

ESTUDO COMPARATIVO DA ABORDAGEM DE ANATOMIA VEGETAL EM LIVROS DIDÁTICOS E NAS AVALIAÇÕES DO PISM/UFJF

Lorena Costa Rosa de Souza Lima¹
Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG
Patrícia de Lima Paula²
Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG
Lucas Vieira Lima³
Centro Universitário Academia, Juiz de Fora, MG

Linha de Pesquisa: Educação

RESUMO

O conteúdo de anatomia vegetal sempre esteve presente nos currículos de Biologia para o Ensino Médio. Um meio para acessar esse conteúdo é pelos livros didáticos devido a democratização desse material nas escolas brasileiras. Uma das formas de verificar o conhecimento do estudante a respeito desse conteúdo é pelas avaliações escolares e exames, tais como os vestibulares e programas de ingresso seriado. Com base nesse contexto, o presente estudo realiza uma análise do conteúdo de anatomia vegetal presente em livros didáticos e os compara com a forma abordada em questões do Programa de Ingresso Seletivo Misto (PISM), oferecido pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). A partir dessas análises, verificou-se que o conteúdo de anatomia vegetal apresenta divergência conceitual entre os livros didáticos e as questões do PISM. Observamos também que o programa pouco explora o conteúdo e quando o mesmo aparece nas questões, se apresenta com a mesma finalidade.

Palavras-chave: Anatomia Vegetal. Avaliação e exame educacional. Ensino de biologia. Livro didático.

1 INTRODUÇÃO

A Botânica é uma área da Biologia e o seu ensino na Educação Básica é voltada para o aprendizado das estruturas e caracteres vegetais, destacando algumas áreas de interesse do aprendizado, como a Anatomia Vegetal (BATISTA & ARAÚJO, 2017). Para acessar esse conteúdo, um meio democrático é indicado aos docentes

¹ Discente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia – orientada lorenasouzalima@gmail.com.

² Docente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia Centro Universitário Academia. Coorientadora.

³ Docente do Curso de Ciências Biológicas do Centro Universitário Academia –Laboratório de Sistemática Vegetal, Centro Universitário Academia. Orientador

por meio uso do Livro Didático (LD). Esse material pode auxiliar os docentes nas aulas de Biologia, visto que têm sido, ao longo da tradição cultural brasileira, um poderoso instrumento de seleção e organização dos conteúdos e métodos de ensino (SELLES; FERREIRA, 2004).

O LD é o instrumento de leitura e aprendizagem de maior acesso dos discentes, devido à sua ampla distribuição em escolas públicas do país, além de ser ofertado gratuitamente aos alunos (RIBEIRO, 2017) e ser um objeto de estudo para as provas de ingresso nas universidades. Em acréscimo, o conteúdo que é fornecido pelo livro, principalmente do Ensino Médio, deve trazer aos alunos uma forma de compreender o assunto para além do passado em sala de aula a fim de que levem o saber para sua vida adulta e o convívio em cidadania, ou seja, adotando uma abordagem multidisciplinar (FRENEDOZO et al., 2005).

Para Rosa (2018), a constituição desse material deve levar em consideração uma lista de conteúdos fundamentais para serem abordados na Educação Básica. Por esse motivo, os LD são o objeto acadêmico mais utilizado nas escolas. A construção dos LD deve tomar como base currículos públicos pré-estabelecidos (ROSA, 2018); dentre esses, podemos citar os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998), as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2013) e atualmente a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2018).

A unificação das ações de aquisição e distribuição de livros didáticos e literários a partir da integração do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) com o Decreto nº 9.099, de 18 de Julho de 2017, garantindo que o livro didático é um instrumento de trabalho necessário para o docente em sala de aula (FRANÇA et al., 2020).

O uso desse instrumento nas aulas de Biologia se torna ainda mais necessário devido a carência de laboratórios e materiais especializados nas escolas, podendo o LD oferecer imagens, esquemas e textos-base que auxiliariam o professor em sua prática. Por exemplo, o assunto sobre tecidos vegetais, em anatomia vegetal, apresenta estruturas complexas e com muitas terminologias que o livro-texto utilizado na sala de aula poderia orientar o estudante caso tivesse ilustrações com legenda e próximas da realidade e o uso dessas terminologias de forma coerente com o conceito. Segundo Rosa e Santos (2013), os LD estão apresentando erros conceituais

pontuais, relativos à apresentação dos conteúdos e conceitos abordados e à estrutura textual presente, além de problemas com impressão (qualidade do papel), diagramação e as figuras utilizadas.

Dessa forma, essas situações se tornam obstáculos epistemológicos para a compreensão do conteúdo de Anatomia Vegetal em sala de aula.

Esses obstáculos podem refletir na realização de avaliações de ingresso nas universidades, pois um dos recursos utilizados pelos alunos é o livro didático para realização de estudo e pesquisa.

Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo analisar a abordagem do conteúdo de Anatomia Vegetal em LD adotados pela matriz curricular de escolas públicas no município de Juiz de Fora, a fim de avaliar se o material oferecido às instituições de ensino básico aborda adequadamente os conteúdos desse tema botânico exigidos dos estudantes nas provas do Programa de Ingresso Seletivo Misto (PISM), sistema de ingresso ao Ensino Superior oferecido pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

2 METODOLOGIA

A pesquisa apresentada é de caráter qualitativo e para sua elaboração dividida em três etapas principais: a leitura de artigos/trabalhos sobre o ensino de Botânica, especificamente sobre a Anatomia Vegetal para o Ensino Médio e sobre LD nas aulas de Ciências, a análise das provas do PISM I, II E III das edições de 2009 a 2022 e a comparação final com a abordagem contextual sobre Anatomia Vegetal nos livros didáticos.

