



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**

**O CONTEÚDO DE HORMÔNIOS VEGETAIS NOS LIVROS  
DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO  
ENTRE OS ANOS DE 2018 – 2020**

**DIELE RIBEIRO DA SILVA CHAVEIRO**

Brasília

2020

**DIELE RIBEIRO DA SILVA CHAVEIRO**

**O CONTEÚDO DE HORMÔNIOS VEGETAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE  
BIOLOGIA DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO ENTRE OS ANOS DE 2018 – 2020**

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

Orientador (a): Dra. Sarah Christina Caldas Oliveira

Brasília

2020

**O CONTEÚDO DE HORMÔNIOS VEGETAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE  
BIOLOGIA DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO ENTRE OS ANOS DE 2018 – 2020**

**DIELE RIBEIRO DA SILVA CHAVEIRO**

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. **SARAH CHRISTINA CALDAS OLIVEIRA**  
(Orientadora)  
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

---

Prof. Dr. **FABIAN BORGHETTI**  
(1º membro)  
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

---

Prof. Dr. **FERNANDO FORTES DE VALÊNCIA**  
(2º membro)  
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

---

Profa. Dra. **CRISTIANE RODRIGUES MENEZES RUSSO**  
(Presidente da Banca)  
**NÚCLEO DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA / IB**

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

SS586c Silva, Diele  
O CONTEÚDO DE HORMÔNIOS VEGETAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS DE  
BIOLOGIA DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO ENTRE OS ANOS DE 2018 -  
2020 / Diele Silva; orientador Sarah Caldas. -- Brasília,  
2020.  
59 p.

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

1. Hormônios vegetais. 2. Ensino médio. 3. Livro  
didático. I. Caldas, Sarah, orient. II. Título.

Dedico esse trabalho a Deus, que me guiou com sua mão poderosa até a finalização desse projeto.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por toda a força que recebi nesse período, para prosseguir com fé e perseverança. Obrigada meu Pai, por sempre estar ao meu lado, me guiando e protegendo, pelo Seu amor incondicional pude concluir mais esta etapa da minha vida.

Agradeço ao meu marido, que me ajudou da maneira que podia, seja com me escutando, me ajudando a revisar os pontos importantes, me dando café quando foi necessário ficar acordada até tarde, por nunca ter desistido de tentar me estimular e nem me deixar desistir de nada.

Aos meus pais, que mesmo a distância, me ajudaram da melhor maneira possível, sempre tentando me incentivar e apoiar minhas decisões. Agradeço a paciência mesmo em momentos difíceis e a compreensão que recebi. Serei eternamente grata a tudo isso.

À Professora Cristiane Rodrigues Menezes Russo por todos os conselhos e paciência ao me orientar com tamanha dedicação, sendo sempre uma pessoa incrível.

À Professora Sarah Christina Caldas por toda compreensão que recebi nos momentos turbulentos desse semestre, pela paciência ao me explicar os trabalhos, por todos os conselhos e principalmente pela orientação incrível que recebi.

Ao Diretor Luiz do Centro de Ensino Médio 804 do Recanto das Emas – DF, que através de muita compreensão, fez a doação de livros didáticos que subsidiaram esse trabalho.

As minhas amigas, sem dúvidas vocês foram os melhores presentes que a UNB me deu durante os anos de graduação. Por todo carinho, ajudas com textos, por todos os momentos incríveis que passei com vocês, pelas conversas que me ajudaram não só na vida universitária, mas em todas as circunstâncias. Sem vocês a experiência universitária não teria sido a mesma. Saio com a certeza que ganhei amigas pro resto da vida.

Aos meus animais de estimação, que em momentos de depressão e ansiedade, sempre conseguiram me deixar mais calma e me animar.

Por fim, agradeço a todos os professores que me guiaram de maneira exemplar durante toda a minha graduação. Por todas as pessoas incríveis que conheci, por tudo que consegui aprender, por todos os momentos, que mesmo ruins, fizeram de mim uma pessoa melhor cada dia. Muito obrigada!

## RESUMO

O ensino de biologia é fundamental na contribuição da formação dos estudantes, através desse conteúdo os estudantes podem ser capazes de compreender e aprofundar conhecimentos sobre os processos e conceitos biológicos, instigando um pensamento crítico e ético de interesse individual e coletivo. O livro didático de biologia é uma ferramenta fundamental no processo de ensino e aprendizagem, pois ele subsidia as aulas dos professores e guia os estudos dos alunos. Por desempenhar função tão importante é fundamental que esse material esteja atualizado, possuindo conteúdo correto, coerente e claro, dispondo de diversos recursos para auxiliar numa aprendizagem significativa, com o uso de imagens, atividades e conteúdo complementares.

No entanto, existem poucas pesquisas que analisam tal conteúdo, principalmente conteúdos específicos, como é o caso dos hormônios vegetais, pertencentes a fisiologia vegetal na área da botânica. Nesse sentido, surgiu a ideia de realizar um trabalho para analisar essa temática, auxiliando os professores de biologia na análise desse conteúdo. Entre as dez coleções de livros didáticos de Biologia, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 para o ensino médio, correspondendo ao triênio de 2018 a 2020, foram escolhidos para a realização deste trabalho quatro obras didáticas, utilizadas pela rede pública de ensino brasileira. Para realizar essa análise, foi necessário estabelecer critérios bem definidos, com o intuito de fazer a análise mais correta e eficiente desse conteúdo. Sendo observado que, apesar dessas obras abordarem de maneira clara e de fácil compreensão esse tema, apresentam também conteúdos resumidos sobre a maioria dos hormônios, dificultando o entendimento e curiosidade do tema pelos alunos.

**Palavras – Chave:** Ensino de biologia. Botânica. Fisiologia vegetal.

## ÍNDICE DE QUADROS

<b>Quadro 01:</b> Livros didáticos de Biologia analisados, com as páginas que abordam o conteúdo dos hormônios vegetais.....	27
<b>Quadro 02:</b> Ficha de critérios avaliados para análise dos livros didáticos referente ao conteúdo de hormônios vegetais.....	27
<b>Quadro 03:</b> Quadro do conteúdo de hormônios vegetais no livro A de Sônia Lopes e Sergio Rosso.....	29
<b>Quadro 04:</b> Quadro do conteúdo de hormônios vegetais no livro B de César, Cezar e Caldini.....	30
<b>Quadro 05:</b> Quadro do conteúdo de hormônios vegetais no livro C de Amabis e Martho.....	30
<b>Quadro 06:</b> Quadro do conteúdo de hormônios vegetais no livro D de Vivian L. Mendonça.....	31
<b>Quadro 07:</b> Exercícios propostos nos livros didáticos analisados referentes ao conteúdo de hormônios vegetais.....	36
<b>Quadro 08:</b> Quadro referente às indicações de informações complementares acerca dos hormônios vegetais.....	39



## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 01:** Capa dos livros didáticos e Biologia selecionados para análise do conteúdo de fitormônios, sequenciados respectivamente em A, B, C e D..... 26
- Figura 02:** Número de páginas dedicadas ao conteúdo de hormônios vegetais..... 32
- Figura 03:** Número de imagens presentes no conteúdo de hormônios vegetais das obras livros didáticos didáticas analisadas..... 34
- Figura 04:** Atividade prática proposta pelo livro C de Amabis e Martho, referente ao conteúdo de hormônios..... 37
- Figura 05:** Atividade prática proposta pelo livro D de Viviam L. Mendonça, referente ao conteúdo de hormônios vegetais..... 38

## **ÍNDICE DE ABREVIATURAS**

OCEM – Orientações Curriculares para o Ensino Médio

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 O ensino médio e o ensino de Biologia .....	14
2.2 Categorias didáticas .....	16
2.3 O livro didático de Biologia .....	17
2.4 Hormônios vegetais .....	18
2.4.1 Auxina.....	19
2.4.2 Citocinina.....	20
2.4.3Giberelinas.....	21
2.4.4 Etileno.....	22
2.4.5 Ácido abscísico.....	23
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>25</b>
3.1 Objetivo geral .....	25
3.2 Objetivos específicos .....	25
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
5.1 Análise do conteúdo .....	32
5.2 Uso de figuras e imagens .....	33
5.3 Atividades .....	35
5.4 Conteúdos complementares .....	39
5.5 Análise geral sobre o conteúdo de hormônios vegetais presentes nas coleções estudadas .....	40
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de biologia é de extrema importância na contribuição da formação dos estudantes, sendo fundamental para que esses possam ser capazes de compreender e aprofundar os conhecimentos sobre os processos e conceitos biológicos, possibilitando que os estudantes se tornem capazes de tomar decisões de interesse individual e coletivo, correspondentes a um quadro ético, considerando assim, o papel do homem na biosfera (KRASILCHIK, 2004). Diante disso, o ensino de ciências biológicas instiga os estudantes a conhecer o valor dessa ciência, promovendo uma busca sobre conhecimentos científicos e a utilização desse conhecimento no seu cotidiano (COSTA, 2011).

Nesse segmento, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) afirmam que o ensino de biologia deve possibilitar aos estudantes a capacidade de se posicionarem frente a temas contemporâneos que exijam conhecimentos biológicos (BRASIL, 2006). Dessa forma, o ensino de biologia, especificamente o ensino de botânica, deve ter como objetivo o desenvolvimento de habilidades intelectuais mais complexas, em vez da simples forma de memorizar conceitos (PERTICARRARI ET AL., 2010).

O estudo da botânica em seus aspectos biológicos é um ramo fundamental do conhecimento humano (PEIXOTO, 2020). Sendo estudada há milhares de anos, as informações sobre os vegetais vêm desde os primórdios da humanidade, sendo constatado por dados arqueológicos e pela presença de acervos pertencentes a povos indígenas primitivos (OLIVEIRA, 2003).

A botânica inclui muitas áreas de estudos, uma delas sendo a Fisiologia Vegetal, que se destina ao estudo do funcionamento das plantas. Esse ramo de estudo está voltado para os processos fundamentais da fisiologia das plantas, como a fotossíntese, a nutrição, a respiração, a relação das plantas com a água e os hormônios vegetais (fitormônios) (COSTA, 2011).

O estudo de hormônios vegetais por sua vez, vem desde meados do século XIX, quando foi estudado por Charles e Francis Darwin. Em seus trabalhos as primeiras evidências de hormônios vegetais, vieram através do experimento publicado no livro “o poder do movimento das plantas”. Neste experimento eles estudaram o tropismo em plântulas de alpiste (*Phalaris canariensis*) (TAIZ; ZEIGER, 2013). Ali observaram que algum tipo de sinal era feito no ápice do coleótilo que percebia a luz, uma vez que se esse fosse coberto por papel alumínio, sua curvatura não era observada (TAIZ; ZEIGER, 2013).

No entanto, os estudos neste ramo da fisiologia vegetal só prosseguiram a partir de 1926, quando por meio de experimentos foi possível isolar em tecidos vegetais, de maneira que esses tecidos conseguiram se difundir através dos blocos de ágar, os quais obtiveram ação positiva de crescimento (CHOLODNY, 1926; WEST, 1926). Desde então, os fitormônios vem sendo estudados cada vez mais e por consequência, mais hormônios vegetais vão sendo descobertos. No entanto, essa área nos livros didáticos ainda sofre com diversos problemas, como conteúdo pouco elaborado, visão fragmentada e desarticulada (GAMBARINI; BASTOS, 2006).

A recomendação da OCEM para o estudo das plantas é que essas precisam ser estudadas no Ensino Fundamental e Médio, contribuindo para a formação acadêmica dos discentes e ao seu entendimento referente ao desenvolvimento de habilidades necessárias para a compreensão do papel do homem na natureza (BRASIL, 2006). Nos livros didáticos, as áreas da botânica devem ser capazes de promover a reflexão sobre os vários aspectos da realidade e ainda estimular o sentimento de investigação do estudante (VASCONCELOS; SOUTO, 2003).

Os livros didáticos são instrumentos tradicionais na educação básica brasileira, estando presentes desde 1937, sendo destinados aos estudantes da rede pública de ensino. Para subsidiar tais obras, foi criado no ano de 1990 o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), destinado à distribuição de obras didáticas aos alunos da rede pública de ensino brasileira. Essa distribuição de livros didáticos passou a se constituir como uma política de Estado, deixando de ficar a mercê da vontade de governos, possibilitando uma estabilidade ao programa e a certeza para as escolas, professores e alunos (FRANÇA, et al, 2020). Estas obras são um recurso fundamental no processo de ensino-aprendizagem na formação dos discentes, estando presentes na maioria das escolas públicas brasileiras de nível fundamental e médio (VASCONCELOS E SOUTO, 2003).

