticos e outros, fora do LD utilizado pelo CEAN.

5.2 Análise de Conteúdo do LD utilizado no CEM 1

No LD utilizado no CEM 1, o primeiro fato que chamou a atenção foi o número de páginas dedicado a cada assunto.

Figura 13: Gráfico de barras ilustrando a quantidade de páginas para cada unidade no LD CEM 1



Fonte: os Autores, 2020

Na primeira unidade, “Sistemática, vírus, procariontes, protistas e fungos”, há 67 páginas dedicadas. Na segunda unidade, “Plantas”, vemos a dedicação de 65 páginas para o assunto. Enquanto isto, na terceira e última unidade, “Os animais”, vemos 124 páginas tratando o tema. Ou seja, o assunto de animais tem praticamente a mesma dedicação que todo o resto da Biologia. Ressalte-se, no entanto, que o Livro Didático trata de fungos e algas como sendo separada da Botânica. Percebe-se de cara então, o que foi dito por Menezes et al. (2009), quando relataram que seriam reduzidos tanto o tempo como o esforço no ensino de Botânica. Ademais, aponta também para o dito por Katon et al. (2013), quando afirmaram que existe uma enorme dificuldade em alterar a visão das pessoas de que as plantas são inferiores aos animais, ou seja, em outras palavras, o zoo chauvinismo.

Observando o assunto de Fisiologia Vegetal, foi examinado que haviam somente 12 páginas tratando do assunto. No próprio título do capítulo pode-se observar de que trataria somente superficialmente o assunto, visto que o título é “Fisiologia das Angiospermas”. Ou seja, sequer há referência às outras classificações de plantas no título do capítulo (Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas). Conforme citado no Referencial Teórico, a matéria de Fisiologia Vegetal deve abordar Botânica Paliçada, hormônios vegetais, metabolismos vegetais e fitoterápicos. Foi observado no Livro Didático do CEM 1 os seguintes assuntos: Introdução, Transpiração, Absorção, Condução da seiva do xilema, Condução da seiva do floema, Fotossíntese, Respiração, Hormônios Vegetais, Auxinas, Outros fitormônios, Efeitos da luz sobre o desenvolvimento da planta, Luz e germinação das sementes: fotoblastismo, Luz e estiolamento, Luz e floração: fotoperiodismo.

Precocemente foi possível perceber a falta de empenho com o qual o assunto é ensinado nas escolas. Conforme Gonçalves et al. (2007) relataram, este tema realmente é colocado ao final da unidade de “Plantas” no livro didático, apesar de todo o potencial da criação de conexões com o cotidiano dos alunos, se ministrado de forma correta. Novamente se nota uma “coisificação” das plantas e uma falta de empatia nesta área, segundo relatado por Junqueira (2012).

Chegando então ao assunto de Hormônios Vegetais em si, foi observada a dedicação de 3 páginas somente, sendo separado em “Auxinas” e “Outros fitormônios”. Somente na separação do conteúdo já é possível refletir a pequena importância dada a este tema no Livro Didático. Gonçalves (2007) já havia advertido em seu trabalho que testes demonstram um baixo conhecimento neste assunto.

5.2.1 Análise do Conteúdo Teórico

No LD utilizado no CEM 1 foi observado uma total falta de correlação entre os fitormônios, não houve sequer a citação de outros hormônios nos parágrafos que discursavam sobre as auxinas, que foram as mais citadas. Os outros fitormônios, tais como citosinas, giberilinas e etileno, ganharam no máximo uma citação de duas linhas. O aluno fica sem qualquer noção de que eles trabalham entre si, com as interferências

que cada um aplica no outro. Novamente, não houve citações que revelassem que os nomes se tratam de classes de hormônios.

Em resumo, tudo foi tratado de forma superficial e rápida, o que explica a generalizada falta de conhecimento nesta área, observada por Gonçalves et al. (2007). Foi revelado no capítulo de Fisiologia Vegetal somente alguns dos efeitos de cada classe de fitormônio e onde ele é produzido. O aluno fica sem saber exatamente como cada um atua, as relações entre eles e o que afeta cada um deles, tais como sensibilidades e mecanismos de controle. Não há citação acerca de regulação de níveis hormonais nas plantas. Classes de fitormônios como brassinosteroides, jasmonatos, ácido salicílico e estrigolactonas também sequer foram citados neste LD.

Confirmando a superficialidade com que foi tratado este assunto, as citocinas, hormônios de também muita importância para as plantas, ganhou apenas uma citação dentro de uma figura de três linhas. O livro didático trouxe a informação de que elas seriam produzidas somente nas raízes, quando se sabe que são produzidas em tecidos de alta atividade meristemática, tais como folhas jovens, sementes e frutos (Taiz e Zeiger, 2017). Como função, citou-se somente que elas induzem o desenvolvimento de gemas laterais e retardam o envelhecimento da planta, além de estimular a divisão e diferenciação celular. Não foi citado que este hormônio, junto às auxinas, interage no controle da dominância apical. Não houve menção aos outros hormônios também quando descreveu as citocinas, sendo que o crescimento das plantas e de seus ramos são regulados por uma complexa interação de hormônios (Taiz e Zeiger, 2017).

Neste livro didático, também se observou termos desatualizados, tais como geotropismo ao invés de gravitropismo, apesar de informar que gravitropismo também é utilizado (Kerbaudy, 2004). Reações como tactismo e nastismos foram citadas também de forma vaga, com poucas linhas.

O fitormônio etileno teve uma menção de duas linhas somente, onde foi dito que ele é um gás e atua no amadurecimento de frutos e na abscisão foliar. Não é explicado como ele é formado, de que forma ele atua ou os outros efeitos que está envolvido nas plantas, tais como germinação e florescimento (Kerbaudy, 2004).

É possível compreender os estudos citados por Gonçalves et al. (2007), os quais apontaram que 25,2% dos alunos envolvidos em uma pesquisa assinalaram hormônios de animais, como testosterona e insulina, como sendo hormônios vegetais.

Restou evidente que a superficialidade tratada neste assunto prejudica o conhecimento em Botânica.

5.2.2 Análise da Contextualização

O que se observou no LD utilizado no CEM 01, foi uma contextualização bastante superficial confirmando o observado por Towata, Ursi e Santos (2010), que relataram uma baixa contextualização na área de Botânica. A utilização de figuras neste capítulo se deu apenas por meio de gráficos e ilustrações, tendo apenas uma fotografia de plantas.