Para a formulação inicial do projeto, na primeira etapa, foram lidos artigos, textos e trabalhos sobre o tema a fim de entender mais sobre a abordagem do conteúdo selecionado durante o Ensino Médio e como o conteúdo é aplicado em sala de aula e abordado nas provas de ingresso em universidades. Após essa primeira análise, foi então consultado o conteúdo programático do PISM, com a finalidade de investigar as competências e habilidades que são apresentadas dos alunos na realização das provas.

A Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) apresenta dois principais meios de ingresso, sendo um deles o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), adotado em todo país, e o outro sendo o Programa de Ingresso Seletivo Misto (PISM), que, segundo a própria instituição:

[...] “é um processo de avaliação seriada, em que os candidatos às vagas oferecidas pela UFJF participam de três módulos de avaliação (I, II e III), um ao final de cada ano do Ensino Médio. Esse sistema busca uma maior interação entre o Ensino Médio e o Superior, já que avalia os conhecimentos do estudante ano a ano, sendo cobrado, em cada prova, conteúdo cumulativo dos anos anteriores conforme Resolução CONGRAD n° 33/2021.”

A Universidade ainda complementa que o programa “permite ao candidato aprimorar seu desempenho ao longo das etapas”, somando as notas obtidas em cada ano e “ele pode avaliar quais os conteúdos que precisam de uma maior atenção e corrigir as falhas, sem sair prejudicado”.

Em seguida, foram selecionadas as avaliações dos Módulos I, II e III do PISM dos anos de 2009 a 2022 a fim de selecionar as questões que abordam conceitos de Anatomia Vegetal. Utilizando do conteúdo programático, foi utilizado padrões de comparação entre a matriz de referência e as habilidades exigidas nas questões antes de prosseguir para a etapa seguinte. As provas foram acessadas através do *site* da própria instituição.

Na terceira etapa foram selecionados os livros didáticos para a análise dos conceitos presentes em Anatomia Vegetal. A seleção foi baseada na lista de livros recomendados pelo PNLD e o material didático foi acessado pelo portal do “E-Docente”.

O Quadro 1 apresentado a seguir, informa os livros selecionados para o prosseguimento dessa pesquisa:

QUADRO 1: Livros didáticos utilizados para o desenvolvimento do presente trabalho.

LIVRO	AUTOR	ANO DE PUBLICAÇÃO	EDIÇÃO
Biologia Hoje (Volumes 1, 2 e 3)	Sérgio Linhares, Fernando Gewandsznajder e Helena Pacca.	2017	3ª edição
Bio (Volumes 1, 2 e 3)	Sônia Lopes e Sérgio Rosso	2016	3ª edição
Biologia Ensino Médio (Volumes 1, 2 e 3)	Sezar Sasson, César da Silva Júnior e Nelson Caldini Júnior	2016	3ª edição

Fonte: Arquivo pessoal.

Apesar das provas selecionadas abrangerem um período anterior aos anos dos livros didáticos publicados e utilizados para essa pesquisa, não houve interferência na análise das questões, pois a matriz curricular do PISM aborda os mesmos conteúdos de Botânica desde 2009.

Feita a triagem, o trabalho prosseguiu com a leitura dos capítulos que envolviam o tema Anatomia Vegetal que estavam sendo utilizados na elaboração das questões das provas de ingresso aplicadas pelo PISM. O objetivo central da etapa foi o de investigar se esses materiais didático abordam todos os conceitos solicitados na avaliação analisada e se essas informações seriam suficientes para auxiliar o discente a elaborar uma resposta de acordo com as habilidades esperadas.

3 DESENVOLVIMENTO

Foram encontradas ao todo 12 questões de Anatomia Vegetal nas provas do PISM dentre os anos de 2009 a 2022, sendo algumas de múltipla escolha e outras questões discursivas, exigindo do aluno um desenvolvimento da resposta. A maioria das questões foram objetivas e presentes nos módulos I com maior frequência. Das 12 questões, 9 foram do Módulo I e 3 do Módulo II (Quadro 2).

QUADRO 2: Relação de questões objetivas e discursivas nos Módulos I e II do PISM.

	NÚMERO DE QUESTÕES OBJETIVAS	NÚMERO DE QUESTÕES DISCURSIVAS
MÓDULO I	5	4
MÓDULO II	1	2

Fonte: Arquivo pessoal.

A prova de Biologia do PISM em 2009 trazia mais questões objetivas de Biologia do que a estruturação atual. O Quadro 3 informa a quantidade de questões abordadas nos diferentes anos de aplicação das provas:

QUADRO 3: Relação das questões objetivas e discursivas do PISM ao longo dos anos.

ANO DE APLICAÇÃO	MÓDULO I OBJETIVAS	MÓDULO I DISCURSIVAS	MÓDULO II OBJETIVAS	MÓDULO II DISCURSIVAS
2009	8	2	8	2
2010-2022	5	2	5	2

Fonte: Arquivo pessoal.

Considerando que, no total, tivemos 202 questões de Biologia aplicadas nos Módulos I e II do PISM, as 12 questões de Anatomia Vegetal correspondem à apenas 5,94% das questões, tendo assim um conteúdo extenso e diverso pouco abordado. A maior causa disso pode ser pela complexidade do conteúdo, que é aplicada de forma mais teórica do que prática em sala, além de abordar termos morfológicos mais complexos. A porcentagem juntamente com a análise do conteúdo das mesmas serão melhor comentadas ao decorrer da discussão.

Os livros didáticos selecionados abordavam o conteúdo proposto para o ensino de Anatomia Vegetal no Ensino Médio de acordo com o que é previsto pela BNCC, mas foi possível observar uma divergência de conteúdo quando aplicados à matriz curricular do PISM, mais especificamente nas questões do Módulo I, que corresponde às provas aplicadas aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

Analisando o conteúdo programático de Biologia proposto pelo PISM nos diversos anos, vemos que o vestibular aborda o tema de Anatomia Vegetal em focos distintos para cada Módulo. No Módulo I é proposto aos vestibulandos a identificação de partes vegetais e caracterizar morfológicamente algumas estruturas presentes nos corpos vegetais (Figura 1). No Módulo II, a Anatomia Vegetal é apresentada com um foco maior na identificação morfológica das angiospermas, mas também abriga conceitos de anatomia vegetal necessários para os outros grupos vegetais, porém em menor foco (Figura 2 A e B). O conteúdo programático não apresenta nenhum tópico propondo a programação e desenvolvimento de questões de Anatomia Vegetal aos discentes no Módulo III.