Dentro desse contexto, o estudo dos hormônios vegetais deve ser explorado pelos professores e estar presente nas obras didáticas. Esses hormônios estão presentes no cotidiano das pessoas e muitas vezes sua ação nem é notada. Por exemplo, a ação do etileno está presente no simples fato de colocar uma fruta em estado de amadurecimento avançado, junto com outras frutas que ainda não estão tão maduras, e por consequência sua ação causa o amadurecimento acelerado de todas essas frutas.

O estudo dos hormônios vegetais proporcionam ao estudante conhecimentos básicos que podem ser utilizados no seu dia a dia. No entanto, existe uma carência muito grande de estudos que analisam tal assunto nos livros didáticos do ensino médio, podendo inclusive estar

desatualizados ou não-contextualizados com a realidade dos estudantes, acarretando problema para o ensino e aprendizagem desse tema.

Assim, diante da importância do livro didático para a educação, e a necessidade de evidenciar ideias botânicas de maneira concisa, se torna muito importante a realização de pesquisas que avaliem tais conteúdos. Para contribuir com os professores de biologia na análise do conteúdo do livro didático, este trabalho busca analisar de maneira crítica, como o conteúdo de hormônios vegetais está sendo abordado nos livros didáticos de biologia do ensino médio.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 O ensino Médio e o ensino de Biologia**

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) reconhece o ensino médio como etapa da educação, onde os conhecimentos aprendidos em estágios anteriores devem ser aprofundados, possibilitando a continuidade do ensino, preparando o estudante de maneira básica para uma carreira de trabalho e de responsabilidades sociais. Para tal processo, é fundamental a formação intelectual e ética possibilitando aos estudantes desenvolver um pensamento crítico sobre o ambiente em que estes vivem (BRASIL, 1996).

No entanto, o ensino médio está voltado, em sua grande parcela, para a preparação dos estudantes para exames vestibulares, uma vez que esse fim chama muito atenção da mídia, pois quanto mais alunos a escola aprova no vestibular, mais bem conceituada esta se torna, deixando de lado as responsabilidades que a LDBEN empregou a este nível de ensino, o que de acordo a Lei Nº 9394/96 é função do centro de ensino médio, preparar os estudantes para o exercício da cidadania e para a carreira de trabalho (CARNEIRO, 2012).

Por desempenhar função fundamental na formação dos estudantes, a Câmara de Educação Básica lançou um Parecer (CBE nº 15/98) sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), fazendo a devida referência à importância desse nível de ensino, relacionada a LDBEN de 96, que segundo ela “a educação geral no nível médio [...] nada tem a ver com o ensino enciclopedista e academicista dos currículos de ensino médio tradicionais, reféns do exame vestibular” (BRASIL, 2008, p. 73). Assim, é fundamental a compreensão de que,

A extrema complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, sendo treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso (BRASIL, 2008, p. 106).

Dessa forma, o ensino de biologia evidencia sua importância como apoio para acrescentar na formação dos estudantes, deixando o ensino menos fundamentalista, contribuindo assim, a ampliação dos conhecimentos sobre os conceitos biológicos e a utilização desses conteúdos no cotidiano dos estudantes, sendo as escolas um importante instrumento para o desenvolvimento de tais conhecimentos. Krasilchik (2004) se posiciona sobre tal abordagem, afirmando que,

Cada indivíduo seja capaz de compreender e aprofundar explicações atualizadas de processos e de conceitos biológicos, a importância da ciência e da tecnologia na vida moderna, enfim o interesse pelo mundo dos seres vivos. Esses conhecimentos devem contribuir, também, para que o cidadão seja capaz de usar o que aprendeu ao tomar decisões de interesse individual e coletivo, no contexto de um quadro ético de responsabilidade e respeito que leva em conta o papel do homem na biosfera (KRASILCHIK, 2004).

Nesta corrente, o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018, afirma que o ensino de Biologia, é um componente curricular tradicional na educação brasileira. Uma vez que a educação biológica pode contribuir na construção de um mundo melhor, pois quanto mais se estuda, mais conhecimentos são adquiridos sobre o mundo, ampliando a concepção que cada indivíduo tem das suas responsabilidades individuais e coletivas, considerando assim, as consequências do modo de interagir com o ambiente (DEMO, 2004 & MORAES, 2001). Nessa linha, a escola desempenha função de extrema importância, ensinando o estudante a aprender, respeitar e a interagir de maneira sustentável com o mundo.

Ler o mundo significa aqui poder entender e interpretar o funcionamento da natureza e as interações dos homens com ela e dos homens entre si [...] Ela deve ser o lugar em que praticamos a leitura do Mundo e a interação com ele de maneira orientada, crítica e sistemática (CANIATO, 1989, p. 65).

Através de tal abordagem, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) consolidam e estruturam o ensino de biologia para temas que abordam a compreensão e organização da vida, relacionando as interações biológicas, reprodução, origem da vida e a interação do homem com o meio ambiente (BRASIL, 2002), formando assim, estudantes cada vez mais capazes de se posicionar sobre temas que afetam sua vida e a sociedade.

Embora em grande parte dos currículos escolares a finalidade explícita do ensino de Biologia seja desenvolver a capacidade de pensar lógica e criticamente, a realidade de um ensino diretivo, autoritário em que toda iniciativa e oportunidade de discussão dos alunos é coibida,



indicará que na verdade o que se deseja é apenas transmitir conhecimentos (KRASILCHIK, 2004, p. 41 – 42).

## 2.2 Categorias didáticas

Na aprendizagem, é possível perceber a existência de dois pontos fortes norteados esse tema, sendo um deles, a aprendizagem de maneira mecânica, onde o discente memoriza o conteúdo, que por vezes, acaba ficando destoadado e desconectado. Por consequência tal conteúdo acaba perdendo o seu significado. Por outro lado, ocorre a aprendizagem significativa, ao qual, novos conhecimentos se interligam a conhecimentos que já existam no cotidiano do estudante de forma significativa e não arbitrária, levando a compreender que para aprender de maneira mais significativa, ele próprio necessita de motivação. Assim, o docente precisa inovar sua maneira de dar aula, e para tal, o auxílio do livro didático é fundamental (AUSUBEL, 1978).

No que concerne a aprendizagem significativa, não é algo que o estudante nunca vá esquecer, uma vez que o esquecimento é algo natural em todo indivíduo. No entanto, dificilmente o estudante irá ter um esquecimento total de todo o conteúdo estudado se foram usados métodos que favoreçam a aprendizagem significativa, sempre levando em conta que este pode utilizar o livro didático como fonte de consulta para fixar os conteúdos estudados. Contudo, havendo o esquecimento total, como se o estudante nunca tivesse estudado tal conteúdo é provável que a aprendizagem significativa não tenha ocorrido, e sim a aprendizagem mecânica. (MOREIRA, 2011).

Um professor que utiliza o livro didático em suas aulas conta com uma sequência já organizada de apresentação dos assuntos. Diante da proposta dos temas estruturadores, e considerando a sua realidade específica, as necessidades de seus alunos, as particularidades de sua escola e região, o professor pode selecionar os temas que são mais significativos e resolver como deverão ser trabalhados de modo a possibilitar situações de aprendizagem a partir das vivências dos alunos (BRASIL, 2008, p. 22).

## 2.3 O livro didático de Biologia

Os livros didáticos, estão presentes na educação brasileira desde o ano de 1937, sendo destinados aos estudantes da rede pública de ensino (FRANÇA, *et al*, 2020). Para subsidiar tais obras, foi criado no ano de 1990 o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), sendo destinado para a distribuição de obras didáticas aos alunos da rede pública de ensino brasileira. Assim, essa distribuição de livros didáticos passou a se constituir como uma política de Estado, deixando de ficar a mercê da vontade de governos e possibilitando uma estabilidade ao programa e a certeza para as escolas, professores e alunos (FRANÇA, *et al*, 2020).

Estas obras são fundamentais para a educação (MACEDO, 2004) já que, os livros didáticos são um recurso indispensável no processo de ensino-aprendizagem da formação dos estudantes, estando presentes na maioria das escolas públicas brasileiras de nível fundamental e médio (VASCONCELOS; SOUTO, 2003).

O livro didático nacionalmente, é um importante instrumento de apoio e suporte para o ensino, desempenhando função fundamental na organização curricular do ensino médio de todo o país. Em concordância com Vasconcelos e Souto (2003), Núñez *et al* (2003) considera os livros didáticos uma “fonte viva de sabedoria” e portanto deve ser instrumento de constante pesquisa e atualização (NÚÑES *et al.*, 2003, p.1).

No entanto, Ferreira e Soares (2008) afirmam que mesmo após a avaliação criteriosa da equipe de especialistas do Ministério da Educação (MEC) sobre os livros didáticos aprovados pelo PNLD, estas obras ainda podem apresentar erros e conteúdos insuficientes. A análise do conteúdo do livro didático deve ser feita de forma criteriosa pelos professores. Caso haja divergência de conteúdo e sua fonte de origem, cabe ao docente fazer o diagnóstico e divulgar aos discentes as possíveis correções, contribuindo para a análise correta dos estudantes sobre o conteúdo, sem contribuir para a perpetuação de conteúdos equivocados, pois a qualidade do livro didático interfere sobremaneira na compreensão da vida acadêmica e social de cada discente (NASCIMENTO, 2002).

Vasconcelos e Souto (2003), declaram que os livros didáticos de biologia devem propiciar aos estudantes o entendimento filosófico, científico e as características da sua realidade, lhes oferecendo o suporte adequado para sua formação individual e coletiva.

O livro didático de biologia, dependendo de como for trabalhado, possui um dos conteúdos mais relevantes e empolgantes, podendo até mesmo se tornar um dos conteúdos mais atraentes para os estudantes (KRASILCHIK, 2008). Essas obras devem ser um instrumento capaz de traduzir com maior vigor as relações da biologia com o mundo em que vivemos,

contribuindo para a construção de um conhecimento mais significativo para o estudante (FARIAS et al., 2012).

## 2.4 Hormônios vegetais

Os hormônios vegetais são definidos como mensageiros químicos, possuindo a característica de regular o desenvolvimento das plantas, como crescimento de raízes e parte aérea, regulando também as respostas ao ambiente onde elas se localizam (LONG, 2006). Os hormônios vegetais são substâncias produzidas em determinados locais das plantas e transportadas para as estruturas-alvo, onde então, seus efeitos são exercidos. Mesmo em pequenas quantidades, eles controlam o desenvolvimento e o crescimento vegetal (SCHWAMBACH, 2014). Esses processos consistem sobretudo no crescimento, diferenciação e desenvolvimento (DAVIES, 2004), além de desempenhar papel fundamental na germinação, amplificar a fixação de flores e frutos, controlar o desenvolvimento vegetativo, assim como adiantar ou atrasar o amadurecimento dos produtos de interesse econômico (CATO & CASTRO, 2006).

Os primeiros estudos sobre hormônios vegetais, aconteceram no decorrer do final do século XIX, por Charles e Francis Darwin, que estudaram as primeiras evidências de hormônios vegetais, em um experimento com a utilização de plântulas de alpiste (*Phalaris canariensis*) para analisar o tropismo. Sendo observado que algum tipo de sinal era produzido no ápice do coleóptilo que percebia a luminosidade, uma vez que se esse fosse coberto com papel alumínio, a sua curvatura não era observada. Porém, a região do coleóptilo que era responsável pela curvatura em direção à luz, a zona de alongamento, localizava-se vários milímetros abaixo do ápice. Assim, eles concluíram que algum tipo de sinal era produzido no ápice e deslocava-se até a zona de alongamento, fazendo com que o crescimento mais rápido fosse observado do lado sombreado que o lado iluminado. Darwin e seu filho publicaram os resultados em 1881, em uma obra intitulada “*O poder do movimento das plantas*” (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O estudo de hormônios vegetais na fisiologia das plantas é fundamental para a compreensão do crescimento e desenvolvimento vegetais. (SCHWAMBACH, 2014). Para o desenvolvimento, as plantas utilizam uma grande variedade de hormônios, descritas como as cinco classes tradicionais de hormônios vegetais mais conhecidas (auxinas, ácido abscísico, citocininas, etileno e giberelinas) (TEALE; PAPONOV; PALME, 2006). A auxina e as

giberelinas promovem o crescimento vegetal, aumentando a extensão da parede celular, já o etileno e o ácido abscísico (ABA) impedem o desenvolvimento vegetal, resultando na degradação da parede celular (RAVEN et al., 2014). Os hormônios vegetais influenciam todos os aspectos do desenvolvimento radicular, sendo que os efeitos mais fortes são atribuídos principalmente ao hormônio auxina, etileno e a citocinina (LYNCH, 1995).