Houve uma contextualização que trouxeram para os alunos, nos processos de tropismo, tactismo e nastismo. Nestes processos foi citado o movimento das plantas em resposta a estímulos como o toque. Como exemplo de nastismo foi apontado para o fechamento das folhas da planta, *Dionaea muscipula*, a planta carnívora como é comumente conhecida. Também foi citada as plantas “dormideiras”, como a *Mimosa pudica*.

A segunda contextualização apresentada foi a utilização do famoso “agente laranja” na Guerra do Vietnã. Este exemplo foi levantado como “Um triste exemplo de conhecimento biológico mal utilizado”. No entanto, a contextualização foi mal feita, pois levantou somente o fato de que este agente era utilizado para o desfolhamento das árvores, sem citar diretamente como isso ocorria ou quais os hormônios que era utilizados para este fim.

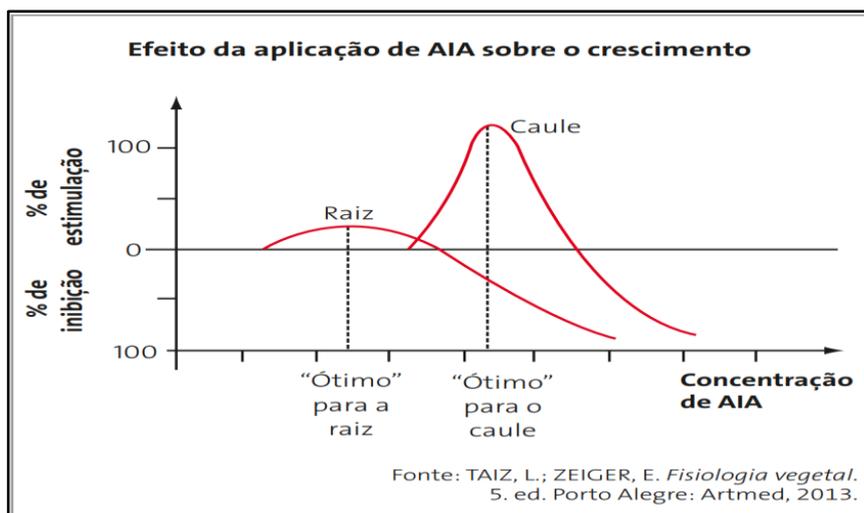
Em todo o capítulo de hormônio vegetal neste LD, estas foram as únicas contextualizações que ocorreram. Verificou-se uma enorme falta de contextualização para os alunos em relação a este tópico. Junior (2014), havia alertado que uma falta de contextualização e interdisciplinaridade tornam as aulas chatas e maçantes, o que pode distanciar os estudantes da matéria.

5.2.3 Análise dos Recursos Visuais

Em relação aos recursos visuais do capítulo de hormônios vegetais do LD do CEM 1, observou-se que foi um artifício pouco explorado. Trouxeram somente três imagens e uma tabela. Fato este que corrobora o relatado por Silva e Ghilardi-Lopes(2014), quando afirmaram que o ensino de Botânica, onde está incluído o tópico de Fisiologia Vegetal, geralmente é mais centrado na aquisição de vocabulários, grafias, regras e descrições. Ou seja, faltam outros tipos de recursos.

A primeira figura apresentada, Figura 14 assim como no LD do CEAN, apresenta o efeito das auxinas sobre o crescimento do caule e da raiz da planta. Trata-se de uma boa representação visual do que o parágrafo de auxinas havia explicado logo acima desta figura, de forma que se trata de uma figura complementar e explicativa que ajuda aos alunos compreenderem o que foi apresentado.

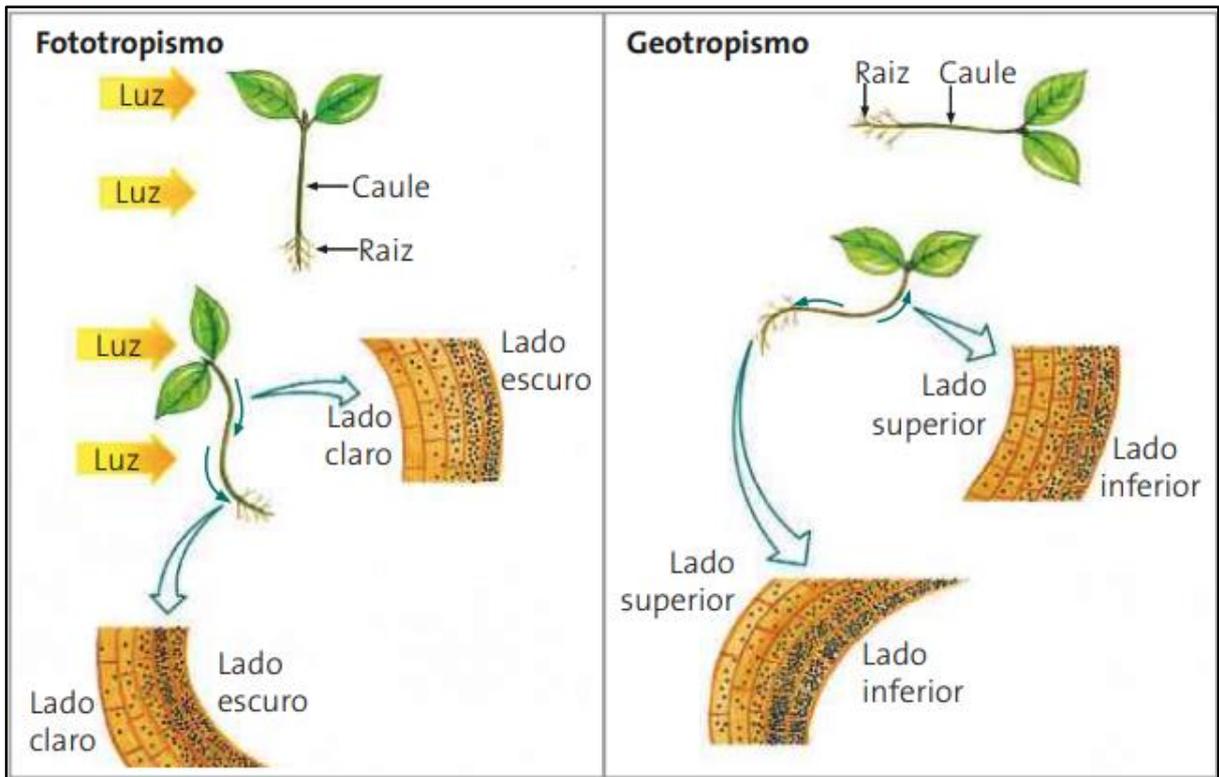
Figura 14: Efeito da aplicação de AIA sobre o crescimento



Fonte: BIO, v. 2. 3ª Ed.