FIGURA 1: Conteúdo programático de Botânica do Módulo I.

10. HISTOLOGIA VEGETAL

(B e O) - Identificar meristemas apicais e laterais quanto aos tecidos permanentes por eles formados e compreender o conseqüente crescimento por eles originado.

(B e O) - Caracterizar morfofuncionalmente epiderme, periderme, parênquima, colênquima, esclerênquima, xilema e floema.

Fonte: UFJF, 2022.

FIGURA 2 A E B: Conteúdo programático de Botânica do Módulo II.

9. OS VEGETAIS

PLANTAS AVASCULARES E VASCULARES

(B) - Caracterizar e reconhecer os grupos vegetais (briófitas, pteridófitas, gimnospermas e angiospermas) e, em esquemas e figuras, os seus ciclos.

(Observação: quando for o caso, o ciclo básico deverá vir na prova, para consulta.)

(O) - Compreender e explicar o processo evolutivo das plantas quanto a reprodução, presença ou não de tecidos condutores, órgãos vegetativos e reprodutivos.

(O) - Compreender e explicar a organização dos vegetais em um cladograma.

PLANTAS SEM SEMENTES (CRIPTOGAMAS)

(B e O) - Reconhecer e explicar a importância biológica e evolutiva dos processos de reprodução assexuada e sexuada de briófitas e pteridófitas.

PLANTAS COM SEMENTES (ESPERMATÓFITAS)

(B e O) - Caracterizar e explicar a importância morfológica e funcionalmente as estruturas do estróbiló (gimnospermas) e da flor (angiospermas).

(B e O) - Reconhecer e explicar a importância biológica e evolutiva das sementes e das suas estruturas (tegumento, tecido de reserva e embrião).

PLANTAS COM FLORES (ANGIOSPERMAS)

(O e G) - Compreender, explicar e associar a importância biológica e evolutiva da flor e do fruto.

(O) - Compreender e explicar a importância da proteção do óvulo (ovário) para o sucesso reprodutivo deste grupo vegetal.

(O) - Compreender e explicar a importância biológica e evolutiva da polinização e dispersão.

(G) - Analisar situações e relações que envolvam conhecimentos sobre as síndromes de polinização (anemofilia, entomofilia, ornitofilia e quiropterofilia) e dispersão (anemocoria, zoocoria).

(B) - Reconhecer as variações morfológicas de frutos carnosos e secos (deiscentes e indeiscentes).

(B e G) - Caracterizar e analisar as diferentes síndromes de polinização e dispersão de angiospermas.

MORFO-ANATOMIA DE ANGIOSPERMAS

(B e O) - Reconhecer as funções de raiz, caule e folha, relacionando suas adaptações morfológicas básicas ao ambiente (xérico e aquático) e com as condições de reserva.

(O) - Relacionar as variações anatômicas foliares básicas em ambiente xérico e aquático.

(B e O) - Reconhecer e diferenciar as estruturas primária e secundária de caule e raiz.

FISIOLOGIA DE ANGIOSPERMAS

(O) - Compreender e explicar os processos de absorção de água e condução de seiva (floemática e xilemática) e transpiração.

(O) - Diferenciar tropismo (fototropismo /geotropismo) de nastismo.

(O e G) - Compreender e explicar a ação dos cinco hormônios vegetais (auxina, giberelina, citocinina, etileno e ácido abscísico); aplicando esses conhecimentos a seus usos econômicos e as estratégias de sobrevivência vegetal (amadurecimento de frutos, estiolamento, abscisão foliar, dominância apical e cultura de tecidos).

(O) - Compreender e explicar a floração quanto ao fotoperíodo, fotoperíodo crítico, papel do fitocromo e florigeno.

(O) - Compreender e explicar propagação vegetativa, destacando vantagens e desvantagens em relação à reprodução sexuada, totipotência celular e clonagem vegetal.

Fonte: UFJF, 2022.

As questões do primeiro módulo do PISM abordam principalmente a parte da Anatomia Vegetal que trata os sistemas de tecidos fundamentais (parênquima, clorênquima e esclerênquima), a parte de crescimentos primário e secundário e sobre a parede celular vegetal. O assunto sugere aos alunos identificar e diferenciar os tecidos fundamentais, além de compreender os conceitos principais de epiderme, xilema e floema. As figuras 4 e 5 a seguir ilustram questões abordando os temas anteriormente citados. As demais questões do Módulo I se encontram em anexo:

FIGURA 4: Questão do Módulo I do PISM de 2019 abordando os sistemas de tecidos fundamentais.

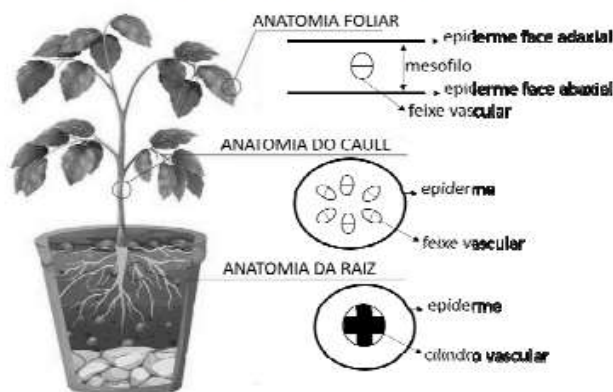
QUESTÃO 08 - O caule das plantas apresenta o meristema apical (ou gema apical). A partir dos meristemas apicais formam-se os meristemas primários, que são a protoderme, o meristema fundamental e o procâmbio. Os tecidos derivados desses meristemas são denominados "tecidos primários". Sobre os tecidos primários das angiospermas assinale a alternativa **CORRETA**:

- (A) Na epiderme, diferenciam-se estruturas, como os estômatos, que controlam a transpiração e as trocas gasosas entre a planta e o ambiente.
- (B) O esclerênquima é um tecido de sustentação da planta, formado por células vivas, geralmente alongadas, ricas em celulose e pectina.
- (C) O colênquima é um tecido de sustentação da planta, formado por células mortas, com parede espessada em função principalmente do depósito de lignina.
- (D) O floema é um tecido que transporta seiva bruta, água e sais minerais a partir de estruturas como os elementos de vaso e traqueídes.
- (E) O xilema é um tecido que transporta seiva elaborada, rica em substâncias orgânicas derivadas da fotossíntese, a partir de estruturas como células crivadas.