#### 2.4.1 Auxina

O primeiro fitormônio a ser abordado é a auxina. Sendo este o primeiro hormônio de crescimento estudado em plantas, muitos dos trabalhos pioneiros na fisiologia do mecanismo de expansão celular foram realizados em relação à ação desse hormônio (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Atualmente a auxina é usado como um nome genérico para um grupo de moléculas importantes nas plantas, que também podem ser encontrados em humanos, animais e microrganismos. A principal auxina endógena encontrada nas plantas é o ácido indol acético (AIA), transportada de célula a célula até chegar às raízes das plantas pelo transporte polar, a auxina é um fitormônio indispensável e com capacidade de regular muitos aspectos do desenvolvimento das plantas (TEALE; PAPONOV; PALME, 2006).

Elas são produzidas nos ápices de caule, ramos e raízes e direcionada para outras regiões da planta, tendo como principal característica a capacidade de estimular o alongamento celular. Sendo responsáveis também pela formação inicial das raízes, diferenciação vascular, desenvolvimento de gemas axilares, flores e frutos e pelo tropismo (HOPKINS, 1999).

A auxina também possui funções importantes na regulação do crescimento por alongamento de caules novos e coleótilos. Além de atuar na inibição ou alongamento das raízes, na regulação de dominância apical, na abscisão de folhas, na iniciação do crescimento de raízes laterais, no desenvolvimento de frutos e na formação de gemas florais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A auxina é produzida inicialmente nos primórdios foliares, em folhas jovens e nas sementes em desenvolvimento. Seu transporte é polar ou unidirecional, sendo deslocado sempre em direção à base (basípeto) nos caules e folhas e em direção ao ápice nas raízes (acrópeto), no entanto, seu movimento é lento, tanto nos ramos como nas raízes, se deslocando somente um centímetro por hora (RAVEN et al., 2014).

As concentrações de auxina geralmente são mais elevadas nos tecidos onde ela é sintetizada e armazenada, podendo variar consideravelmente de um tecido para outro (MEYER

et al., 1997). Vanneste, et al. (2005) afirma que a auxina sintetizada na parte aérea é o principal fator de estimulação para a formação de raízes. Hopkins (1999) sugere que as auxinas são produzidas nos ápices de caule, ramos e raízes, sendo transportadas para outras regiões da planta, devido a sua participação no alongamento celular e devido a formação inicial das raízes, diferenciação vascular, tropismo e desenvolvimento de gemas axilares, flores e frutos.

#### 2.4.2 Citocininas

As citocininas de ocorrência natural (CKs) são reguladores de crescimento de plantas à base de purina que influenciam quase todas as fases de desenvolvimento da vida das plantas (HONIG; PLÍHALOVÁ; HASICKOVÁ; NISLER; DOLEZAL, 2018). Elas podem estimular a divisão celular, germinação de sementes, mobilização de nutrientes, expansão celular, formação e atividade dos meristemas apicais, desenvolvimento floral, quebra de dormência, desenvolvimento de frutos, atrasar a senescência e a dominância apical, além da maturação de cloroplastos e abertura estomática (CROCOMO; CABRAL, 1988; SALISBURY; ROSS, 1994).

A interação das citocininas com a auxina estimula os processos de divisão celular, alongamento e diferenciação (VIEIRA, 2001). Através dessa interação, pode ocorrer a estimulação ou inibição de diversos processos bioquímicos, metabólicos e fisiológicos em plantas superiores, podendo atuar na regulação do crescimento e diferenciação, dominância apical, formação de órgãos, senescência das folhas, desenvolvimento dos cloroplastos, abertura e fechamento dos estômatos, desenvolvimento das gemas e brotações (VIEIRA; CASTRO, 2002).

As citocininas são derivadas da adenina. A mais abundante encontrada nas plantas é a zeatina, a qual apresenta grande capacidade de induzir a divisão celular em culturas de tecido, em conjunto com as auxinas. Sua biossíntese ocorre em raízes e em sementes que estão em desenvolvimento, e são transportados via xilema das raízes para a parte aérea (DAVIES, 2004).

Segundo Raven et al. (2014), as citocininas são produzidas a partir de derivados de N<sup>6</sup>-adenina ou compostos de feniluréia. As citocininas apresentam-se sob quatro tipos: as de ocorrência natural, como a zeatina e a citocinina isopenteniladenina (i6 ade); a cinetina e as citocininas sintéticas, como a 6-Benzilamino purina (BAP). Esses atuam na divisão celular, promoção da formação de gemas em culturas de tecidos e atraso da senescência foliar e podem causar a quebra da dominância apical. A cinetina sozinha tem pouco ou nenhum efeito, mas a cinetina com a AIA resulta em uma rápida divisão celular.

### 2.4.3 Giberelinas

As giberelinas induzem as divisões celulares e o alongamento do caule, através do alongamento celular, portanto são fundamentais para o crescimento do caule e das folhas. Entre outras funções, podemos citar a indução da germinação de sementes e brotos, a estimulação do florescimento de algumas plantas, a regulação da produção de enzimas em sementes de cereais e a promoção do crescimento de plantas anãs (SCHWAMBACH, 2014).

Existem cerca de 125 giberelinas conhecidas, sendo a GA1 a mais importante. Elas são produzidas a partir do ácido mevalônico nos tecidos jovens da parte aérea e nas sementes em desenvolvimento, sendo transportadas via floema ou xilema (MONTANS, 2007).

Sua atuação ocorre no desenvolvimento de órgãos vegetativos através da divisão e do alongamento celular, assim como na indução da germinação de sementes que precisam da luz e escarificação. Induzem a produção de diversas enzimas e o crescimento e pegamento de frutos, além de estimularem a formação de flores masculinas e femininas (DAVIES, 2004). A GA1 endógena está associada a estatura e ao controle do desenvolvimento do caule. A giberelina nunca está presente em tecidos com ausência completa de auxina, e os efeitos da giberelina no crescimento podem depender da acidificação da parede celular estimulada pela auxina (TAIZ; ZEIGER, 2013).

De acordo com Levitt (1974), as giberelinas agem como um ativador enzimático na germinação de sementes e, podendo atuar no desenvolvimento de órgãos vegetais pelo aumento do tamanho de células já existentes. A atividade da giberelina em raízes, ramos, folhas, flores, frutos, sementes e brotos e inclusive em pólen e cloroplastos isolados é comprovada. De modo geral, os tecidos reprodutivos apresentam as maiores quantidades de giberelinas, variando seu conteúdo conforme o seu desenvolvimento, crescimento do fruto, florescimento, idade da planta, dormência e a germinação de sementes (COLL et al., 2001).

Essas possuem pouco efeito sobre o crescimento das raízes, o que está ligado ao efeito do aumento do desenvolvimento do caule e parte aérea, agindo no desenvolvimento de órgãos vegetais, através da estimulação do tamanho das células existentes ou recentemente divididas (DAVIES, 2004). A atividade das giberelinas no ápice da planta diminui à medida que avança a distensão do eixo da inflorescência, indicando que esse fitormônio é consumido durante o processo (CASTRO; VIEIRA, 2001).

### 2.4.4 Etileno

O etileno é um gás hidrocarboneto. Apesar de sua simplicidade química, é um potente regulador de crescimento, ele afeta o desenvolvimento, diferenciação e senescência das plantas, em concentrações tão pequenas quanto  $0,01 \mu\text{l/l}$  (REID, 1995). O aumento do etileno na planta pode provocar a abscisão foliar e a senescência floral. Tal efeito pode ser provocado por qualquer tipo de lesão que a planta venha a sofrer, como o estresse fisiológico provocado por inundação, resfriamento, doenças, temperatura ou estresse hídrico. Além disso, infecções de vários patógenos podem causar o aumento na biossíntese do etileno (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Em concordância com Costa (2010), a primeira caracterização de que o etileno é um produto natural de tecidos vegetais foi feita por Cousins (1910), onde descreveu que as laranjas armazenadas em uma câmara acarretava no amadurecimento precoce das bananas, quando esses gases eram passados por uma câmara contendo os frutos. Entretanto, visto que as laranjas produzem relativamente pouco etileno em comparação a outros frutos, como maçãs, é assim provável, que as laranjas descritas por Cousins estivessem infectadas com o fungo *Penicillium* sp., responsável pela produção de grandes quantidades de etileno. Gane et al. (1934) descreveram quimicamente o etileno como um produto natural do metabolismo vegetal, e devido aos seus efeitos sobre a planta, foi por tanto classificado como um hormônio (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O etileno é regulado pela auxina, sendo que a aplicação de auxina promove aumento na quantidade de etileno nas plantas. Já a aplicação de TIBA (ácido 2, 3, 5 – triiodobenzóico), um competidor por sítios de auxina, ou a remoção de tecidos meristemáticos causam a redução do etileno nos tecidos adjacentes (FERRI, 1985), induzindo a alongação de estruturas vegetais em plantas aquáticas, mas inibe a alongação do hipocótilo. Ele também age como um forte promotor de abscisão e da senescência de folhas, partes florais e frutos em amadurecimento (HOPKINS; HÜNER, 2004).

As regiões meristemáticas e as regiões dos nós são as mais ativas na produção do etileno. No entanto, sua síntese aumenta também durante a abscisão foliar e a senescência de flores, assim como o amadurecimento de frutos, dessa forma fica caracterizado que qualquer tipo de lesão pode estimular a biossíntese do etileno, assim como o estresse fisiológico provocado por inundação, moléstias, temperatura e estresse hídrico. Esse é um dos hormônios vegetais mais usados na agricultura, devido a seus efeitos sobre muitos processos fisiológicos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Alguns resultados da aplicação do etileno podem ser observados na cultura da seringueira, onde a aplicação no painel de extração de látex aumenta a produção. Nos cafeeiros, aumenta o número de frutos. Na cultura do algodão, o ethephon é utilizado para induzir o desfolhamento. Na cana-de-açúcar, o etileno provoca o encurtamento dos entrenós, obtendo uma maior concentração de sacarose. Em plantas de tomate e de maçã, o amadurecimento dos frutos é acelerado, enquanto, no abacaxi, o florescimento da lavoura é sincronizado (VALOIS, 2000).

#### 2.4.5 Ácido abscísico

O ácido abscísico (ABA) é o fitormônio encontrado em todas as plantas vasculares. Sendo, caracterizado como um importante hormônio regulador do crescimento e do fechamento estomático, principalmente quando a planta está sob estresse ambiental, agindo também, regulando a dormência e a maturação de sementes (TAIZ; ZEIGER, 2013). Sua produção ocorre em sementes e folhas maduras, principalmente a resposta ao estresse hídrico (RAVEN et al., 2014).

Segundo Raven et al. (2014), o transporte ocorre principalmente das folhas pelo floema. O ABA induz o fechamento estomático, a indução do transporte de fotoassimilados das folhas para sementes em crescimento, indução da síntese de proteínas de reserva nas sementes e a embriogênese.

O ácido abscísico age como inibidor de crescimento. Dessa forma, está associada com os processos fisiológicos de fechamento dos estômatos, germinação de sementes, dormência de gemas, abscisão de folhas e frutos e resposta da planta ao estresse hídrico.



### **3 OBJETIVOS**

#### 3.1 Objetivo geral

O presente estudo busca analisar de maneira crítica, o conteúdo de hormônios vegetais em quatro coleções de livros didáticos de Biologia do segundo ano do ensino médio, indicados pelo MEC para corresponder aos triênios de 2018 a 2020.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Analisar como o conteúdo de hormônios vegetais são divulgados em cada um dos livros analisados;
- Verificar a abordagem contextualizada com o dia a dia nos livros didáticos;
- Analisar se essas obras apresentam atividades teóricas e práticas;
- Analisar se as imagens estão relacionadas com o conteúdo abordado nos textos;
- Analisar se essas obras trazem conteúdos complementares ao do livro, referentes ao tema de hormônios vegetais.



#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho, caracteriza-se pela abordagem qualitativa de livros didáticos utilizados na rede pública de ensino. Entre as dez coleções de livros didáticos de Biologia, aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 para o ensino médio, correspondendo ao triênio de 2018 a 2020, foram selecionados para a realização deste trabalho quatro coleções (Figura 01) do segundo ano.

**Figura 01:** Capa dos livros didáticos de Biologia selecionados para análise do conteúdo de fitormônios, identificados em ordem respectivamente em A, B, C e D.



O presente estudo se voltará para a análise de hormônios vegetais, correspondente ao conteúdo de Botânica para o segundo ano. A técnica utilizada é a análise de conteúdo segundo Bardin (2006), que possui três etapas centrais, sendo elas:

1. Pré-análise;
2. Exploração do material;
3. Tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

Segundo Bardin (2006), a pré-análise é a fase de organização propriamente dita, que se destina a compreensão e organização do material a ser analisado. Neste primeiro momento foi realizada uma leitura criteriosa do conteúdo de hormônios vegetais nesses livros. Na segunda fase, de exploração do material, consiste essencialmente da codificação do material e na definição da categoria de análise. Na terceira fase, ocorre a condensação e o destaque das informações para análise, resultando nas interpretações inferenciais, analisando assim os resultados de maneira reflexiva e crítica (BARDIN, 2006).