A segunda apresentada, Figura 15, também complementa bem o texto que a antecedeu, a saber, os tropismos. Apesar de trazer o nome desatualizado de geotropismo, essa figura é simples e demonstra bem o conteúdo de tropismo, de forma que fica claro para quem está lendo o que está acontecendo. É possível observar, por meio dos pontilhados de cor preta, a forma em que as auxinas atuam sobre a planta em resposta a estímulos como a luz e a gravidade.

Figura 15: Esquemas de Fototropismo e Geotropismo



Fonte: BIO, v. 2. 3ª Ed.

A terceira figura (Figura 13) é a única que traz uma imagem real de planta, ao abordar novamente o assunto de tropismos. A imagem traz o fechamento de folíolos quando tocados como um exemplo de nastismo. Apesar de trazer um pouco de contextualização, fica claro que os autores deixaram de explorar este recurso, visto que o tópico também abordou plantas carnívoras. Foi observado no LD utilizado pelo CEAN, uma maior utilização destes artifícios.

Figura 16: Exemplo de tropismo

 **Colocando em foco**

TROPISMO, TACTISMO E NASTISMO

Os tropismos são **movimentos orientados** por estímulos, e esses movimentos ocorrem em função do crescimento das células. Já comentamos a respeito do estímulo da luz, que causa o fototropismo, e do estímulo da força da gravidade, que causa o geotropismo. Esses movimentos não causam deslocamento da planta.

Os **tactismos** são deslocamentos orientados como respostas a estímulos do meio, caso do deslocamento de euglenas em direção à luz de intensidade adequada ou da fuga delas em intensidade luminosa excessiva.

Os **nastismos** são movimentos não orientados que ocorrem como respostas a estímulos, independentemente de sua direção. Um exemplo de nastismo é o processo de fechamento das folhas da planta carnívora *Dionaea muscipula*. Outro exemplo ocorre nas chamadas “plantas sensitivas”, ou “dormideiras”, como a *Mimosa pudica* (Fig. 8.16).

Figura 8.16. Fotografia de folhas da planta sensitiva (*Mimosa pudica*). Na imagem, percebe-se o fechamento dos folíolos quando tocados, um exemplo de nastismo. Essa planta mede cerca de 1 m de altura. >



Fabio Colombini

Fonte: BIO, v. 2. 3ª Ed.

Por fim, o último recurso visual lançado mão neste capítulo foi uma tabela na qual os autores inseriram alguns fitormônios, de forma bastante sumarizada (Figura 17). Em poucas linhas os hormônios vegetais Giberelinas, Citocininas, Etileno, Ácido Abscísico são apresentados, de forma incompleta. Havia o potencial e explorar melhor esses fitormônios, com mais exemplos, relacionando-os entre si, e contextualizando melhor cada um.

Figura 17: Tabela com alguns outros fitormônios, além das auxinas

7.2. Outros fitormônios

O quadro a seguir (Fig. 8.17) resume os efeitos e os locais de produção de outros hormônios vegetais.

Hormônio	Local de produção e efeito
Giberelinas	Produzidas em meristemas, folhas jovens, sementes imaturas e frutos. Estimulam o alongamento e a divisão celular. Promovem alongamento caulinar, germinação de sementes, crescimento de folhas, produção de flores e frutos (também induzem a partenocarpia).
Citocininas	Produzidas nas raízes e conduzidas para toda a planta. Estimulam a divisão e a diferenciação celular, a diferenciação e o crescimento das raízes; induzem o desenvolvimento de gemas laterais e retardam o envelhecimento da planta.
Etileno	Gás produzido em várias partes das plantas. Atua na indução do amadurecimento de frutos e promove a abscisão foliar.
Ácido abscísico (ABA)	Produzido nas folhas, no caule e no ápice radicular. Inibe o crescimento das plantas, induzindo a dormência de gemas e de sementes. Induz o fechamento dos estômatos.

 **Figura 8.17.** Quadro apresentando alguns hormônios vegetais e seus efeitos nas plantas.

Fonte: BIO, v. 2. 3ª Ed.

Assim sendo, o observado foi que, apesar de boa qualidade das imagens, havia potencial de ser melhor explorado estes recursos. Apesar de não haver erros claros nas explicações ou nas imagens em si, houve sim informações incompletas e resumidas. Foi lançado mão somente de uma fotografia de planta em si, com o restante sendo apresentado em tabelas ou imagens.

No entanto, as imagens eram claras e simples e realmente facilitam o entendimento do assunto que estava sendo abordado. De forma clara auxiliam a assimilação do conteúdo.

5.2.4 Análise dos Exercícios Propostos

No LD utilizado pelo CEM 1 foi encontrado somente um exercício sobre o assunto de fitormônios. Exercício este que foi retirado do vestibular da UFJF-MG, sendo uma questão na qual o aluno deveria marcar a opção correta entre cinco alternativas. Apesar do exercício possuir uma resposta completa e correta, não havendo erros, ele não pode ser resolvido utilizando-se somente do material teórico apresentado no LD, pois para entender todas as opções, seria necessário que o aluno entendesse as relações entre os hormônios vegetais, e como foi relatado, na parte teórica os autores não apresentaram essas relações e cobrem os hormônios, que não auxinas, de forma superficial para que se tenha uma razoável noção sobre os efeitos de cada um.

5.2.5 Análise do Manual do Professor

Na parte do LD destinada ao docente, há apenas uma atividade sugerida ao professor, experimento este que não consta no conteúdo de hormônios vegetais, de forma que se o professor não o fizer o aluno não ficaria sabendo da existência da atividade. Trata-se da verificação do efeito do gás etileno nas frutas e em suas maturações. O professor deveria providenciar três frutos carnosos ainda “verdes”, ou seja, imaturos, sendo que um ficaria exposto às condições do ambiente, outro ficaria em uma geladeira e o terceiro seria embrulhado em folhas de jornal. Após alguns dias

os frutos seriam verificados para que fosse observado o estado de maturação de cada um. A atividade sugere que os próprios alunos realizem tal experimento em casa.