Fonte: UFJF, 2019.

FIGURA 5: Questão do Módulo I do PISM de 2022 abordando os sistemas de tecidos fundamentais.

QUESTÃO 10 - A figura abaixo representa uma planta em estado vegetativo com destaque para a caracterização, através de esquemas, de cortes transversais dos seus órgãos vegetativos (raiz, caule e folha). Com relação aos tecidos vegetais que ocorrem nesses órgãos e suas funções, analise as afirmações abaixo:



Fonte: modificado de https://www.freepik.com/free-vector/diagram-showing-plant-tissue-systems_1322510.htm

I) o parênquima é um tecido de paredes com depósito de celulose, sendo encontrado no mesofilo com função fotossintetizante, e nas raízes, com a função de armazenamento.

II) o esclerênquima é um tecido de paredes com depósito de suberina que atua na proteção das raízes, e também é encontrado no caule com a função de sustentação.

III) a epiderme apresenta estômatos nas folhas e no caule, por onde ocorre a transpiração, e na raiz desenvolve os pelos (tricomas) responsáveis pelo aumento da superfície de absorção.

IV) xilema e floema apresentam as paredes celulares lignificadas em suas células transportadoras e são responsáveis pelo transporte nos órgãos vegetais.

V) o caule e a raiz possuem crescimento contínuo durante a vida da planta pois apresentam tecidos chamados meristemas nos seus ápices.

Assinale a alternativa que apresenta as informações **CORRETAS** sobre os tecidos vegetais:

- (A) I, II, IV e V
- (B) I, III e V
- (C) II e V
- (D) II, III e IV
- (E) I, III, IV e V

Fonte: UFJF, 2022.

Ao analisar as questões do Módulo I em acórdância com o conteúdo proposto dos volumes dos livros correspondentes ao ano de ensino, foi possível observar que nenhum dos materiais didáticos trazia em sua extensão o tema abordado nas provas, porém, as questões elaboradas condizem com o conteúdo programático proposto pelo PISM. Foi possível encontrar o assunto abordado nas questões do primeiro ano nos volumes dos livros didáticos voltados primordialmente aos alunos do segundo ano do Ensino Médio nos três autores escolhidos. As Figuras 6 A e B, figura 7 e figura 8 mostram o conteúdo de dois dos livros didáticos selecionados que abordam a mesma matéria levantada na questão ilustrada na Figura 1.

FIGURA 6 A E B: Conteúdo sobre os tecidos fundamentais abordado no livro “Bio”, de Sônia Lopes e Sérgio Rosso.

<p>É por causa do alongamento das células dos entrenós que ocorre o crescimento em comprimento do caule. Em geral, esse alongamento acontece apenas nas porções apicais dos caules.</p> <p>Os meristemas apicais originam a protoderme, o meristema fundamental e o procâmbio (Fig. 7.6). Os tecidos derivados desses meristemas são denominados tecidos primários.</p> <p>A protoderme origina a epiderme, tecido que reveste o corpo da planta, impede a perda excessiva de água e permite trocas de gases necessários à respiração e à fotossíntese.</p>	<p>O meristema fundamental dá origem ao parênquima, ao colênquima e ao esclerênquima.</p> <p>O procâmbio origina o sistema vascular primário, que compreende o xilema ou lenho primário e o floema ou líber primário.</p> <p>Na maioria das monocotiledôneas e em certas eudicotiledôneas herbáceas, só há crescimento primário. Nas eudicotiledôneas lenhosas (árvores e arbustos), a raiz e o caule apresentam, além do crescimento primário, o crescimento secundário, que é em espessura e decorre da atividade de outros meristemas, os chamados câmbio vascular e câmbio da casca (ou felogênio). Os tecidos derivados desses câmbios são chamados tecidos secundários.</p> <p>Os tecidos não meristemáticos organizam-se em sistemas, que são:</p> <ul style="list-style-type: none"> • dérmico ou de revestimento: formado pela epiderme (tecido primário) e periderme (substitui a epiderme nas plantas com crescimento secundário); • fundamental: parênquima, colênquima e esclerênquima (tecidos primários); • vascular: xilema e floema (podem ser primários ou secundários).
---	---

Fonte: LOPES, Sônia, ROSSO, Sérgio; 2016.

FIGURA 7: Conteúdo sobre os tecidos de revestimento abordado no livro “Biologia”, de Sezar Sasson, César da Silva Júnior e Nelson Caldini Júnior.

Os tecidos de revestimento

Os tecidos de revestimento revestem toda a planta e são representados pela **epiderme** e pela **periderme**. Esses tecidos protegem o vegetal de danos físicos e de patógenos.

Em plantas não lenhosas, o revestimento é composto pela epiderme, que se caracteriza por uma camada de células justapostas.

A epiderme apresenta estruturas anexas: suas células podem apresentar modificações, como a impregnação de cálcio ou de sílica (folhas de capim-navalha e cana-de-açúcar) na parede celulósica, que aumentam a resistência mecânica, desestimulando a herbivoria. É comum também a deposição de uma camada de cera ou de cutina na sua superfície externa, o que aumenta muito a impermeabilidade desse tecido, prevenindo contra a perda de água. Há, ainda, várias estruturas de funções específicas: tricomas, estômatos, hidatódios e lenticelas.