**Quadro 01:** Livros didáticos de Biologia analisados, com as páginas que abordam o conteúdo dos hormônios vegetais.

Livro	Título	Autores	Volum e	Página s	Livro professor / aluno	Editora	Ediçã o	Ano
A	Bio	Sônia Lopes Sergio Rosso	2	150 – 158	Aluno	Saraiva	3 <sup>a</sup>	2016
B	Biologia	César Sezar Caldini	2	276 – 286	Manual do professor	Saraiva	12 <sup>a</sup>	2016
C	Biologia Moderna	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho	2	106 – 123	Manual do professor	Modern a	1 <sup>a</sup>	2016
D	Biologia	Vivian L. Mendonça	2	128 – 142	Manual do professor	AJS	3 <sup>a</sup>	2016

Para realizar a análise desse conteúdo foi utilizado uma ficha de avaliação, para auxiliar na coleta de dados (Quadro 2). Os critérios de análise foram desenvolvidos de modo que fosse possível categorizar os livros didáticos, facilitando o entendimento desse conteúdo. Tais conteúdos, foram avaliados quanto a: 1) presença de erros conceituais, verificando se o conteúdo científico estava adequado; 2) se a abordagem estava contextualizada com o cotidiano dos estudantes, proporcionando assim, uma aprendizagem significativa; 3) se ocorrem sugestões de leituras complementares de outras literaturas, auxiliando numa abordagem mais prática do conteúdo; 4) se esse conteúdo apresenta exemplos, de maneira clara, objetiva, interligada ao dia a dia, levando os estudantes a perceberem a importância e a presença dos hormônios vegetais no seu cotidiano.

**Quadro 02:** Ficha de critérios avaliados para análise dos livros didáticos referente ao conteúdo de hormônios vegetais.

<b>Ficha de avaliação</b>		
<b>Análise do conteúdo:</b>		
Aborda o conteúdo de hormônios vegetais:	( ) Sim	( ) Não

Número de páginas dedicadas ao tema:		
A abordagem conceitual correta predomina ao longo de todo o conteúdo?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<b>Uso de figuras e imagens:</b>		
Presença de imagens/figuras ao longo do conteúdo	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Presença de legenda nas imagens	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Relação da imagem com o conteúdo abordado no texto	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<b>Atividades:</b>		
Possui atividades relacionadas com o conteúdo?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Possui atividades práticas:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<b>Conteúdos complementares:</b>		
Aborda indicação de conteúdos complementares	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Se restringem ao próprio livro	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Faz indicação de fontes literárias externas	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
<b>Qual dos hormônios vegetais é mais trabalhado?</b>		
<b>Qual dos hormônios é trabalhado de maneira insatisfatória?</b>		

Foi analisado cada conteúdo de hormônios vegetais presentes nas obras (Quadro 1), através de uma abordagem feita de modo crítica descritiva. Para auxiliar na clareza da análise dessas obras, foram utilizados as letras A, B, C e D, para corresponder a cada livro, conforme exemplificado no quadro 1.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os livros didáticos analisados trazem os conteúdos de hormônios vegetais. Em cada um desses livros, foi analisado o capítulo inteiro que faz menção ao conteúdo de hormônios vegetais. Os livros A e B, abordam o conteúdo dos hormônios vegetais desde a introdução do capítulo, já os livros C e D, possuem tópicos específicos dentro do capítulo para a abordagem desse conteúdo. Com o intuito de fazer um comparativo de forma mais direta, as tabelas abaixo trazem a relação dos conteúdos abordados em cada um desses livros.

**Quadro 03:** Quadro do conteúdo de hormônios vegetais no livro A de Sônia Lopes e Sergio Rosso.

Livro A					
	Auxina	Giberelina	Citocinina	ABA	Etileno
Descoberta					
Local de produção	X	X	X	X	X
Efeito fisiológico	X	X	X	X	X
Transporte					
Dominância apical	X				

**Quadro 04:** Quadro do conteúdo de hormônios vegetais no livro B de César, Cezar e Caldini.

Livro B					
	Auxina	Giberelina	Citocinina	ABA	Etileno
Descoberta		X	X		
Local de produção	X	X			X
Efeito fisiológico	X	X	X	X	X
Transporte	X				
Dominância apical	X				

**Quadro 05:** Quadro do conteúdo de hormônios vegetais no livro C de Amabis e Martho.

Livro C					
	Auxina	Giberelina	Citocinina	ABA	Etileno
Descoberta					
Local de produção	X	X	X	X	X
Efeito fisiológico	X	X	X	X	X
Transporte	X	X	X	X	X
Dominância apical	X		X		



**Quadro 06:** Quadro do conteúdo de hormônios vegetais no livro D de Vivian L. Mendonça.

Livro D					
	Auxina	Giberelina	Citocinina	ABA	Etileno
Descoberta					
Local de produção	X	X	X	X	X
Efeito fisiológico	X	X	X	X	X
Transporte	X				
Dominância apical	X				

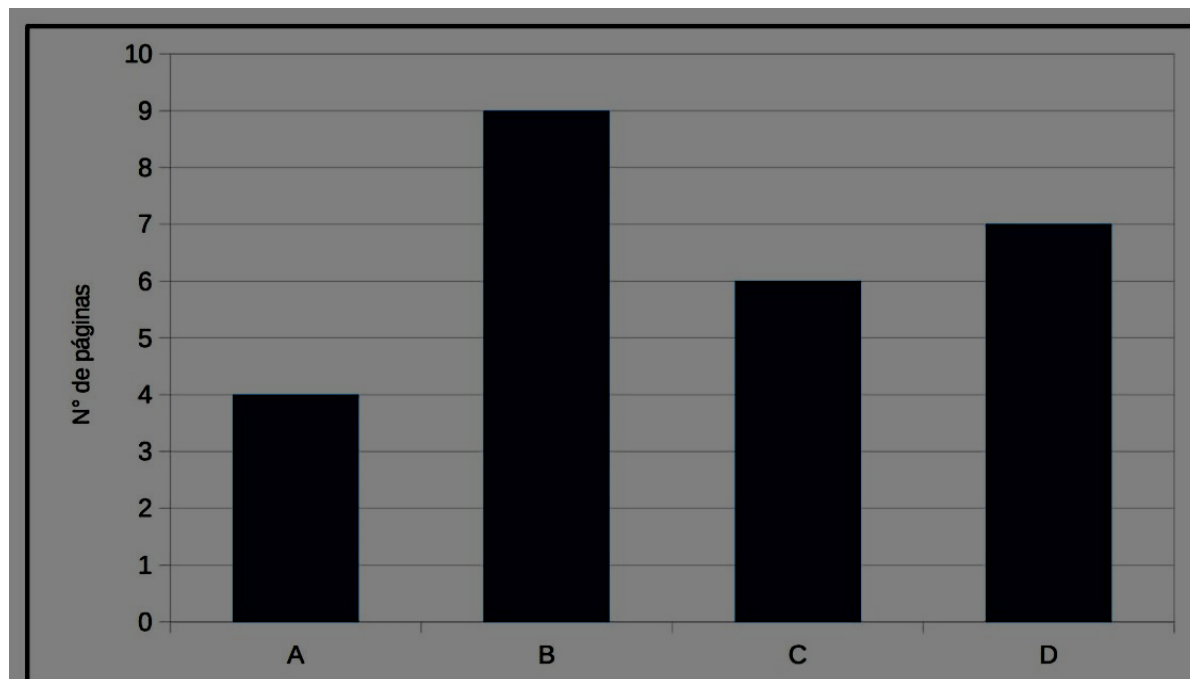
Os livros A e D, trazem uma abordagem bastante resumida sobre o conteúdo de hormônios vegetais, porém o livro A, traz uma explanação menos resumida do hormônio Auxina. Já dos demais hormônios são mencionados apenas os locais de produção e efeito. No livro D, a ação da auxina também tem maior destaque em relação aos demais hormônios, assim como no livro A, nesta obra é mencionado apenas seu local de produção e algumas de suas funções.

Nos livros B e C o conteúdo de hormônios vegetais possui uma abordagem mais aprofundada em torno de todos os hormônios, no livro B são abordados os primeiros estudos acerca dos hormônios vegetais, sua descoberta, importâncias, funções, além de fazer conexão com outros conteúdos. Já no livro C é destacado a ação desses hormônios em diversos processos, assim como no livro B, esse conteúdo é interligado com outros conteúdos mencionados no livro, tornando-o mais significativo.

## 5.1 Análise do conteúdo

O conteúdo de hormônios vegetais analisados no presente trabalho, foi estudado por meio de diversos critérios (Quadro 2), sendo um deles a quantidade de páginas que cada autor destinou a apresentação desse conteúdo, conforme exemplificado na figura abaixo.

**Figura 02:** Número de páginas dedicadas ao conteúdo de hormônios vegetais.



Assim, a coleção que mais trabalhou o conteúdo de hormônios vegetais (segundo esse critério), foi o livro B de César, Cezar e Caldini, que destinou 9 páginas para a abordagem do conteúdo, discorrendo sobre os principais temas que esse conteúdo possui. Nessa obra, os autores iniciam o tema com curiosidades e, de maneira geral, o conteúdo foi bem organizado trazendo todas as informações necessárias, abordando de forma clara os conceitos, abrangendo todos os hormônios e destinando a eles suas devidas funções, locais de síntese, e utilizando de imagens, esquemas e atividades para melhor os descrever.

Seguido pelo livro D da Vivian L. Mendonça, apresenta o conteúdo em 7 páginas, destinando metade dessas páginas para o hormônio auxina, abordando de maneira abrangente e clara os principais tópicos desse hormônio (Tabela 04), utilizando figuras e esquemas para

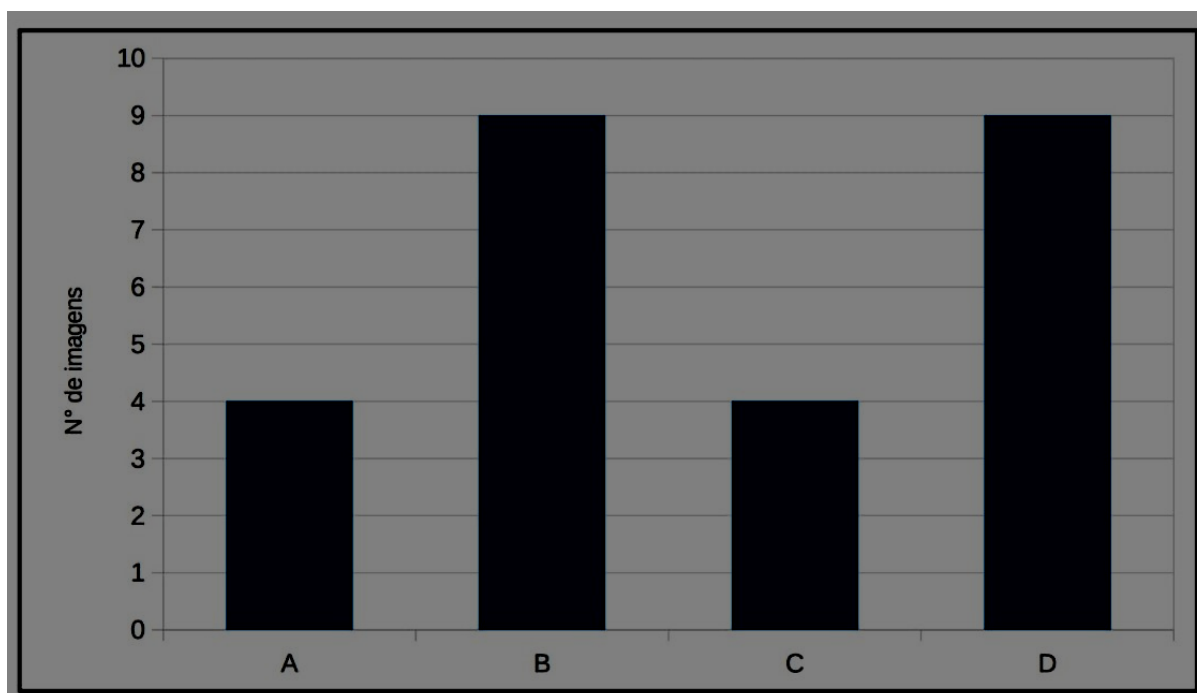
descrever tal hormônio. No entanto, a autora descreve que as auxinas são produzidas apenas pelas células da gema apical do caule e por folhas jovens, sendo que na realidade, em níveis baixos, quase todos os tecidos vegetais podem produzir auxina (TAIZ; ZEIGER, 2013). Já os demais hormônios são abordados de maneira mais sucinta, sendo destinada a esses a descrição de algumas de suas funções principais e seus locais de produção, e excluindo imagens ou esquemas para os descrever melhor, deixando-os assim, com conteúdos bastantes resumidos.