Há ainda a sugestão de que o professor, juntamente a um professor de História, discuta a utilização do agente laranja na Guerra do Vietnam por parte das forças americanas. Essa sugestão é válida, pois contextualiza a matéria historicamente.

Novamente foi observado que atividade e a complementação de resposta, indicadas no manual, podem auxiliar o professor a aprimorar o ensino sobre os fitormônios. No entanto, novamente ficou constatado que esse conteúdo extra é insuficiente para o docente contextualizar as informações de maneira eficaz. Por isso, seria necessário que ele buscasse mais materiais, como exercícios práticos e outras atividades, fora do LD utilizado no CEM 1.

5.3 Análise das Palavras-Chave dos LDs

Para esta análise foi investigado nos LDs tópicos, imagens ou atividades propostas que tivessem correlação com hormônios vegetais (HV), a fim de analisar todo o conteúdo por completo. Nosso foco, entretanto, foram os capítulos de Fisiologia das Fanerógamas (LD CEAN) e Fisiologia das Angiospermas (LD CEM 1).

Nas tabelas 3 e 4 estão os resultados da pesquisa de palavras-chave ao longo dos LDs, com exceção dos capítulos que priorizamos. Percebemos que quase todas as palavras-chave encontradas não faziam correlações com o assunto de HV. No LD do CEAN, apenas as palavras “tropismos” e “auxinas” tiveram correlações que estavam presentes no Manual do Professor no final do livro, como uma explicação complementar do conteúdo ao docente. No LD do CEM 1, foi observado que somente as palavras “auxinas” e “etileno” foram encontradas fora do capítulo de Fisiologia Vegetal e que tinham alguma correlação com HV. No entanto, elas também somente foram encontradas ao final do livro como sendo um auxílio para ao docente.

Tabela 3: Palavras-chave relacionadas com hormônios vegetais do LD CEAN. O número (N°) de palavras-chave contabilizadas são referentes apenas às encontradas ao longo dos LDs, com exceção do capítulo de Fisiologia das Fanerógamas. HV (Hormônio Vegetal)

Palavras-chave escolhidas	Palavras encontradas (LD CEAN)	Correlações com HV	Página do livro que contém a correlação
Fisiologia vegetal	3	0	-----
Fisiologia das fanerógamas	5	0	-----
Hormônio vegetal	1	0	-----
Fitormônio	0	0	-----
Crescimento de plantas	1	0	-----
Desenvolvimento de plantas	0	0	-----
Germinação de sementes	3	0	-----
Crescimento do caule	0	0	-----
Transmissão de sinal	0	0	-----
Tropismos	13	1	350
Auxinas	4	2	350
Giberelinas	0	0	-----
Citocininas	0	0	-----
Etileno	0	0	-----
Ácido abscísico	0	0	-----

Fonte: os Autores, 2020

Tabela 4: Palavras-chave relacionadas com hormônios vegetais do LD CEM 1. O número (Nº) de palavras-chave contabilizadas são referentes apenas às encontradas ao longo dos LDs, com exceção do capítulo de Fisiologia das Angiospermas. HV (Hormônio Vegetal)

Palavras-chave escolhidas	Palavras encontradas (LD CEM 1)	Correlações com HV	Página do livro que contém a correlação
Fisiologia vegetal	2	0	-----
Fisiologia das fanerógamas	0	0	-----
Hormônio vegetal	2	0	-----
Fitormônio	0	0	-----
Crescimento de plantas	0	0	-----
Desenvolvimento de plantas	0	0	-----
Germinação de sementes	1	0	-----
Crescimento do caule	1	0	-----
Transmissão de sinal	0	0	-----
Tropismos	0	0	-----
Auxinas	3	3	347
Giberelinas	0	0	-----
Citocininas	0	0	-----
Etileno	1	1	346
Ácido abscísico	0	0	-----

Fonte: os Autores, 2020

5.4 Infográficos

Segundo Neto e Fracalanza (2003), geralmente, os docentes usam o LD, junto a outros materiais didáticos, porém, na pesquisa apresentada pelos autores, um dos grupos de professores entrevistados ainda utilizava bastante o LD para diversas atividades em sala de aula: leitura de textos, exercícios, atividades complementares, entre outros.

Aconselhamos aos docentes das escolas públicas que usam LDs, a procura de material extra, fora do LD da própria escola, e, pensando nas dificuldades que nós, como professores, já tivemos ao procurar esses materiais, fizemos infográficos, com o objetivo de auxiliar os profissionais da educação a complementar o conteúdo de

Fisiologia Vegetal nos LDs. Os infográficos podem ser visualizados nos apêndices B, C e D.

De acordo com Risch (2008), infográficos são usados para auxiliar na transmissão de informações de forma mais dinâmica, utilizando representações visuais. Esse material tem como objetivo principal, mostrar informações e dados explorando a capacidade de percepção visual do leitor, para que este possa não só interpretar e compreender as informações dadas, mas também deduzir novas informações (Freitas et al., 2000).

Nossos modelos são simplistas e didáticos, pois de acordo com Risch (2008), os infográficos mais simples resultam em melhor compreensão do conteúdo por parte do leitor. Ademais, apenas quisemos dar exemplos de como esses folhetos informativos poderiam ser criados para nossa finalidade. Os infográficos que criamos, e os exemplos de sites e outros links que sugerimos neles, podem ser alterados, adaptados e/ou complementados. Eles foram criados após uma leitura dos métodos de caracterização de infográficos propostos por Silveira (2010).

O infográfico A, possui textos informativos, junto com links para acesso aos materiais didáticos indicados. O B, possui somente os links, para uma leitura mais rápida e dinâmica. No infográfico C, colocamos apenas os textos com dicas sobre como complementar o conteúdo do LD. Todos eles possuem figuras junto aos textos para indicar e ilustrar os assuntos abordados em cada tópico.

Para mais informações, deixamos um link para o *Instagram* do GepBot (Grupo de Pesquisa em Ensino de Botânica da Universidade de Brasília) onde estarão disponíveis todos os infográficos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Livros Didáticos servem de base tanto para os alunos quanto para os professores na assimilação e transmissão de conteúdo, de forma que é indispensável que eles sejam atualizados e complementados a medida do que for necessário. Apesar de não se tratar do único material que pode ser usado nas salas de aula, eles continuam sendo uma ferramenta essencial a muitos docentes, principalmente em locais onde o acesso a outros recursos, como a tecnologia, ainda é restrito.