Há muitos tipos de **tricomas** distribuídos por todos os órgãos das plantas. Eles podem ser unicelulares ou pluricelulares, vivos ou mortos, secretores ou não secretores, além de apresentarem formas variadas. Os **estômatos** fazem a transpiração e as trocas de gases entre as folhas e o meio; os **hidatódios**, semelhantes aos estômatos, eliminam a água em excesso na forma líquida (gutação); as **lenticelas** permitem trocas gasosas através do tecido suberificado, externo, existente nos caules.

Em plantas lenhosas, os tecidos de revestimento são denominados periderme. Eles substituem a epiderme nas regiões mais velhas do caule e da raiz. As células da superfície dos caules apresentam deposição de suberina e constituem o súber, um tecido de revestimento morto, impermeabilizante e isolante térmico. Algumas plantas têm súber bastante desenvolvido e formam a cortiça, produto de interesse econômico.



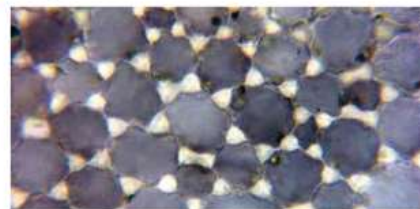
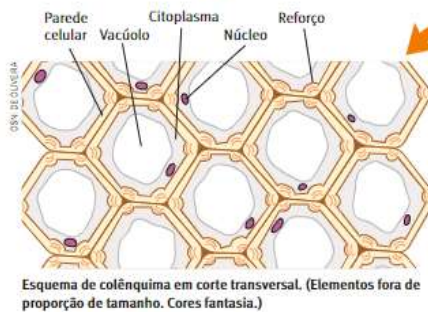
Fonte: SASSON, JÚNIOR, S. JUNIOR, N; 2016.

FIGURA 8: Conteúdo sobre os tecidos de sustentação abordado no livro “Biologia”, de Sezar Sasson, César da Silva Júnior e Nelson Caldini Júnior.

Os tecidos de sustentação

Os tecidos de sustentação são o **colênquima** e o **esclerênquima**. O colênquima está nos órgãos jovens em crescimento, e o esclerênquima, nas partes que já cessaram o alongamento. Como se pode supor, as células desses tecidos têm paredes espessas e contam com reforços de **celulose** e **lignina**. Esse espessamento ocorre internamente à célula, fazendo com que o lúmen ou espaço central das células fique reduzido.

O colênquima é representado por células alongadas, cujas paredes primárias têm reforços apenas nos ângulos ou em forma de placas, isto é, não revestem completamente as células. Assim, elas continuam vivas e podem crescer por distensão das paredes nos pontos não reforçados, o que constitui uma importante adaptação para a proteção de órgãos jovens em crescimento.



Fonte: SASSON, JÚNIOR, S. JUNIOR, N; 2016.

Já as três questões de Anatomia Vegetal abordadas no Módulo II focam na caracterização anatômica de angiospermas, ressaltando sobre a condução de seiva, os crescimentos primários e secundários e propondo diferentes situações para que o aluno

interprete e relacione com as características citadas nos enunciados (Figura 9 e 10). Uma das questões também aborda os tecidos de revestimento, relacionando-os com outros caracteres vegetais.

FIGURA 9: Questão do PISM de 2020 abordando a condução de seiva em plantas vasculares.

QUESTÃO 2 - As plantas são encontradas em diferentes regiões do planeta Terra, e apresentam características que permitem a sua sobrevivência em diferentes condições de temperatura, luminosidade, além de disponibilidade hídrica e nutricional do solo. A tabela abaixo apresenta quatro plantas hipotéticas e, para cada uma, há uma sequência de características anatômicas:

Planta	Espessura da cutícula	Tipo de parênquima	Estômatos	
			Quantidade	Localização
1	fina	amílifero	ausentes	-
2	espessa	aquífero	numerosos	face abaxial (inferior) da folha
3	fina	aerífero	poucos	face adaxial (superior) da folha
4	espessa	amílifero	numerosos	ambas as faces da folha

A) Considerando as informações da tabela, qual das plantas apresenta o conjunto de características que tornariam suas folhas mais adaptadas a um ambiente xérico? Explique como cada uma das características, destacadas pela planta indicada, estaria relacionada às condições de alta incidência dos raios solares promovendo altas temperaturas e baixa umidade (períodos de seca prolongados intercalados por um período de chuva muito curto), próprias desse tipo de ambiente ao qual essas folhas estariam expostas.

B) A raiz da cenoura, da beterraba e da batata-doce são órgãos vegetativos que estão relacionados à absorção e reserva de nutrientes. Analisando as informações da tabela, indique quais as características anatômicas, relacionadas à espessura da cutícula, ao tipo de parênquima e à quantidade de estômatos seriam encontradas nessas raízes. Explique como cada uma das características indicadas se aplicaria à descrição do órgão da planta (raiz subterrânea) e da função (reserva).

Fonte: UFJF, 2020.



FIGURA 10: Questão do PISM de 2017 abordando a condução de seiva em plantas vasculares.

QUESTÃO 2 – Em 1675, o biólogo Italiano Marcello Malpighi (1628-1694) realizou uma experiência básica e fundamental para que ocorresse uma elucidação posterior sobre o fluxo de seivas bruta e elaborada nas plantas vasculares. Nos três casos abaixo desconsidere proliferação de doenças e/ou ataque de pragas e responda:

- a) Caso ocorra uma retirada de casca em torno de todo o tronco principal de uma arbórea na altura do peito (cerca de 1,5 metros do solo), processo denominado anelamento, o que acontece em termos de condução de seivas e manutenção da vida desta planta?