Já a obra C de Amabis e Martho, abordou o conteúdo em 6 páginas. No entanto, destinou uma maior abordagem para todos os hormônios, e utilizou uma tabela para os descrever de maneira direta e clara, apresentando local de síntese, funções e os diferentes tipos de transportes, além de destinar parágrafos específicos para tratar de cada um dos hormônios. No hormônio citocinina, os autores associam sua função com a ação da auxina, sendo algo muito importante para o estudante compreender que a ação desses hormônios pode influenciar os outros, como no caso da citocinina e da auxina, que atuam sinergicamente para regular a divisão celular e de forma antagônica para controlar a formação de gemas e raízes laterais, sugerindo múltiplos mecanismos de interação (CATO, 2006). Essa obra também apresenta imagens para demonstrar o que está sendo tratado no texto, além de esquemas e atividades sobre o conteúdo.

Por fim, temos a coleção A de Sônia Lopes e Sergio Rosso, sendo a obra que trabalhou o conteúdo de hormônios vegetais de maneira mais breve, destinando a esse conteúdo 4 páginas, das quais metade é destinada a abordagem do conteúdo do hormônio auxina. Já aos demais hormônios, foi destinada uma figura contendo seus principais efeitos e local de produção, e que em relação aos demais livros analisados não apresenta disparidade. Esses hormônios são abordados de maneira bastante generalista e rasa, dificultando com que o estudante desenvolva curiosidade acerca desses hormônios.

## 5.2 Uso de figuras e imagens

Por outro lado, algumas dessas obras trazem diversas imagens, auxiliando numa maior compreensão do conteúdo, possibilitando assim uma visão mais esclarecida sobre tal assunto. Segundo Vasconcelos & Souto (2003), as obras didáticas devem prezar pela clareza das informações, instigando a compreensão dos estudantes. Para tal, a presença de imagens nessas obras é fundamental já que o objetivo é de promover de uma aprendizagem significativa. De acordo com Carlos (2010), as imagens propiciam uma ferramenta importante no ensino, pois



elas podem funcionar como uma estratégia mediadora, fortalecendo o elo entre o ato de ensinar e o de aprender.

**Figura 03:** Número de imagens presentes no conteúdo de hormônios vegetais das obras didáticas analisadas.

Os livros didáticos que trazem a maior quantidade de imagens são o B e o D, com 9 imagens cada, por ordem alfabética, dessas 9 imagens presentes no livro B, 7 são esquemas, 1 se trata de um gráfico e 1 é imagem, que se trata de uma foto. Todas as 9 imagens são mencionadas no decorrer do texto, auxiliando na contextualização do conteúdo, elas possuem linguagem de fácil compreensão, coerentes com o texto e com legendas adequadas, no entanto, não apresentam numeração correspondente a cada imagem, ao capítulo ou a página, dificultando a localização.

Como mencionado acima, o livro didático D, vem com 9 imagens, sendo que dessas 6 são fotos, 2 são esquemas e 1 é gráfico. Todas as imagens são bem ilustradas, trazendo fotografias com alta definição, contextualizadas com o assunto abordado, possuindo legendas adequadas, com exceção de uma imagem que não apresentou legenda. Como no livro B, as legendas deste conteúdo não apresentam numeração, tanto para correlacionar a imagem com a página, tanto com o capítulo, dificultando assim sua menção ou localização.

Os livros A e C são os que possuem a menor quantidade de imagens, possuindo um total de 4 imagens cada, por ordem alfabética, o livro A tem 3 esquemas e 1 gráfico, já o livro C apresenta 2 esquemas, 1 gráfico e uma foto. As imagens das duas obras apresentam linguagem simples e de fácil compreensão, além de estarem contextualizadas. Suas legendas possuem descrição adequada e apresentam numeração conforme capítulo e sequência de imagens.

Em todos os livros analisados, a maior quantidade de imagens se destina ao hormônio auxina, com poucas referências aos demais hormônios. No entanto, nenhum dos autores explicou porque trazem mais imagens da auxina do que dos outros hormônios. Todas as obras trazem uma variedade de imagens, esquemas e gráficos, facilitando o entendimento do estudante sobre diferentes conteúdos.

Segundo Almeida (2017), a utilização de imagens como elemento didático é fundamental, pois auxilia o professor no processo de contextualização do conteúdo, não apenas de forma ilustrativa, mas utilizando também conhecimentos prévios do estudante, o que possibilitando ao aluno conectar temas do seu cotidiano com a vida acadêmica. Assim, as imagens são fundamentais, utilizadas como fonte alternativa de assimilação de novos conhecimentos, o que desperta o interesse do estudante e contribui para uma aprendizagem mais rica e significativa (SILVA, et al., 2006).

### 5.3 Atividades

De acordo com França (2020), os livros didáticos possuem como uma das suas principais características, além de apresentarem saberes referentes aos componentes curriculares, também proporem atividades que reforçam a aprendizagem. Assim, faz-se necessário a análise das atividades propostas nas obras didáticas analisadas. No quadro 04, encontram-se os tipos de atividades que são apresentados nas obras didáticas.

**Quadro 07:** Exercícios propostos nos livros didáticos analisados referente ao conteúdo de hormônios vegetais.

Livro A	Livro B	Livro C	Livro D
I – Pense nisso	I – Explorando as ideias do texto	I – Revendo conceitos fatos e processos	I – Atividade prática
II – retomando	II – Para recapitular	II – Questões para exercitar o pensamento	II – Depois da leitura
III – Ampliando e integrando conhecimentos	III – Desenvolvendo habilidades	III – Faça você mesmo	III – Atividades
IV – Testes	IV – Biologia nos vestibulares e no Enem	IV – Biologia no vestibular e no Enem	

O livro A, apresenta o quadro “Pense nisso”, sendo um espaço destinado para indagações em forma de exercícios, ele é apresentado na primeira página do capítulo, despertando a curiosidade do estudante sobre o tema que será estudado neste capítulo. Já no quadro “Retomando” retorna as ideias do quadro “Pense nisso” apresentando, no entanto, questões mais elaboradas e mais específicas, tendo em vista que o assunto já foi estudado. O quadro “Ampliando e integrando conhecimentos” apresenta uma atividade prática, que deve ser interpretada e realizada de forma extraclasse. Por último é apresentado o quadro de “Testes” que aborda questões de múltipla escolha, retiradas de vestibulares específicos e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Já no livro B, apresenta o quadro “Explorando as ideias do texto” que como no livro A, situa-se na primeira página do capítulo, orientando o estudante sobre o assunto. No quadro “Para recapitular” traz questões mais objetivas sobre o conteúdo de hormônios vegetais, e retoma o conteúdo que foi trabalhado no capítulo. Já no quadro “Desenvolvendo habilidades” traz uma questão de vestibular aberta, um pouco mais complexa sobre o conteúdo abordado, devendo o estudante relacionar conteúdos para a solucionar. Essas atividades do tipo “problemas abertos”, como situações problemas, possibilitam ao aluno aproximar a teoria do ensino de ciências à lógica do cotidiano (NUÑEZ; FRANCO, 2001). Na seção “Biologia nos

vestibulares e no Enem” são apresentadas questões de múltipla escolha visando vestibulares, como o ENEM.

O livro C, traz no final do capítulo diversas atividades subdivididas em tópicos. O primeiro tópico é “Revido conceitos fatos e processos” que retoma o conteúdo trabalhado no capítulo. O tópico “Questões para exercitar o pensamento” traz questões mais complexas, extensas e contextualizadas, que estimulam o senso crítico no estudante. Já o terceiro tópico “Faça você mesmo” (Figura 04) propõe a realização de atividades práticas, acerca do conteúdo do capítulo. No último tópico “Biologia no vestibular e no Enem” abordam questões de múltipla escolha e uma questão discursiva, visando vestibulares.

**Figura 04:** Atividade prática proposta pelo livro C de Amabis e Martho, referente ao conteúdo de hormônios.

**Faça você mesmo!**

Registre em seu caderno

**20. Atividade prática: Observando o geotropismo do caule e da raiz**


Esta atividade permite uma demonstração das reações de caules e raízes à gravidade terrestre, comportamento conhecido como geotropismo (ou gravitropismo), estudado neste capítulo.

**Material**

- algodão;
- 2 caixas de plástico transparente retangulares (como as usadas para guardar CDs);
- grãos de milho;
- água;
- papel-alumínio;
- termômetro ambiental (opcional).

**Procedimento**

1. Umedeça o algodão e distribua-o entre as duas caixas de plástico transparente retangulares. Sobre o algodão de cada caixa coloque quatro grãos de milho, um em cada lado, com as pontas voltadas para o centro (veja a ilustração adiante). A quantidade de algodão deve ser suficiente para que as sementes permaneçam fixas quando a caixa for fechada e apoiada sobre um dos lados. Feche as caixas e embrulhe-as em papel-alumínio para evitar a interferência da luz sobre o crescimento das raízes. Ponha as caixas “em pé” sobre um dos lados e marque-o em cada caixa (por exemplo, ↓ Este lado para baixo).
2. Mantenha as caixas nessa posição por quatro dias, quando as raízes devem ter atingido cerca de 3 cm de comprimento, e os caules, cerca de 1 cm. Desembrulhe e observe uma das caixas. Confira as medidas da raiz e do caule; se possível, anote a temperatura local, pois esta pode afetar o desenvolvimento. Como você deve ter percebido, a ideia é orientar as sementes que germinam em quatro posições diferentes em cada caixa.
3. Depois de observar a primeira caixa, embrulhe-a novamente e coloque-a de pé, girando-a noventa graus; mantenha a outra caixa na posição original. Depois de dois dias, desembrulhe as caixas e compare os resultados.




- a) Independentemente da posição original dos grãos, raízes e caules crescem sempre do “seu jeito”? Que jeito é esse, traduzindo para a linguagem científica?
- b) O que se pode dizer sobre o comportamento geotrópico da raiz? E do caule? Qual hormônio vegetal tem relação com isso?
- c) Qual seria a explicação de valor adaptativo para esses comportamentos diferentes de caules e raízes?

No livro D, o primeiro exercício no capítulo analisado é sobre “Atividade prática” (Figura 05) que instiga a realização de atividades em laboratório sob a presença do professor. Neste capítulo são apresentados dois quadros “Depois da leitura” sobre os hormônios vegetais, contextualizando e interligando esse conteúdo com outras áreas, como a agricultura. Por fim, é elaborada a seção de “Atividades” subdividida em três tópicos, “Revido e aplicando conceitos” que recapitula o conteúdo estudado no capítulo, o tópico “trabalhando com gráficos” que instiga o estudante a fazer interpretações dos gráficos referente ao conteúdo e o tópico

“questões do Enem e dos vestibulares” que apresenta questões discursivas e de múltipla escolha.



**Figura 05:** Atividade prática proposta pelo livro D de Viviam L. Mendonça, referente ao conteúdo de hormônios vegetais.



## 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;

#### < 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 fator luz não interferir nos resultados.  
 c) Hilo (no caso da 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.

Os livros que mais abordam atividades sobre hormônios vegetais em seus conteúdos são os livros B e o C, especialmente o livro B que traz atividades contextualizadas sobre todos os hormônios vegetais, interligando o conteúdo diretamente com os exercícios, o livro C apesar de conter todas as suas atividades no final do capítulo, apresenta grande variedade de questões, relacionando diversas formas de aprendizagem. O livro D apresenta uma menor quantidade do conteúdo, em relação aos livros B e C, mas consegue fazer uma boa contextualização desse tema. Já o livro A apesar de possuir uma quantidade considerável de questões, grande maioria aborda apenas o hormônio auxina.

Todas as obras trazem pelo menos uma sugestão de atividade prática, sendo este um método importante de aproveitamento, fixação e aprofundamento do conteúdo estudado no

ensino médio (MAJEROWICZ, 2001). Krasilchik (2005), afirma que para uma melhor compreensão do conteúdo de Botânica a atividade prática é de suma importância permitindo aos alunos vivenciar os conteúdos teóricos previamente trabalhados de forma contextualizada.

#### 5.4 Conteúdos complementares

Para haver a aprendizagem significativa no entanto, também é fundamental a relação do conteúdo com o dia a dia do estudante, fazendo as menções necessárias para criar elos entre o conteúdo abordado e o aluno, para tal finalidade as obras didáticas devem trazer exemplos claros, contemporâneos e presentes na nossa sociedade.