Neste trabalho de conclusão de curso, analisamos dois destes livros, utilizados no Ensino Público Médio no Distrito Federal. Nosso foco foi o conteúdo de hormônios vegetais destes livros, assunto que é abordado no Segundo Ano do Ensino Médio, para investigar deficiências, recursos visuais, contemporaneidade, contextualização e as atividades propostas.

Primeiramente, neste estudo, foi observado a desatenção com a qual é tratado o assunto de Botânica, ao comparar a quantidade de espaço no livro dedicada à Botânica em relação a outros conteúdos abordados. Em ambos os livros, observamos muitas páginas dedicadas a Biodiversidade de Animais, aproximadamente o dobro. Dentro do conteúdo de Botânica, o conteúdo de Fisiologia Vegetal foi tratado nos finais de seus respectivos capítulos, de forma superficial e com poucas páginas dedicadas a esse tema. Ademais, o conteúdo de hormônios vegetais, dentro de Fisiologia Vegetal, foi abordado superficialmente, com no máximo três páginas dedicadas a ele.

O próprio nome dos capítulos de Fisiologia Vegetal demonstra sua superficialidade, no LD utilizado no CEAN se chama “Fisiologia das Fanerógamas”, enquanto no LD utilizado no CEM 1 o capítulo é chamado de “Fisiologia das Angiospermas”. Os outros subgrupos Plantae, os quais possuem a mesma importância, sequer são mencionados.

Apesar de não encontrarmos muitos erros conceituais nos assuntos abordados nos LDs, observamos desatualização em alguns termos em ambos os livros. Nos dois casos, as auxinas foram os fitormônios mais citados, com pouquíssimo espaço dedicado aos restantes hormônios vegetais. Não houve citações às interações entre os fitormônios, ou como cada um influencia o outro.

Quanto à contextualização, notamos que é uma área que precisa ser desenvolvida. Trazer à realidade dos alunos a matéria é importante, ainda mais

quando se trata de um assunto no qual, em sua maior parte, é abstrato. O que se viu foi um foco maior nos tropismos das plantas, ou seja, nos movimentos coordenados por hormônios. Há a necessidade de trazer o assunto para a realidade do aluno, com mais citações aos efeitos que cada fitormônio traz às plantas.

Uma forma de melhor contextualizar o conteúdo é por meio de figuras e imagens. Observamos que o LD utilizado no CEAN utilizou esse recurso de uma forma mais ampla que o LD utilizado no CEM 1, ao trazer um bom número de figuras com legendas adequadas para o entendimento das mesmas. Em ambos os casos, no geral, as figuras estavam expostas de forma clara e de fácil compreensão.

Em relação aos exercícios apresentados nos LDs, consideramos que eles estão em baixa quantidade. No LD usado no CEM 1 há somente um exercício que trata do assunto de fitormônios. É impossível abordar todo este tema em somente um exercício. Ainda, a única atividade, não pode ser completamente resolvida utilizando-se somente o conteúdo exposto no livro. No LD utilizado no CEAN há mais exercícios, e com exceção de um, podem ser resolvidos com o material apresentado no livro. É necessário que haja maior número de exercícios nestes livros e que se adequem melhor ao que é exibido nos textos ao longo do capítulo.

Outro fator que trouxe preocupação foi o Manual do Professor, onde são propostas poucas atividades complementares. Novamente, observamos uma superficialidade e poucas propostas para o professor. Enquanto no Ensino Superior, na matéria de Fisiologia Vegetal tínhamos uma atividade prática por semana, o que auxilia de forma adequada a assimilação do conteúdo, se vê pouca ênfase nisso para o Ensino Médio. Seria interessante aumentar a quantidade de atividades complementares nos livros, visto que, como já citado, se trata de assunto abstrato e de difícil entendimento para os alunos.

Portanto, conforme já especulado no Referencial Teórico, observamos que há pouca importância dada ao assunto de hormônios vegetais, em contraste com sua importância fisiológica para as plantas. Isto não foi observado somente neste tema, mas na Botânica como um todo, o que nos leva a pensar que pode se tratar de um problema não somente nestes livros didáticos, mas também em outros, utilizados como suporte ao ensino público no Distrito Federal.

A falta de contextualizações, atividades complementares e outros recursos, conferem ao processo de ensino-aprendizagem de Botânica, especificamente, a Fisiologia Vegetal, déficits, que ajudam a confirmar a crença de que esse conteúdo é

maçante e cansativo, pois se apoia no aprendizado com memorizações. Ou seja, ainda se encontra longe da realidade dos alunos. Sugerimos que os autores destes livros didáticos proponham mais atividades práticas, introduzam mais imagens e contextualizem mais o assunto, para que os discentes consigam entender a importância deste conteúdo para o dia a dia e se interessarem mais pela matéria.

Pensando na dificuldade que os docentes podem ter em encontrar materiais complementares ao livro didático da própria escola, o uso de nossos infográficos pode transmitir informações sobre esses materiais de maneira mais clara, objetiva e simplista, para alcançar o maior número de profissionais da Educação. Eles podem ser usados, não só para a área da Botânica, mas para o ensino de Ciências em geral, em projetos futuros, podendo auxiliar diversos professores a encontrar conteúdo extra para fomentar suas aulas.

A pandemia do COVID-19, que atingiu o mundo este ano, trouxe algumas limitações ao nosso trabalho. Fazer entrevistas com professores de Biologia e com alunos sobre este tema, para se ter um ponto de vista mais completo sobre os problemas dos LDs, podem ajudar a complementar pesquisas futuras. Além disso, analisar mais livros didáticos de outras escolas, tendo assim uma visão mais completa deste cenário no Distrito Federal, pode trazer maior embasamento para a nossa hipótese de que o conteúdo de hormônios vegetais é negligenciado nos LDs. Assim, os professores e pesquisadores da área de Educação, podem encontrar maneiras para solucionar os problemas aqui discutidos.

7. REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BORGES, M. D; ARANHA, J.M; SABINO, J. A fotografia de natureza como instrumento para educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 149-161, 2010.

BRASIL. CURRÍCULO EM MOVIMENTO DA EDUCAÇÃO BÁSICA, Ensino Médio. Brasília. 2014. Disponível em: <<http://www.sinprodf.org.br/wp-content/uploads/2014/03/5-ensino-medio.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2016

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. “**mas para que te serve saber Botânica?**” *Estudos Avançados* vol.30 (87): 177-196, ago. 2016.