Condução de seivas:
Manutenção da vida:

- b) Caso nessa mesma árvore esse anelamento ocorra apenas em um ramo lateral e não no tronco principal, responda às mesmas questões:

Condução de seivas:
Manutenção da vida:

- c) Caso estipulemos um anelamento de 3cm de profundidade à altura do peito em um estipe (caule de palmeira) com 20cm de diâmetro, responda às mesmas questões:

Condução de seivas:
Manutenção da vida:

Fonte: UFJF, 2017.

FIGURA 11: Questão do PISM de 2010 abordando aos tecidos de revestimento, crescimento primário e secundário e zona de raiz.

Questão 17: Alguns tecidos, as zonas da raiz e os tipos de crescimento em que ocorrem são apresentados abaixo:

- I. Feloderme, presente na zona de maturação ou diferenciação celular, durante o crescimento secundário.
- II. Protoderme, presente na zona de multiplicação ou divisão celular, durante o crescimento secundário.
- III. Endoderme, presente na zona de maturação ou diferenciação celular, durante o crescimento primário.
- IV. Epiderme, presente na zona de multiplicação ou divisão celular, durante o crescimento primário.

Indique a alternativa que apresenta **todos** os itens **CORRETOS**.

- a) I e III
- b) I e IV
- c) II e III
- d) II e IV
- e) III e IV

Fonte: UFJF, 2010.

Dos livros didáticos selecionados para a elaboração da pesquisa, apenas o da Sônia Lopes e do Sérgio Rosso apresentam o conteúdo explorado nas questões do segundo módulo do PISM (Figura 12).

FIGURA 12: Conteúdo sobre os tecidos fundamentais abordado no livro “Bio”, de Sônia Lopes e Sérgio Rosso.

4. Sistemas de tecidos fundamentais

4.1. Parênquimas

Os parênquimas são tecidos formados por células vivas, com parede celular delgada. Elas se comunicam por pontes citoplasmáticas, os plasmodesmos. Assim, há continuidade entre protoplasmas das células parenquimáticas, formando uma unidade funcional chamada **simplasto**. Os parênquimas desempenham várias funções, como preenchimento de espaço, assimilação e reserva.

Os parênquimas com função de preenchimento localizam-se basicamente no **córtex** e na **medula** da planta, sendo denominados, respectivamente, **parênquima cortical** e **parênquima medular**.

Os parênquimas com função de assimilação têm células ricas em cloroplastos, sendo os principais tecidos vegetais responsáveis pela fotossíntese. Eles são denominados **parênquimas clorofilianos** ou **clorênquimas**.

Nas folhas, há dois tipos de clorênquima: o **paliçádico** e o **lacunoso** (ou esponjoso). O clorênquima paliçádico localiza-se sob a epiderme superior da folha e apresenta células prismáticas altas e justapostas. O clorênquima lacunoso situa-se abaixo do paliçádico e é constituído por células de formato irregular, com poucos cloroplastos. Por não serem justapostas, essas células deixam muitos espaços entre si, que são importantes nos mecanismos de trocas gasosas (Fig. 7.12).

Os parênquimas de reserva são formados por células sem cloroplastos e, por isso, são denominados **parênquimas incolores**. Eles são responsáveis pelo armazenamento de substâncias, recebendo nomes especiais conforme as substâncias armazenadas. São exemplos:

- **parênquima amilífero:** suas células contêm grãos de amido;
- **parênquima aquífero:** armazena água;

- **parênquima aerífico** ou aerênquima: armazena ar. Os parênquimas de reserva de substâncias nutritivas, como o amilífero, são geralmente encontrados em órgãos que não ficam expostos à luz, como em raízes e caules subterrâneos.

Os parênquimas aquíferos são desenvolvidos em plantas que vivem em ambiente seco ou salino, uma adaptação que possibilita armazenar água. Suas células são volumosas e apresentam vacúolo que ocupa praticamente todo o volume celular.

Os parênquimas aeríficos ocorrem principalmente em plantas aquáticas, auxiliando em sua flutuação.

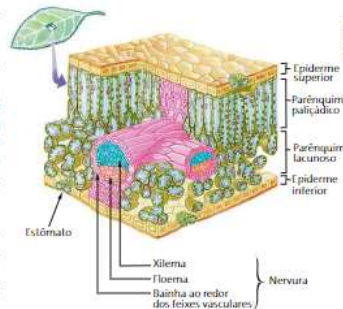


Figura 7.12. Esquema da estrutura interna de uma folha, em corte transversal, baseado em observações ao microscópio de luz. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Fonte: LOPES, Sônia, ROSSO, Sérgio; 2016.

A partir da observação dos livros didáticos e a avaliação do conteúdo, é válido pontuar a importância dos professores complementarem o conteúdo passado em aula a fim de alertar aos alunos da importância de estudar por outras plataformas além do livro oferecido, principalmente no primeiro ano, já que foi possível verificar a divergência entre os temas abordados no livro com as questões apresentadas no Módulo I do PISM e orientar os discentes de onde conseguir esses materiais de apoio.

Vale ressaltar que como o PISM é uma forma de ingresso à universidade – especificamente a UFJF - oferecido aos alunos na cidade de Juiz de Fora e região, algumas instituições de Ensino adotam medidas acadêmicas focadas mais no preparatório para o PISM do que para o ENEM, por esse se tratar de um vestibular em três etapas envolvendo uma matéria central para cada ano do Ensino Médio. Por isso, muitas escolas acabam desenvolvendo seu próprio material didático focado especificamente às questões do PISM e às matérias previstas no conteúdo programático oferecido pela Universidade em cada edital. Sendo assim, algumas escolas não utilizam apenas do livro didático para o ensino em classe.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Anatomia Vegetal é um conteúdo extenso por abordar muitos detalhes e de suma importância para o entendimento da estrutura da planta e o seu funcionamento interno. Considerando essa informação juntamente com a porcentagem de aplicação da matéria nas provas vestibulares do PISM e com a análise das questões, podemos afirmar que ainda temos poucas questões sobre a Anatomia Vegetal e as mesmas apresentam conteúdos repetidos, não sendo possível, assim, explorar outras áreas dentro desse tópico bem amplo e, assim, ter uma margem maior para a utilização dos livros didáticos em sala.