**Quadro 08:** Quadro referente às indicações de informações complementares acerca dos hormônios vegetais.

Livro A	Livro B	Livro C	Livro D
I – Tema para discussão	I – Recursos na web	Não é abordado -----	Não é abordado -----

O livro A, traz no quadro “Tema para discussão”, um espaço planejado para o aprofundamento de temáticas mais relevantes dentre as abordagens. Esse local exemplifica como os hormônios que causam a abscisão foliar foram usados de forma danosa ao meio ambiente, através do agente laranja. Este campo é destinado ao aprofundamento do assunto, quando ocorre a multidisciplinaridade de seus temas. A abordagem de temas multi e transdisciplinares por sua vez, deve aproximar especialistas para tentar compor livros multi- autorais para que assim os livros cumpram o objetivo de ser fonte de consulta mais confiáveis (XAVIER, et al., 2006).

O livro B, traz o campo “Recursos na web”, que indica vídeos no Youtube. Assim, contextualiza e aprofunda o assunto. No entanto, a acessibilidade pode ser um problema, pois essas fontes requerem o uso da internet. Nesse caso, estaria limitado às instituições com maior estrutura tecnológica e a estudantes de classes sociais mais estáveis, financeiramente. Nesse contexto, de acordo com Dias et al., (2009), apesar dos avanços tecnológicos e da grande

variedade de materiais curriculares disponíveis no mercado brasileiro, as classes sociais menos favorecidas têm dificuldade em acompanhar o ritmo das elites no meio escolar, sendo o livro didático, ainda, o recurso mais usado no ensino de biologia. Já no livro C, assim como o livro D, não traz nenhuma abordagem de conteúdos externos ao seu.

#### 5.5 Análise geral sobre o conteúdo de hormônios vegetais presentes nas coleções didáticas

O conteúdo de hormônios vegetais é abordado de forma satisfatória nos livros didáticos analisadas, pois apresentam ausência de erros conceituais, possuem um vocabulário de fácil compreensão, predominando ao longo de todo o seu conteúdo, com uma abordagem específica e clara dos seus textos.

O livro A de Sônia Lopes e Sergio Russo, trabalhou esse conteúdo de maneira breve, abordando o tema de maneira clara e concisa, apresentando imagens, esquemas e gráficos que contextualizam o assunto com os textos. Apresenta atividades que integram, instigam e complementam o conteúdo, e também atividades práticas e conteúdos complementares que aprofundam e integram o tema, possibilitando um entendimento contextualizado do tema com o dia a dia do estudante.

O livro B de César, Sezar e Caldini, possui conteúdo mais amplo acerca desse tema, com conceitos e funções bem definidos abordados de forma clara e sucinta, utilizando e imagens, esquemas e gráficos integrados com o texto, o que possibilita ao estudante compreender o conteúdo de forma contextualizada. No entanto, seria interessante se os autores abordassem essas imagens de maneira numerada, com a sequência do capítulo e das imagens, facilitando com que os estudantes as encontrem e as mencionem com maior facilidade. As atividades propostas ao longo de todo o conteúdo relacionam os textos com as atividades, o que possibilita o aprofundamento do conteúdo abordado nesses textos. Além de apresentar conteúdos complementares contemporâneos, que requerem o uso de internet para serem consultados. Porém os autores devem se atentar para também disponibilizar, conteúdos acessíveis igualmente a todas as classes sociais, uma vez nem todos os estudantes possuem acesso à internet.

O livro C de Amabis e Martho, aborda os hormônios vegetais de maneira mais integrada, ampliando as informações sobre todos os hormônios, além de associarem os hormônios, possibilitando com que os estudantes compreendam que os hormônios exercem

influência sobre os outros hormônios. As imagens por sua vez, apresentam linguagem simples e de fácil compreensão, sendo abordadas ao longo de todo o conteúdo, facilitando a compreensão do tema por apresentar esquemas, gráficos e fotos para melhor descrever o conteúdo. As atividades propostas, apresentam uma variedade de questões e práticas que aprofundam e conectam esse conteúdo com o cotidiano dos estudantes.

O livro D de Viviam L. Mendonça, aborda o conteúdo de forma sucinta e clara. No entanto, a autora deve se atentar com as generalizações conceituais, para não induzir os estudantes ao erro. Já as imagens são apresentadas de maneira ampla, utilizando diversas fotos, esquemas e gráficos conectados ao texto, possibilitando ao estudante aprender de maneira contextualizada esse conteúdo. Dessa forma, o estudante pode ter uma maior compreensão do assunto abordado. Nessa obra, a autora trouxe diversas atividades sobre o tema, o que possibilita aos estudantes uma maior compreensão e aprofundamento do conteúdo, além de atividade prática que deve ser realizada em laboratório com a ajuda do professor. Sendo assim, o estudante pode compreender o conteúdo através de diversas formas, tornando a aprendizagem mais significativa.

De modo geral, no que diz respeito ao conteúdo de hormônios vegetais analisados nesses livros didáticos, houve variação quanto à importância dada esse tema. Isso é verificado pela quantidade de páginas que cada autor dedicou para a abordagem desse conteúdo (Figura 02), Carfini-Cotrim e Rosemberg (1991) afirmam que a importância que um assunto possui é exemplificado na quantidade de páginas que é atribuído a ele.

Em relação as imagens, essas obras trazem uma boa quantidade de ilustrações, estando coerentes com o conteúdo e sendo apresentadas com boa qualidade e nitidez, comparando esses resultados com a pesquisa de Patatti e Araújo (2016) sobre a abordagem da botânica nos livros didáticos do ensino médio, foi demonstrado que a maioria dos livros didáticos analisados apresentam igualmente, imagens com boa qualidade e nitidez, porém, assim como apresentado nos resultados acima, a quantidade de imagens varia de livro para livro. Na mesma linha, a pesquisa de Lima (2011), sobre livro didático de Biologia, afirma que a maioria dos livros analisados por ela, trazem imagens e esquemas bem estruturados e com boa qualidade, auxiliando os estudantes a compreenderem o conteúdo abordado.

Outro ponto importante apresentado acima, são as atividades. De acordo com Krasilchik (2004), as atividades teóricas e práticas auxiliam na aprendizagem dos conteúdos

de botânica. Através delas os estudantes podem aprender de maneira contextualizada os conteúdos abordados. As atividades analisadas sobre os hormônios vegetais nesse trabalho, apresentam variações em relação a quantidade, variando de livro para livro, essas atividades são apresentadas com roteiro, instigam os estudantes a aprofundarem seus conhecimentos acerca do tema. França (2020) realizou uma pesquisa sobre o conteúdo de botânica abordado em livros didáticos de biologia, e afirmou que todas as atividades das obras analisadas por ele, possuem seu mérito, seja pela estrutura, pela dinâmica ou a leveza em trabalhar essas questões. Verificando também, que assim como os livros analisados aqui, as obras analisadas por ele padronizam as questões de vestibulares, o que pode proporcionar ao estudante a possibilidade de conseguir dimensionar seu desempenho com relação aos conteúdos abordados durante seus estudos (OLIVEIRA; MONTEIRO, 2010).

Quanto às atividades práticas, todos os autores fazem atividades práticas que buscam aprofundar e contextualizar essa temática. No entanto, apresentam estruturas parecidas, assim como na pesquisa de Lima (2011) sobre livro didático de Biologia, que afirma que as atividades práticas presentes nas obras analisadas por ela, são em sua maioria muito parecidas, apresentando o experimento com clareza e abordando os cuidados necessários a serem levados em conta. Já na pesquisa de Santos et al (2015) sobre atividades práticas nos livros didáticos de Biologia, afirma que todas as atividades propostas são de caráter fechado, sendo assim, apresentam um conjunto de instruções que o aluno deve seguir de maneira exata, sem a oportunidade de apresentar formas variadas e adaptáveis para a realidade de cada turma. Segundo Moraes (2008), não se pode aprender Ciências por meio de atividades experimentais do tipo receita ou por um roteiro que apresenta sequência ordenada de atividades que devem ser seguidas indistintamente sobre qualquer tipo de situação. O que difere das atividades práticas analisadas nessa pesquisa, pois podem ser adaptadas conforme a orientação do professor.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conteúdo de hormônios vegetais analisados nesses livros, apresenta vocabulário de fácil entendimento, sendo claramente explicado no texto, assim como exige o PNLD. Todos os livros trazem uma variedade de imagens que ilustram e facilitam a assimilação do conteúdo, além de atividades que auxiliam na fixação, bem como, atividades práticas e conteúdos complementares, que somam na abordagem desse tema, possibilitando que o estudante consiga relacionar esse conteúdo com o seu cotidiano.

No entanto, as informações abordadas ao longo de todos os livros sobre os hormônios Giberelina, Citocinina, Etileno e Ácido Abscísico, deixam a desejar na compreensão do tema pelos estudantes, por serem insuficientes, ou seja, por estarem demasiadamente resumidas ou pouco aprofundados, fazendo com que o estudante tenha dificuldades no entendimento ou até mesmo, fique bloqueado para desenvolver curiosidade ou o espírito crítico acerca do tema.

Esse conteúdo, deve receber atenção dos autores, aprimorando suas obras a cada edição, assim como dos professores, que durante as aulas devem explicar aos alunos as possíveis generalizações presentes nos livros didáticos acerca dos conceitos e funções dos hormônios, estimulando, o raciocínio crítico dos estudantes. Assim, é necessário que as avaliações desse conteúdo sejam cada vez mais rígidas e criteriosas tanto pela comissão avaliadora dos livros didáticos, quanto pelos professores nas escolhas dos livros que utilizarão em sala de aula.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., & HANESIAN, H. *Educational Psychology: A Cognitive view*. Nova York: Holt, Rinehardt and Winston (1978).

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. A. Lisboa: Ed. 70 (2006).

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Lei número 9394 (1996).

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: bases legais PCNEM*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

BRASIL. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências Naturais*. Secretaria de Educação Fundamental: Brasília: MEC (2008).

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Secretaria de Educação. Brasília: MEC (2000).

BRASIL. *PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos PCN. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC (2002).

BRASIL. *Secretaria de Educação Fundamental Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio (PCNEM)*. Brasília: MEC/SEF, 2000.

CANIATO, R. *Consciência na educação*. Campinas: SP: Papirus, (1989).

CARLINI-COTRIM, B.; ROSEMBERG, F. Os livros didáticos e o ensino para a saúde: **o caso das drogas psicotrópicas**. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 299-305, 1991.

CATO, S.C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberelinas**. 2006. 73 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 2006.

CASTRO, P.R.C. **Agroquímicos de controle hormonal na agricultura tropical**. Piracicaba: ESALQ, 2006. 46 p.

CASTRO, P.R.C; VIEIRA, E.L. **Ação de bioestimulante na germinação de sementes, vigor das plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja**. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, v. 23, n.2, p. 222-228, 2001.

CARLOS, E. J. (Org.) **Por uma pedagogia da crítica da visualidade**. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2010.

CARNEIRO, M. A. *O Nó do Ensino Médio*. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes (2012).

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez, 1993.

CHOLODNY, N. **Beiträge zur Analyse der geotropischen Reaktion**. Jahrb. wiss. Bot.65: 447–459. (1926).

COLL, J.B.; RODRIGO, G.N.; GARCIA, B.S.; TAMÉS, R.S. **Fisiologia vegetal**. Madrid: Ediciones Pirâmide, 2001. 662p.

Costa, M. V. Material instrucional para ensino de Botânica: **cd-rom possibilitador da aprendizagem significativa no Ensino Médio**. Dissertação de mestrado acadêmico. UFMS/Campo Grande, 2011.

COSTA, N. de L. **Bioestimulante como fator de produtividade da cana-de-açúcar**. 2010. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/878849/1/ClicNews20104.pdf>. Acesso em: 05 set 2020.

CROCOMO, O. J.; CABRAL, J. B. **A biotecnologia no melhoramento de plantas tropicais**. Brasília: ABEAS, 1988. 39 p.

DAVIES, P. J. **Plant hormones: biosynthesis, signal transduction, action**. 3ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. 750 p.

DEMO, P. **Educação e qualidade**. Campinas: SP: Papirus, (2004).

DIAS, R.; ROCHA, C. A. M. **O livro didático do Ensino Médio**. IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, Belém, Anais, 2009.

EMEDIATO, Carlos Alberto. **Educação e Transformação Social**. *Análise Social*, p 207-217. (1978).

FARIAS, J.G.; BESSA, E.; ARNT, A.M. Comportamento animal no ensino de Biologia: **possibilidades e alternativas a partir da análise de livros didáticos de Ensino Médio**. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v.11, n.2, p. 365-384, 2012.