CAMARA, R. H. **Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações**. *Gerai, Rev. Interinst. Psicol.* [online]. 2013, vol.6, n.2, pp. 179-191

CARDOSO-SILVA, C. B.; OLIVEIRA, A. C. Como os livros didáticos de biologia abordam as diferentes formas de estimar a biodiversidade? **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 1, p. 169-180. 2013.

CLEMENT, L. **Resolução de Problemas e o Ensino de Procedimentos e Atitudes em Aulas de Física**. Santa Maria/RS: UFSM, 2004. Dissertação (Mestrado).

DAVIES, P. J. **Plant hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology**. 2. Ed. New York: Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1995. P. 833.

FIGUEIREDO, J. A. **O Ensino de Botânica em uma abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade**: propostas de atividades didáticas para o estudo das flores nos cursos de ciências biológicas. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas, Belo Horizonte, 2009.

FREITAS, H.; JANISSEK, R.; LUCIANO, E. M.; OLIVEIRA, M. Projeto para concepção, desenvolvimento, implantação e avaliação de aplicações de comércio eletrônico: incubadora de empresas e de experiências virtuais. **VII Congresso de Administração**, Rio de Janeiro, p.1-12, nov. 2000.

GONÇALVES, Regia. *et al.* **Hormônios Vegetais e Germinação**: uma abordagem para o Ensino Médio baseada em conhecimentos prévios. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 576-578, jul. 2007.

CARVALHO, A, M. P.; PÉREZ, D. Gil. **Formação de professores de ciências**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

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.

JÚNIOR, M. L. A. **Fisiologia Vegetal e a recontextualização do conteúdo**: da graduação aos livros escolares. 2014. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2014.

JUNQUEIRA, N. E. G. **Ensino De Fisiologia Vegetal**: elaboração de material didático com enfoque prático direcionado a alunos e professores do Ensino Médio. 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUC Minas, Belo Horizonte, 2012.

KATON, G. F.; TOWATA, N.; SAITO, L. C.; **A Cegueira Botânica e o Uso de Estratégias para o Ensino de Botânica**, BOTÂNICA NO INVERNO, Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, p. 179-182, São Paulo, 2013.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1. ed. São Paulo: Guanabara, 2004.

KINOSHITA, L. S; TORRES, R. B; TAMAHIRO, J. Y; FORNI-MARTINS, E.R. **A Botânica no Ensino Básico**: relatos de uma experiência transformadora. São Carlos, SP: Rima, 2006. P. 162.

LAJOLO, Marisa. **Livro didático**: um (quase) manual de usuário. Revista Em Aberto. Brasília, ano 16, n. 69, p. 2-9, jan./mar. 1996.

MACEDO, E. A Imagem Da Ciência: Folheando Um Livro Didático. **Educação e Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 86, p. 103-129, 2004.

MACEDO, M.; KATON, G. F.; TOWATA, N. **Concepções de professores de Biologia do Ensino Médio sobre o ensino-aprendizagem de Botânica.** In: ANAIS DO IV EIBIEC. 2012, p.387-401.

MELO, E. A.; ABRUE, F. F.; ANDRADE, A. B. **A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios.** Scientia Plena, Sergipe, v. 8, n. 10, pp. 1- 12, out, 2012.

MENDONÇA, V. L. **Biologia: Os seres vivos.** 3. Ed. São Paulo: AJS, 2016

MENEZES, L. C. et. al. **Iniciativas para o aprendizado de Botânica no Ensino Médio.** In: XI Encontro de Iniciação à Docência. João Pessoa: 2009. p. 1-5.

NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física. **Revista Ciência & Ensino**, Brasília, v. 1, n.1. 2006.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 147-157. 2003.

PATATT, K.; ARAUJO, M. C. PR. **Abordagens De Atividades Experimentais De Botânica Nos Livros Didáticos Do Ensino Médio E Sua Importância No Ensino E Aprendizagem De Biologia**, EREBIO SUL, 14 p. Santo Ângelo, 2013.

PEREIRA, R. P. W.; MONTEIRO, M. B. O.; ABREU, H. S. Os Fitormônios na Formação da Madeira. **Floresta e Ambiente - FLORAM**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 40-47. 2004.

RISCH, J. S. On the role of metaphor in information visualization. **arXiv preprint arXiv:0809.0884**, 2008. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/0809.0884>>. Acesso em: 21 Out. 2020.

SALES, A. K. D; **Análise do Conteúdo de Botânica nos Livros Didáticos do Ensino Médio**. 2019. 98 f. Monografia (Curso de Especialização em Ensino em Biociências e Saúde) -Instituto Oswaldo Cruz – FIORUZ, Rio de Janeiro, 2019.

SARTIN, R. D.; MESQUITA, C. B.; SILVA, E. C.; FONSECA, F. S. R. Análise do conteúdo de Botânica no Livro Didático e a formação de professores. In: IV ENEBIO e II EREBIO da Regional 4. **Anais eletrônicos...** Goiânia: 18 a 21 de setembro de 2012. p. 1-9.

SILVA, E. A.; AUTH, M. A.; A Contextualização e a Interdisciplinaridade no desenvolvimento de uma Sequência Didática no Ensino Médio. **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017. p. 1-8.

SILVA, J. N.; GUILHARDI-LOPES, N. P. Botânica no Ensino Fundamental: diagnósticos de dificuldades no ensino e da percepção e representação da biodiversidade vegetal por estudantes de escolas da região metropolitana de São Paulo. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 02, p. 115-136, 2014.

SILVA, R. M.; TRIVELATO, S. L. F. Os livros didáticos de biologia do século XX. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2, 2003, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos, SP, 2003.

SILVEIRA, L. H. Y. **Modelo de caracterização de infográficos**: uma proposta para análise e aplicação jornalística. 2010. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) -Escola de comunicações e artes da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2010.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TOWATA, N.; URSI, S.; SANTOS, D. Y. A. C. Análise da percepção dos licenciandos sobre o "ensino de botânica da educação básica". **Revista da Associação Brasileira de Ensino de Biologia - SBenBio**, Rio de Janeiro, v.3, p.1603-12, 2010.