O trabalho teve o objetivo de avaliar a abordagem do conteúdo de Anatomia Vegetal nos livros didáticos adotados pelas escolas públicas de Juiz de Fora e averiguar se o assunto abordado no material condiz com as questões propostas pelo PISM e se a matéria abordada nos livros didáticos responderia suficientemente as questões apresentadas.

Concluimos com essa pesquisa que os livros didáticos não atendem em totalidade com o que é proposto na matriz do PISM, principalmente no Módulo I, onde temos o conteúdo da prova abordado em livros didáticos primordialmente voltados ao 2º ano do Ensino Médio. No Módulo II, apenas um dos livros didáticos abordavam parte do conteúdo proposto nas provas.

Devido à isso, vale às instituições de ensino que focam suas aulas do Ensino Médio especificamente para o PISM, adotar materiais didáticos acessíveis além do livro que complementem os assuntos abordados nestes.

A previsão para pesquisas futuras é a de ampliar o campo de estudo da aplicação da Anatomia Vegetal nos vestibulares e nas próximas provas do PISM, além de aumentar o número de livros didáticos utilizados. Recentemente, no dia 27 de Maio de 2022, a Universidade Federal de Juiz de Fora publicou uma notícia sobre um novo conteúdo programático que entrará em vigência a partir do ano de 2023 devido à reforma do Ensino Médio, que visa a Lei nº 13.415/2017. Com isso, será possível retomar os passos desse estudo para realizar uma nova análise com o que está sendo proposto nos livros didáticos, orientados pela BNCC, facilitando, assim, o estudo dos discentes que de alguma forma, se apropriam desse material didático como base para o seu aprendizado.

ABSTRACT

Textbooks are widely used for the teaching of Plant Anatomy in High School and the content covered in them is important for students at the time of study for college entrance exams, including the Mixed Selective Admission Program (PISM), offered by the Federal University of Juiz de Fora (UFJF). The article presented consists of evaluating whether the books adopted meet the questions proposed by PISM through the analysis of three teaching materials by different authors, as well as verifying the approach of the subject in the entrance exam in question. During the discussion of the results, there was a discrepancy between the content of the book and the questions of Module I, in addition to having Plant Anatomy as a content little addressed and present in a repetitive way in the exams.

Keywords: Botanical content. Plant Anatomy. Entrance exam. Courseware.

REFERÊNCIAS.

BATISTA, L.; ARAÚJO, J. A botânica sob o olhar dos alunos do Ensino Médio. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 8, n. 15, p. 109-120, 2017.

Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/151>. Acesso em: 29 mar. 2022.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC/SEB, DICEI, 2013.

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

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Secretaria de Educação Básica. Brasília: MEC/SEF, 1998.

FRANÇA, D. S. de; CAVALCANTI, M. L. F.; GEGLIO, P. C. Avaliação dos conteúdos de botânica abordados em livros didáticos de biologia. **Open Minds International Journal**, v. 1, n. 2, p. 36–57, 2020. Disponível em: <https://www.openmindsjournal.com/openminds/article/view/29>. Acesso em: 28 mar. 2022

FRENEDOZO, R.C.; et al. **Análise de livro didático de Biologia para o ensino médio: as abordagens e métodos aplicados ao ensino de botânica**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v.5, 2005.

LOPES, S., ROSSO, S. **Bio**: Volume 1. 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 2016.

ROSA, D.M. O livro didático, o currículo e a atividade dos professores de Ciências do Ensino Fundamental., **Revista Insignare Scientia**, v.1, n. 1, 2018. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/download/7664/5136/> . Acesso em: 12 abr. 2022.

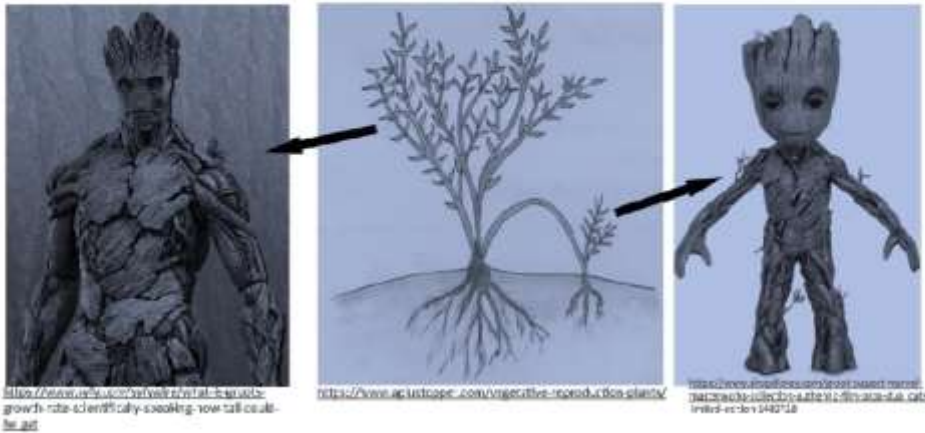
ROSA, M.D., SANTOS, J.V.A. **O uso do livro didático nas aulas de ciências: alguns apontamentos com base em textos da área**. Revista de Ensino de Biologia (SBEnBIO), 2012.

SELLES, S.E; FERREIRA, M.S. **Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências.**, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000100007>. Acesso em: 29 mar. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. **Resolução CONGRAD n° 33/2021.** Juiz de Fora, 2021.