FERREIRA, A. M.; SOARES, C. A. A. Aracnídeos peçonhentos: **análise das informações nos livros didáticos de ciências**. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 14, n. 2, p. 307-314, 2008.

FERRI, M. G. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: EPU, 1985. 362 p.

FRANÇA, D.S., CAVALCANTI, M.L.F.; GEGLIO, P. C. **Avaliação dos conteúdos de botânica abordados em livros didáticos de biologia**. *Open Minds International Journal*. São Paulo, vol. 1, n. 2: p. 36 – 57, 2020.



- FRANCO, M. L. P. B. **O livro didático e o Estado**. ANDE, ano I, n. 5, p. 19-24, (1992).
- FREITAG, B.; COSTA, W. F., & MOTA, V. R. **O livro didático em questão**. 2.ed. São Paulo: Cortez (1993).
- GAMBARINI, C.; BASTOS, F. **A utilização do texto escrito por professores e alunos nas aulas de Ciências**. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. (Orgs.). Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo. São Paulo: Escrituras, 2006.
- GAYÁN, E.; GARCÍA, P. E. **Como escoger un libro de texto? Desarrollo de un instrumento para evaluar los libros de texto de ciencias experimentales**. Enseñanza de las Ciencias, número extra, V Congreso, p. 249-250, 1997.
- Hönig, M. *et al.* **Role of Cytokinins in Senescence, Antioxidant Defence and Photosynthesis**. International journal of molecular sciences vol. 19,12 4045 (2018).
- HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology**. New York: John Wiley, 1999. 512 p.
- HOPKINS, W. G.; HÜNER, N. P. **Introduction to Plant Physiology**. The University of Western Ontario: John Wiley; Sons, 2004. 560 p.
- KRASILCHIK, M. (2004). **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4<sup>a</sup> ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- LEVITT, J. **Introduction to plant physiology**. Saint Louis: C.V. Mosby Company, 1974. 447 p.
- LIMA, T. M. F. **Propostas de Atividade Experimentais em Livros Didáticos de Biologia**. Porto Alegre, 2011.
- LONG, E. **The importance of biostimulants in turfgrass management**. 2006. Disponível em: [//www.golfenviro.com/article%archive/biostimulants-roots.html](http://www.golfenviro.com/article%archive/biostimulants-roots.html). Acesso em 02 set 2020.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N. **A escola na era do DNA e da Genética**. *Ciência e Ambiente*, v. 26, p.149-156, 2003.

LYNCH, J. **Root architecture and plant productivity**. *Plant Physiology*, Rockville v.109, p.7-13, 1995.

MACEDO, E. Imagem e pesquisa em educação: currículo e cotidiano escolar: **O livro didático como dispositivo curricular**. *Rev. Educação & Sociedade*, v. 25, n. 86, p. 15-16, 2004.

MAJEROWICZ, N. Ensino da fisiologia vegetal: **desafios e perspectivas**. In VIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2001, Ilhéus. Anais [CD-ROM], 2001.

MEYER, A.D.; AEBI, R.; MEINS, F. Tobacco plants carrying a tms locus of Tiplasmid origin and the HI-1 allele are tumor prone. *Differentiation*. V. 61, p. 213–221, 1997.

MONTANS, F. M. **Inoculação e aplicação de regulador vegetal em amendoim Runner IAC 886 em solos de diferentes texturas**. 2007. 39 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade de Marília, Marília. 2007.

MORAES, R. O significado da experimentação numa abordagem construtivista: **O caso do Ensino de Ciências**. In: BORGES, R. M. R., & MORAES, R. (Org.) *Educação em Ciências nas séries iniciais*. Porto Alegre: Sagra Luzzato (2001).

MOREIRA, D.A. **O Método Fenomenológico na Pesquisa**. São Paulo: Pioneira (2004).

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física (2011).

NASCIMENTO, G.G.O. **O Livro Didático no Ensino de Biologia**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação – Universidade de Brasília (2002).

NÚÑEZ, I. B.; RAMALHO, B. L.; SILVA, I. K. P.; CAMPOS, A. P. N. A seleção dos livros didáticos: **um saber necessário ao professor**. O caso do ensino de Ciências. *Revista Iberoamericana de Educación*, p. 1-12, 2003.

NÚÑEZ, I. B.; FRANCO, S. O ensino por problemas: **categorias e métodos**. Material mimeo. Natal, 2001.

PATATTI, K; ARAÚJO, M. C. P. **Abordagens de Atividades Experimentais de Botânica nos Livros Didáticos do Ensino Médio e sua Importância no Ensino e Aprendizagem de Biologia.** 2013. Disponível em: [http://san.uri.br/sites/anais/erebio2013/comunicacao/13404\\_140\\_Katarine\\_Patatt.pdf](http://san.uri.br/sites/anais/erebio2013/comunicacao/13404_140_Katarine_Patatt.pdf). Acesso em: 08 nov 2020.

PEIXOTO, CP. **Curso de Fisiologia vegetal.** Cruz das Almas, BA: UFRB, 218p (2020).

PERTICARRARI, A.; TRIGO, F. R.; BARBIERI, M. R.; COVAS, D. T. **O uso de textos de divulgação científica para o ensino de conceitos sobre Ecologia à estudantes da Educação Básica.** Ciência & Educação, v. 16, n. 2, São Paulo, 2010.

OLIVEIRA, A. S.; MONTEIRO, L. B. **A prática do PIBID:** comparando o livro didático com o ENEM. 1º Encontro do Grupo de Estudos Interdisciplinares de Literatura e Teoria Literária, Anais, 2010.

OLIVEIRA, C. O. **Introdução à Biologia Vegetal.** 2. ed. Revisão Ampliada. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 2003

RAVEN, P.H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal.** Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 2014. 876 p.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Fisiologia vegetal.** México: Iberoamérica, 1994. 759 p.

SILVA, E. R. L.; ALVES, L. F. A. GIANNOTTI, S. M. **Análise do conteúdo de artrópodes em livros didáticos de biologia do ensino médio e o perfil do professor: estudo de caso.** Revista Varia Scientia v. 06, n. 11, 2006.

SCHWAMBACH, C.; SOBRINHO, G. C. **Fisiologia vegetal: Introdução às características, funcionamento e estruturas das plantas e interação com a natureza.** 1. ed, São Paulo: Érica, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. p 543–691.

TEALE, W., PAPONOV, I.; PALME, K. Auxin in action: **signalling, transport and the control of plant growth and development.** Nat Rev Mol Cell Biol **7**, 847-859. 2006.

- REID, M. S. **Ethylene in Plant Growth, Development, and Senescence**. p. 486–508. 1995.
- VALOIS, A.C.C. Cultura de tecidos vegetais. In: CID, L.P.B. Introdução aos hormônios vegetais. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000.
- VANNESTE, S.; MAES, L.; DE SMET, I.; HIMANEN, K.; NAUDTS, M.; INZÉ, D.; BEECKMAN, T. **Auxin regulation of cell cycle and its role during lateral root initiation**. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.123, p.139-146, 2005.
- VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de Ciências no Ensino Fundamental – **proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico**. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.
- VIEIRA, E. L. **Ação de bioestimulantes na germinação de sementes, vigor de plântulas, crescimento radicular e produtividade de soja (*Glycine max (L.) Merrill*), feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) e arroz (*Oryza sativa L.*)**. 122 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2001.
- VIEIRA, E. L., CASTRO, P. R. C. **Ação de estimulante no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum L.*)**. Piracicaba: USP, p. 3. 2002.
- WOODWARD, A. W.; BARTEL, B. Auxin: **regulation, action, and interaction**. *Annals of Botany*, London, v. 95, p. 707-735, 2005.
- XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. **A Nova (Moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio**. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, 2006.

## ANEXO A – ATIVIDADES DO LIVRO A.

**Pense nisso**

- Além das plantas mostradas na fotografia acima, que outras angiospermas aquáticas você conhece? Cite exemplos.
- Imagine uma roseira infestada por pulgões em um jardim. Compare a forma como esses dois organismos diferentes obtêm o alimento de que necessitam para sobreviver. De onde obtêm esse alimento?
- As folhas não são úmidas externamente, porém, ao partirmos uma, notamos umidade dentro dela. Como essa água foi parar na folha? Ela fica na folha eternamente? Explique sua resposta.
- Qual é a importância da luz para as plantas?
- Plantas como uma roseira fabricam hormônios. Você conhece algum hormônio vegetal? De que modo sabe qual a sua função?

**Retomando**

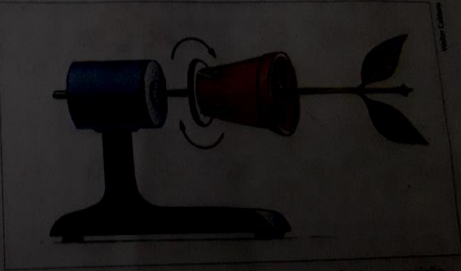
Neste capítulo, você viu que as angiospermas apresentam mecanismos fisiológicos complexos, fundamentais na adaptação ao meio em que vivem. Use o conhecimento que adquiriu com esse estudo e reformule as respostas que deu às perguntas da seção Pense nisso. Como uma planta pode se comportar quando há falta de água? E quando há excesso de luz?

**Ampliando e integrando conhecimentos**

**Atividade 1 Geo e fototropismo**

Na montagem experimental ao lado, uma planta foi colocada em posição horizontal, adaptada a um disco giratório.

Considere que, no mesmo dia da montagem, outro vaso com planta semelhante a esse foi colocado na horizontal, sobre uma mesa. As duas plantas ficaram expostas às mesmas condições de luz e umidade. Passados alguns dias, as plantas foram cuidadosamente retiradas dos vasos. Na planta que ficou sobre a mesa, a raiz cresceu apresentando uma curvatura voltada para baixo e o caule, para cima. Na planta que ficou girando, a raiz cresceu na mesma direção do caule, sem curvaturas. Explique os resultados obtidos.



Esquema da montagem experimental no qual a planta, em posição horizontal, está acoplada a um disco giratório.

Capítulo 8 • Fisiologia das angiospermas

que necessita.

**6. (UFJF-MG)** A poda de plantas é um trato cultural que leva ao desenvolvimento de novos ramos. Esse desenvolvimento ocorre em função:

- do desenvolvimento de gemas laterais, induzido pela diminuição dos níveis de auxina.
- da formação de novas gemas, induzida pelo aumento do etileno, produzido em resposta ao dano causado pela poda.

- c) da quebra da dormência das gemas, promovida pela redução nos níveis de giberelina.
- d) da ativação do metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), induzida pela diminuição nos níveis de etileno.
- e) da ativação de gemas apicais, induzida pelo aumento nos níveis de auxina.

## ANEXO B – CONTEÚDOS RELACIONADOS AOS HORMÔNIOS VEGETAIS NO LIVRO B.

278

# CAPÍTULO 30

## Fisiologia vegetal II: hormônios e movimentos

### UM EXPERIMENTO SIMPLES

Em 1881, **Charles Darwin** e seu filho **Francis** estavam curiosos em relação ao crescimento das plantas, que se curvavam em direção a uma fonte de luz (fototropismo positivo). Eles fizeram experimentos com plantas de alpiste (*Phalaris canariensis*) e de aveia (*Avena sativa*). Ao germinar, essas plantas emitem o **coleóptile**, a primeira folha, enrolada ao redor do primeiro caule. Um **grupo-controle (A)** era mantido em condições normais. Coleóptiles do grupo **B** eram cobertos por um capuz apical de estanho; os do grupo **C** eram cobertos por um colarinho também de estanho, em posição mediana. Os três grupos foram expostos por algumas horas a uma fonte de luz de incidência lateral. O resultado é mostrado na figura abaixo.

Esquema do experimento de Charles e Francis Darwin. Observe a diferença entre os coleóptiles dos grupos B e C. Compare-os aos do grupo A (controle). (Elementos fora de escala de tamanho e de proporção. Cores fantasia.)

Esquema do experimento de Fritz Went com plantas de alpiste. (Elementos fora de proporção de tamanho entre si. Cores fantasia.)

Após algumas horas

Luz

Capuz

Em 1926, o botânico holandês **Fritz Went** formulou a hipótese de que a "influência" citada pelos Darwin correspondia a uma substância produzida no ápice caulinar e que migrava para baixo. Para testar essa hipótese, ele removeu o ápice caulinar de uma planta jovem e o colocou sobre um pequeno bloco de gelatina. Com isso, esperava que tal substância migrasse do ápice para o bloco. Algum tempo depois, colocou o bloco na planta, no lugar de onde havia tirado o ápice. Em seguida, a planta foi deixada na ausência de luz por algum tempo. Went observou, então, que a planta crescerá normalmente, como se ainda tivesse o ápice caulinar.