URSI, S.; BARBOSA, P. P.; SANO, P. T.; BERCHEZ, F. A. S. Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 32 n. 94. 2018.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 19, n. 1. 2003.

APÊNDICE A - TABELA DE CLASSIFICAÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS EXERCÍCIOS PROPOSTOS NO CAPÍTULO DE FISILOGIA DAS FANERÓGAMAS (LD CEAN)

Página, número do exercício	Classificação	Pergunta	Resposta do LD	Pode ser resolvido com conteúdo do LD?
139, 2	Vestibular	(Fuvest-SP) Em ruas e avenidas arborizadas, periodicamente as companhias distribuidoras de eletricidade realizam cortes da parte superior das árvores que estão em contato com os fios elétricos de alta tensão. As podas são necessárias para se evitar problemas que podem ocorrer em dias chuvosos e de fortes ventos. b. Que mecanismo explica o resultado obtido com o corte da região apical?	b. Quebra da dominância apical, pois a retirada do ápice caulinar causa redução da concentração de auxina, que inibe o desenvolvimento das gemas laterais.	Sim, a partir do texto na página 139
140, 3	LD	b. Um cacho de bananas foi dividido na metade: uma parte foi colocada dentro de um saco plástico e a segunda ficou exposta ao ar. Em qual das duas situações as bananas amadurecerão mais rapidamente? Por quê?	b. Dentro do saco plástico, onde a concentração de gás etileno, emitido pelos frutos, se torna maior, pois não escapa livremente para o ar. O gás etileno é um hormônio vegetal que estimula o amadurecimento de frutos.	Sim, a partir do texto na página 140
141, 5	LD	5. Durante o inverno rigoroso de algumas regiões do planeta, diversas plantas perdem suas folhas e as sementes permanecem dormentes, sem germinar. Relacione essa situação ao hormônio vegetal envolvido e justifique.	5. O hormônio ácido abscísico estimula a perda de folhas e a dormência de sementes.	Não totalmente, pois a informação na página 136 está incompleta.
141, 8	LD	8. O gráfico esboçado na página seguinte representa a quantidade do hormônio vegetal auxina (AIA) necessária para promover o crescimento de caule e raiz, em uma determinada espécie. De acordo com o gráfico, o que aconteceria ao caule e à raiz se fossem expostos à concentração 2x de auxina?	8. O caule cresceria, enquanto a raiz teria seu crescimento inibido.	Sim, a partir do texto e do gráfico na página 134
142, 10	Vestibular	10. (Fuvest-SP – mod.) Um pesquisador dividiu um lote de plantas jovens em 4 grupos, dos quais três receberam os tratamentos indicados a seguir e o quarto foi usado como controle. As plantas foram iluminadas unilateralmente. Quais plantas se curvam em direção à fonte de luz, tal como os controles? Justifique a resposta.	10. Somente as plantas do grupo I, cujo ápice caulinar estava exposto à luz. Nessa região do caule é produzida auxina.	Sim, a partir do texto nas páginas 134 e 135

Fonte: Adaptado de Biologia. v. 2. Os seres vivos, 3ª Ed.

APÊNDICE B – INFOGRÁFICO A

PROJETO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS

COMPLEMENTANDO O LIVRO DIDÁTICO

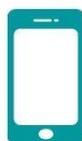


OUTROS LDS

Procurar conteúdo além do LD usado na sua escola, pode ajudar a complementar informações e a aplicar atividades complementares práticas para a elucidação da fisiologia vegetal. Site com lista de LDS de Biologia: <https://www.somatematica.com.br/livrosdidaticos/?niv=M&dis=12>

TECNOLOGIA

A internet, permite ao professor, usar sites e aplicativos que ajudam a deixar o conteúdo mais claro e divertido. Exemplo de aplicativo sobre Botânica/Fisiologia vegetal: Fisiologia das plantas (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.do_apps.catalog_803)



JOGOS E QUIZES

O uso de ferramentas lúdicas, como jogos, possibilita que os alunos aprendam de forma fácil e dinâmica. Exemplos de jogos podem ser encontrados em: <http://fisiovegetalufsc.blogspot.com/2013/11/jogo-da-relacoes-fisio-vegetal.html> e <https://minasfazciencia.com.br/infantil/2018/08/21/conheca-o-game-que-estimula-o-interesse-em-botanica/>. Aplicativo para testes e quizzes: <https://kahoot.com/>

SAÍDAS DE CAMPO

Você pode levar a turma para um passeio pela área verde mais próxima e fazer um experimento de transpiração, ou mostrar uma planta jovem e explicar a relação das auxinas com o tropismo nas raízes e folhas, assim, os alunos podem relacionar melhor os processos estudados na teoria com os organismos vivos.



AULAS PRÁTICAS

As aulas práticas auxiliam o professor a retomar um assunto já abordado, servindo de fixação do conteúdo, de forma que se tornam uma estratégia de auxílio ao processo de ensino. Exemplo de experimentos podem ser encontrados nos LDS ou em sites: <https://ensinopraticodebotanica.furg.br/fisiologia.html>

EXPANDINDO O CONHECIMENTO

Quando o assunto é Fisiologia Vegetal, certamente, há maior dificuldade de encontrar material complementar, para ser utilizado em sala de aula, mas, buscar novas ferramentas didáticas, pode te ajudar a alcançar maior número de alunos, pois cada ser humano tem uma forma diferente de aprender.

ACESSE O INSTAGRAM DO GRUPO DE PESQUISA EM ENSINO DE BOTÂNICA PARA MAIS INFORMAÇÕES

<https://instagram.com/gepbot?igshid=7wpcmkooos>



APÊNDICE C – INFOGRÁFICO B

COMPLEMENTANDO O LIVRO DIDÁTICO

Estratégias para o ensino de Fisiologia Vegetal



O que o professor pode fazer para suprir os déficits nos LDS?



OUTROS LDS

Site com lista de LDS de Biologia:
<https://www.somatematica.com.br/livrosdidaticos/?niv=M&dis=12>



TECNOLOGIA PARA O ENSINO

Exemplo de aplicativo: Fisiologia das plantas
https://play.google.com/store/apps/details?id=com.do_apps.catalog_803



JOGOS E QUIZES

Jogos sobre Fisiologia vegetal:
<https://minasfazciencia.com.br/infantil/2018/08/21/conheca-o-game-que-estimula-o-interesse-em-botanica/>). Aplicativo para testes e quizzes: <https://kahoot.com/>



AULAS PRÁTICAS

Existem alguns experimentos relacionados a fisiologia vegetal para o Ensino Médio. Eles podem ser encontrados nos LDS ou em sites:
<https://ensinopraticodebotanica.furg.br/fisiologia.html>

Para mais informações, acesse:
<https://instagram.com/gepbot?igshid=7wpcmkooos>



APÊNDICE D – INFOGRÁFICO C

PROJETO DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS

COMO COMPLEMENTAR O LIVRO DIDÁTICO?