ANEXO

QUESTÃO 2 - Quando o roteirista e o desenhista se lembram das aulas de botânica... A figura abaixo apresenta personagens fictícios criados por desenhistas da *Marvel Comics* e que fazem parte dos filmes *Guardiões da Galáxia* e *Guardiões da Galáxia Vol. 2*. No primeiro filme o personagem à esquerda (*Groot*) morre para salvar os seus amigos. O personagem da direita (também denominado *Groot*, mas aqui vamos chamá-lo de *Baby Groot*) estrela o segundo filme e é uma versão baby (bebê) do primeiro. A figura central remete à possível origem de *Baby Groot*, ou seja, a reprodução vegetativa de *Groot* (um broto de *Groot*).



Página 14 de 17

A) Observando a figura central, representando o surgimento de uma nova planta, espera-se que o Baby Groot possa se desenvolver num Groot adulto. Nas plantas, como denominam-se os tecidos que dão origem a novos tecidos e onde encontramos esses tecidos nas raízes e caules em crescimento primário?

B) Os personagens representam árvores com crescimento secundário e, portanto, desenvolvimento de lenho (madeira) e, além disso, têm um revestimento que os tornam resistentes ao fogo e podem aumentar de tamanhos. Considerando que os criadores e roteiristas dos personagens tenham lembrado as aulas de desenvolvimento das plantas e dos tecidos vegetais, RESPONDA:

I) quais tecidos meristemáticos são responsáveis pelo crescimento secundário das árvores?

II) qual tecido originado a partir desse crescimento teria a capacidade de impermeabilizar a superfície das árvores e, portanto, proteger de altas temperaturas quando expostas ao fogo?



Questão 2:

Antes considerada uma estrutura inativa, a parede celular é atualmente reconhecida como tendo papel ativo na absorção e transporte célula a célula. Além disso, alguns componentes fazem papel de moléculas sinalizadoras ou de fitoalexinas, atuando na defesa a bactérias e fungos patogênicos.

a) Quais as partes constituintes da parede celular vegetal?

b) Explique como acontece a citocinese em células vegetais.

c) Como acontece a comunicação entre duas células parenquimáticas através da parede celular?



Questão 1 – A espécie *Euterpe oleracea* (açazeiro) possui aproveitamento econômico de praticamente todos os seus órgãos. Da região apical do caule, extrai-se o palmito, muito utilizado em pratos da culinária nacional. Das fibras encontradas nas folhas, são confeccionadas várias peças de artesanato. Do fruto, além do valor nutricional como alimento energético, destaca-se também a importância para a indústria cosmética, devido à presença de pigmentos antioxidantes (antocianinas). Considerando os aspectos citológicos e histológicos do caule, folhas e frutos do açai, analise as questões abaixo e responda:

- a) O palmito do açai é obtido da parte mais jovem do caule, próximo da região onde ocorre a divisão das células do meristema apical. Os tecidos de revestimento e de preenchimento encontrados no palmito são formados a partir de quais meristemas primários?

- b) As fibras da folha do açazeiro compõem os tecidos colênquima e esclerênquima, responsáveis pela sustentação desse órgão. Apresente duas diferenças estruturais entre as células do colênquima e do esclerênquima.

- c) A antocianina, pigmento responsável pela cor roxa das células parenquimáticas da polpa do açai, é armazenada dentro do vacúolo. Além do armazenamento de pigmentos, cite uma outra função atribuída ao vacúolo da célula vegetal.

UFJF – MÓDULO I DO PISM – TRIÊNIO 2013-2015 – PROVA DE BIOLOGIA
PARA O DESENVOLVIMENTO E A RESPOSTA DAS QUESTÕES, SO SERÁ ADMITIDO USAR CANETA ESFEROGRÁFICA AZUL OU PRETA

Questão 2 – A superfície do corpo vegetal é recoberta por tecido primário ou secundário, de acordo com o tipo de crescimento e o estágio de desenvolvimento da planta. Sobre esses tecidos, pergunta-se:

- a) Qual é o nome do tecido primário de revestimento, originado na protoderme?

- b) Em folhas e caules jovens, o tecido primário de revestimento é formado por vários tipos celulares, dentre os quais se destacam os estômatos. Qual é a principal função dos estômatos para a planta?

- c) O felogênio origina o tecido secundário de revestimento, caracterizado por apresentar uma de suas camadas com células mortas na maturidade, com parede celular impregnada de suberina. Quais são as importâncias econômica e ecológica dessa camada de células mortas?



20. Há alguns anos, a parede celular de células vegetais era considerada uma matriz rígida. Hoje em dia, sabe-se que ela possui uma estrutura resistente, mas permeável, não exercendo controle sobre as substâncias que entram ou saem das células. Sobre a parede celular de células vegetais, é **CORRETO** afirmar que:

- a) é formada por peptidoglicanos, que são glicídeos associados a aminoácidos.
- b) há presença de uma cápsula mucilaginosa, que confere adesão à mesma.
- c) é formada por celulose e lignina, como constituintes majoritários.
- d) é formada por amido, que aumenta a permeabilidade celular.
- e) é formada por quitina, que confere rigidez à mesma.

Questão 16: Analise as afirmativas abaixo, sobre a origem e as características morfofuncionais da **epiderme** nos vegetais.

- I. Origina-se do meristema fundamental, localizado nas extremidades do caule e da raiz.
- II. Além da função de revestimento, também está envolvida na realização da fotossíntese.
- III. É substituída pela periderme em órgãos que desenvolvem crescimento secundário.
- IV. Possui células especializadas para realização de trocas gasosas e secreção de substâncias diversas.

Estão **CORRETAS** as afirmativas:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) I e IV.
- d) II e III.
- e) III e IV.

Questão 19: A despeito da similaridade entre as células animais e vegetais, elas têm algumas diferenças que caracterizam esses dois tipos celulares. Como exemplos de diferença, as células **vegetais**:

- a) não possuem microtúbulos e têm numerosos e grandes aparelhos de Golgi.
- b) possuem apenas cloroplastos, não possuem mitocôndrias e têm menor número de cromossomos.
- c) são autotróficas e acumulam energia na forma de amido.
- d) são imóveis e não formam glicocálice.
- e) não sofrem meiose e possuem parede celular.