Somente em 1934, os químicos holandeses Kögl e Haagen-Smit descobriram qual era essa substância indutora do crescimento: o **ácido indolilacético (AIA)**.

### EXPLORANDO AS IDEIAS DO TEXTO

As respostas das questões dissertativas estão nas Orientações Didáticas, ao final deste volume.

1. Qual é a importância do grupo-controle em um experimento? No experimento de Fritz Went mencionado no texto, como você poderia elaborar um grupo-controle?
2. Se o pequeno bloco de gelatina contendo hormônio for apoiado apenas em uma metade do caule sem o ápice (veja a figura ao lado), o que você espera que ocorra na ausência de luz? Justifique?

NÃO  
ESCREVA  
NO LIVRO



## OS HORMÔNIOS VEGETAIS

Nos seres pluricelulares, diferenciação celular e crescimento ocorrem **em conjunto**, caracterizando o que chamamos de **desenvolvimento**, visível pela formação de novas estruturas, tecidos e órgãos.

Nas plantas, no entanto, ao contrário dos animais, crescimento e desenvolvimento são processos **contínuos**, só interrompidos por fatores como infecções ou lesões que levam ao enfraquecimento de suas estruturas de sustentação. Além disso, como já vimos, o crescimento vegetal só se dá em zonas específicas, onde há **meristemas**.

Muitos dos fenômenos característicos do crescimento e da diferenciação, nos vegetais, são induzidos e regulados por vários tipos de íons e de substâncias, como vitaminas e enzimas.

As plantas produzem, ainda, muitos compostos que atuam na regulação de importantes processos, como crescimento, floração, germinação, **senescência** (envelhecimento) e **abscisão** (queda) de folhas e frutos, maturação de frutos, brotamento de gemas. Essas substâncias de origem interna (endógenas), que atuam em pequenas doses em diferentes órgãos das plantas, são os **fitormônios**. Eles são sintetizados em determinados tecidos e órgãos e são transportados para os órgãos-alvo por meio dos vasos condutores, dos espaços intercelulares e de célula a célula.

### As auxinas

As **auxinas** (do grego *auxanein* = distender, aumentar) estão entre os fitormônios mais importantes das plantas superiores e atuam facilitando a distensão das paredes celulósicas das células vegetais.

Além de existirem em pontas (ápices) de caules e raízes, essas substâncias também ocorrem nas sementes em germinação, nos meristemas de cicatrização, nas folhas novas, nos frutos e até em alguns bolores (fungos). Dentre as auxinas, a mais comum é o **AIA (ácido indolilacético)**, sintetizado do aminoácido triptofano.

Sabe-se que os tecidos que sintetizam o AIA são os meristemas. Além disso, observou-se que o AIA apresenta **transporte polar**, isto é, dos centros de formação para baixo (sentido ápice-base), e nunca o inverso.

Atualmente, várias substâncias naturais e sintéticas são agrupadas como auxinas. Auxinas sintéticas são largamente usadas em experimentos e na agricultura, na forma de pastas ou de pulverizações.

#### ■ Luz, auxinas e curvatura

Um **coleóptile**<sup>1</sup> iluminado lateralmente cresce mais do lado escuro, curvando-se no sentido da luz. Esse fenômeno é chamado de **fototropismo positivo**. Como o crescimento está normalmente relacionado às auxinas, esse resultado sugere que há mais auxinas no lado escuro do que no lado iluminado.

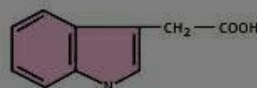
Algumas experiências simples mostram que, realmente, as auxinas migram para o lado escuro, “fugindo” da luz. Essa migração aumenta sua concentração no lado não iluminado, que cresce mais e causa a curvatura.

Na figura ao lado, as setas indicam a migração das auxinas para o lado não iluminado, na ponta dos coleóptiles.

Sabe-se hoje que a luz, além de promover a migração das auxinas, também pode destruí-las. No entanto, a causa mais importante da curvatura em direção à luz é a **migração** da substância, e não a sua **fotodestruição**.

#### ■ Estimulação e inibição do crescimento

O AIA, além de estimular o crescimento, pode também inibi-lo, dependendo da sua concentração e do órgão onde atua.



Fórmula química estrutural do AIA.



Esquema representando o fototropismo, em que ocorre migração das auxinas e a consequente curvatura do coleóptile. (Elementos fora de proporção de tamanho entre si. Cores fantasia.)

<sup>1</sup> **Coleóptile**: é a primeira folha, em forma de bainha enrolada, que se forma na ponta das plântulas de gramíneas (aveia, trigo, arroz).



## ANEXO C – CONTEÚDOS RELACIONADOS AOS HORMÔNIOS VEGETAIS NO LIVRO C.

### 6.4 Hormônios vegetais e controle do desenvolvimento

Nas plantas, o desenvolvimento é controlado por substâncias orgânicas denominadas **fitormônios** (do grego *horman*, estimular) ou **hormônios vegetais**. Estes são produzidos em determinadas regiões da planta e migram para outros locais onde exercem seus efeitos, que consistem na regulação do desenvolvimento em suas diversas manifestações – crescimento, resposta a estímulos, floração etc.

Os fitormônios atuam em pequenas quantidades e sobre células específicas, denominadas células-alvo do hormônio. Há cinco grupos principais de fitormônios, responsáveis pelo controle da divisão celular, do crescimento celular e da diferenciação das células, entre outras ações. São eles: a) auxinas; b) giberelinas; c) citocininas; d) ácido abscísico; e) etileno. Além desses fitormônios mais conhecidos, recentemente têm sido identificadas outras substâncias com funções reguladoras. (Tab. 6.3)

TABELA 6.3 PRINCIPAIS HORMÔNIOS VEGETAIS			
Hormônio	Principais funções	Local de produção	Transporte
Auxina	Estimula o alongamento celular; atua no fototropismo, no geotropismo, na dominância apical e no desenvolvimento dos frutos.	Meristema apical do caule, primórdios foliares, folhas jovens, frutos e sementes em desenvolvimento.	Células do floema e de parênquima associado.
Giberelina	Promove a germinação de sementes e o desenvolvimento de brotos; estimula o alongamento do caule e das folhas, a floração e o desenvolvimento de frutos.	Meristema apical do caule, frutos e sementes em desenvolvimento.	Provavelmente pelo xilema e pelo floema.
Citocinina	Estimula as divisões celulares e o desenvolvimento das gemas; participa da diferenciação dos tecidos e retarda o envelhecimento dos órgãos.	Ápice da raiz, principalmente.	Pelo xilema.
Ácido abscísico	Promove a dormência de gemas e de sementes; induz o envelhecimento de folhas, flores e frutos; induz o fechamento dos estômatos.	Folhas e sementes.	Pelo floema nas folhas e pelo xilema nas raízes.
Etileno	Estimula o amadurecimento de frutos; atua na queda natural das folhas e de frutos.	Diversas partes da planta.	Difusão pelos espaços entre as células.

Efeito da auxina no crescimento

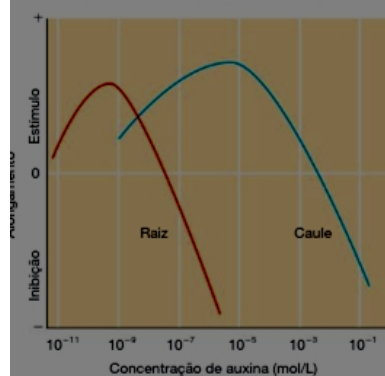


Figura 6.9 Gráfico representando o efeito de diferentes concentrações de auxina sobre o crescimento de raízes e caules. (Elaborado com base em Campbell, N. A. e cols., 2008.)

### Auxinas

As **auxinas** são um grupo de fitormônios representado principalmente pelo ácido indolilacético (AIA). Essas substâncias, produzidas nos ápices caulinares e em folhas jovens, frutos e sementes em desenvolvimento, deslocam-se ativamente, com gasto de energia, pelas células parenquimáticas que circundam os tecidos vasculares. O deslocamento é polarizado, ou seja, as auxinas deslocam-se sempre dos locais onde são produzidas para as regiões inferiores da planta.

Um dos principais efeitos das auxinas é causar o alongamento de células recém-formadas, promovendo seu crescimento. O efeito depende da concentração desse fitormônio; em concentrações adequadas, as auxinas promovem o crescimento máximo das células; em concentrações excessivas, elas inibem o alongamento celular.

A sensibilidade das células às auxinas varia nas diferentes partes da planta; o caule, por exemplo, é menos sensível a esse fitormônio que a raiz. Por isso, uma concentração de auxina que induz um crescimento "ótimo" do caule terá efeito fortemente inibidor sobre o crescimento da raiz. Por outro lado, concentrações de auxina ótimas para o crescimento da raiz serão insuficientes para produzir efeitos no caule. (Fig. 6.9)

## ANEXO D – CONTEÚDOS RELACIONADOS AOS HORMÔNIOS VEGETAIS NO LIVRO D.

motropismo que as trepadeiras enrolam-se nas hospedeiras. <sup>^</sup> Observe na fotografia que as gavinhas de chuchu enrolam-se no fio de arame: resultado do **tigmotropismo**.

135

capítulo  
8

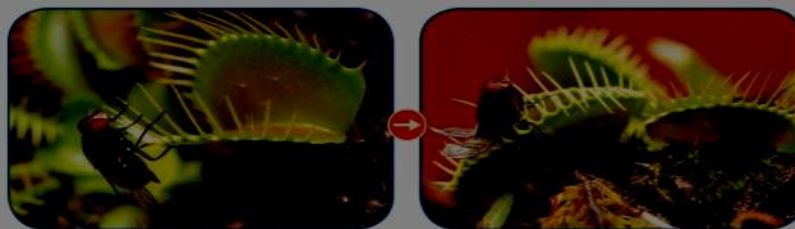
### <4.2> Nastismos

Você já ouviu falar de algumas flores que só se abrem ao anoitecer? E de outras cujas pétalas se abrem quando são iluminadas?

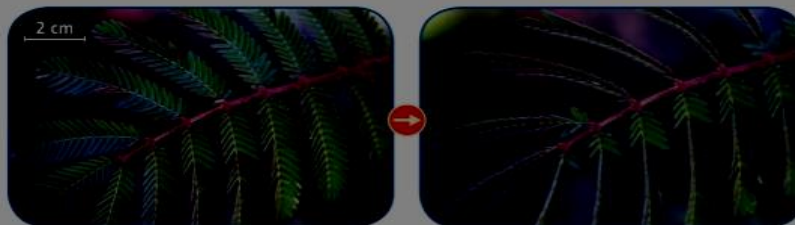
Nesses casos, o estímulo é a luz, mas o movimento é sempre o mesmo: abrir ou fechar as pétalas. Movimentos como esses, causados por um estímulo, mas não orientados por ele, chamam-se **nastismos**.

Veja agora, nas imagens a seguir, dois outros exemplos de nastismos ocorridos como resposta ao toque.

> A folha da **planta carnívora** do gênero *Dionaea* apresenta duas metades articuladas e se fecha como resposta ao toque. O movimento da folha resultou aqui na captura de uma mosca. A folha mede cerca de 3 cm de comprimento.



> A planta *Mimosa pudica*, conhecida como **sensitiva** ou **dormideira**, apresenta um curioso caso de nastismo. A folha (na verdade, um filódio), composta por diversos folíolos, se fecha rapidamente quando é tocada.



Fotos: Filão Colombini/Arquivo do biólogo

## 5 Outros hormônios vegetais

Além das auxinas, existem outros grupos de **hormônios vegetais**. Hormônios são substâncias encontradas sempre em baixas concentrações; são produzidos em um determinado local do organismo e atuam em outro, desencadeando um efeito.

O termo "grupo" foi usado porque há vários compostos químicos que realizam a mesma função na planta. As auxinas, por exemplo, formam um grupo com dezenas de fórmulas químicas diferentes já identificadas em plantas, além daquelas sintetizadas em laboratório. Conheça um pouco sobre os outros hormônios vegetais na tabela abaixo.

Principais grupos de hormônios vegetais		
Hormônio	Local de produção	Algumas funções
Citocinina	Raízes, embriões e frutos	Crescimento e desenvolvimento da raiz; estimula a divisão celular (citocinese) nas células vegetais.
Giberelina	Gema apical do caule e da raiz, folhas jovens e embriões	Germinação da semente, alongamento do caule, formação de flores e frutos.
Ácido abscísico	Folhas, caule e raiz	Inibição do crescimento e indução à dormência quando a planta está sob condições desfavoráveis (frio, seca).
Etileno	Frutos em amadurecimento, folhas velhas	Amadurecimento de frutos. Obs.: O etileno é um gás. Ele pode se difundir entre os frutos pelo ar.

136