BUSQUE AUXÍLIO EM OUTROS LDS

Existem diversos autores de Livros Didáticos de Biologia, procurar conteúdo além do LD usado na sua escola, pode ajudar a complementar informações e a aplicar atividades complementares práticas para a elucidação da fisiologia vegetal.

USE A TECNOLOGIA A SEU FAVOR

Não fique só nos livros! Hoje, o smartphone ou computador com internet, permite ao professor usar sites e aplicativos que ajudam a deixar o conteúdo mais claro e divertido. Vídeos e imagens encontradas na internet também podem ajudar a fixar os conteúdos.

FAÇA AULAS PRÁTICAS

As aulas práticas auxiliam o professor a retomar um assunto já abordado, servindo de fixação do conteúdo, de forma que se tornam uma estratégia de auxílio ao processo de ensino.

APLIQUE JOGOS E QUIZES

O uso de ferramentas lúdicas, como jogos, possibilita que os alunos aprendam de forma fácil e dinâmica e divertida.

ABRA SUA MENTE!

Na Fisiologia Vegetal, há certa dificuldade para encontrar material complementar, mas, buscar novas ferramentas didáticas, pode te ajudar a alcançar maior número de alunos, pois cada ser humano tem uma forma diferente de aprender. Criar jogos, quizzes, desafios, experimentos, vídeos e afins, até mesmo junto aos alunos, com certeza pode ajudar a preencher boa parte das lacunas que encontramos nos LDs e proporcionar melhorias no processo de ensino aprendizagem.

VAMOS JUNTOS, TRANSFORMAR A EDUCAÇÃO!

Saiba mais em <https://instagram.com/gepbot?igshid=7wpcmkooowos>



ANEXO A – RESUMO DA CARACTERIZAÇÃO DOS INFOGRÁFICOS POR SILVEIRA (2010)

Caracterização de Infográficos

Fonte : Silveira(2010) - Luciana Hiromi Yamada da Silveira – “Modelo de caracterização de infográficos - Dissertação USP.

Seu foco é fornecer um meio de classificar o infográfico impresso de caráter jornalístico. Cada um deles caracteriza o infográfico em sua integridade, observando aspectos ligados a sua função. São eles:

1. **Complementar/independente** - neste eixo é avaliada a **independência** do infográfico
2. **Enciclopédico/específico** - neste eixo é avaliada a **especificidade** do infográfico
3. **Estetizante/analítico** - neste eixo são avaliados a **integridade**, a **usabilidade**, a **estética** e o **conteúdo**. Cada um destes elementos por sua vez são analisados outros atributos, que são:
 - a. No caso da **integridade**: Precisão; Clareza; Escala;
 - b. No caso da **usabilidade**: Legibilidade e percepção visual, Organização, Formato;
 - c. No caso da **estética** : Atratividade; Comunicação visual e Valor; e
 - d. No caso do **conteúdo** : Seleção; Perspectivas e Completude

Fonte: Silveira, 2010.

ANEXO B - ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA NO LD CEAN A PARTIR DO MANUAL DO PROFESSOR



ATIVIDADE PRÁTICA

ALERTA
 A atividade deve ser feita apenas sob a supervisão do professor.

Qual é a influência da gravidade da Terra no crescimento da raiz?

Reúna-se com sua equipe e conversem a respeito da seguinte questão: como vocês fariam para verificar experimentalmente a influência da atração gravitacional da Terra no crescimento de uma raiz? Que cuidados seriam fundamentais para garantir a validade do teste? Esquematizem como seria esse teste e quais os resultados esperados. Em seguida, vocês podem realizar os procedimentos aqui sugeridos.

< Material necessário >

- Sementes previamente embebidas em água (ex.: feijão);
- um estojo plástico para CD com tampa transparente;
- papel toalha ou papel-filtro;
- água;

- conta-gotas;
- massa de modelar;
- prato ou bandeja.

< Procedimentos >

1. As sementes devem ser previamente embebidas em água, por no mínimo 2 horas. Escolham 4 sementes em bom estado.
2. Forrem o interior do estojo para CD com o papel toalha ou papel-filtro. Disponham as sementes no interior do estojo, sobre o papel, conforme indicado na imagem ao lado. Cada semente deve estar em uma posição diferente. No caso do feijão, pode-se utilizar a posição do hilo (pequena parte branca externa da semente) como referência.
3. Cuidadosamente, umedeçam o papel com água, sem encharcar.
4. Fechem a tampa do estojo para CD, o que deve fixar as sementes em suas posições.
5. O estojo contendo as sementes deve ser posicionado de modo que fique perpendicular à superfície da mesa. Para isso, utilizem a massa de modelar, fixando-o ao prato ou bandeja.
6. Coloquem a montagem em local escuro.
7. Diariamente, adicionem um pouco de água no interior do estojo, com auxílio do conta-gotas, para umedecer o papel. Anotem o que for observado. Repitam o procedimento durante 10 dias.



< Interpretando os resultados >

- a. Recorde-se do que estudou a respeito da germinação e responda: qual é a importância da embebição das sementes antes do teste?
- b. Por que foi recomendado colocar a montagem em local escuro?
- c. De qual região da semente emerge a raiz?
- d. Quais foram os resultados obtidos e como você os explica?

a) A embebição é a etapa inicial da germinação.
 b) Para o fazer luz não interferir nos resultados.
 c) Hilo (no caso de semente de feijão).
 d) Resposta pessoal. Veja comentários no Manual.

< Indo além >

- Comparem o teste aqui proposto com o experimento elaborado por sua equipe no início da atividade. Quais são as semelhanças e as diferenças entre eles? O que cada teste permite concluir? *Respostas pessoais.*
- O que é a gravidade da Terra? Utilize seus conhecimentos de Física para responder.
- Se o teste fosse realizado em ambiente com gravidade zero, o que você esperaria observar como resultado? Por quê? *Consulte o Manual a respeito das duas últimas questões.*