

PROJETO DE CULTURA E EXTENSÃO

PROPOSTAS PARA O ENSINO DE BOTÂNICA

MANUAL DO CURSO PARA ATUALIZAÇÃO DE PROFESSORES DOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO



Apoio: Comissão de Cultura e Extensão – USP
Instituto de Biociências
Departamento de Botânica

Organizadores: Déborah Yara Alves Cursino dos Santos e Gregório Ceccantini

São Paulo
Julho/2004



ORGANIZADORES DESTE VOLUME

Dra. Déborah Yara Alves Cursino dos Santos e
Dr. Gregório Ceccantini

ORGANIZADORES DO CURSO

Professores do Departamento de Botânica

Prof. Antonio Salatino

Profa Déborah Yara Alves Cursino dos Santos (coordenadora)

Profa Estela Maria Plastino

Profa Fungyi Chow Ho

Prof. Gregório Ceccantini

Profa Mariana Cabral de Oliveira

Doutora

Claudia Maria Furlan

Pós-graduandos

Luciana Witovski Gussella

Lucimar Barbosa da Motta

Mariane Silveira Souza

Marina Milanello do Amaral

Roselene Donato

Rogério Mamoru Suzuki

Simone Soares Gregório

Técnicas

Gisele Rodrigues de Oliveira Costa

Mourisa Maria de Souza Ferreira



Ficha Catalográfica

P 965 Proposta para o ensino de botânica: curso para atualização de professores da rede pública de ensino / Organizado por Déborah Yara Alves Cursino dos Santos, Gregório Ceccantini; organizadores do curso Antonio Salatino . [et al]. – São Paulo : Universidade de São Paulo, Fundo de Cultura e Extensão : Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2004.
47 p. : il. – (Projeto de Cultura e Extensão)

1. Botânica – Estudo e ensino I. Santos, Déborah Yara Alves Cursino dos, org. II. Ceccantini, Gregório, org. III. Salatino, Antonio, org. curso IV. Plastino, Estela Maria, org. curso V. Ho, Fungyi Chow, org. curso VI. Oliveira, Mariana Cabral de, org. curso VII. Série

LC: QK 51

ISBN 85-85658-17-7



INDICE

P1 e P2 – Coleta de material botânico e Reconhecimento dos grupos vegetais.....	05
P3 – Ciclos de vida.....	08
P4 – Anatomia de madeira.....	10
P5 – As plantas no dia-a-dia.....	13
P6 – Diversidade floral.....	16
P7 e P8 – O professor vai as compras: morfologia vegetal	20
P9 – Polinização.....	25
P10 – Substâncias de reserva nos vegetais.....	28
P11 – Extração de pigmentos.....	32
P12 - Fotossíntese.....	36
P13 – Biólogo de cozinha: extração de DNA.....	39
P14 - Confeção de papel a partir de fibras vegetais não-lenhosas.....	42
P15 - O ágar e a técnica de marmorização.....	45
P16 - Discussão sobre Botânica nos livros didáticos.....	47



Apresentação

Sabe-se que muitos professores fogem das aulas de botânica, relegando-as ao final da programação do ano letivo, por medo e insegurança em falar do assunto. Uma das maiores reclamações é a dificuldade em desenvolver atividades práticas que despertem a curiosidade do aluno e mostre a utilidade daquele conhecimento no seu dia-a-dia. Será tão difícil montar aulas práticas em botânica?

O objetivo desta proposta é criar, fornecer e desenvolver aulas práticas em diversos temas da botânica junto com professores dos ensinos fundamental e médio. Estas aulas deverão ser direcionadas aos professores visando suas aplicações em salas de aula. Pretende-se com essas atividades, mostrar o quanto a Botânica toma parte no dia-a-dia do cidadão e como os materiais para aulas práticas de botânica são acessíveis e fáceis de usar.



P1 e P2 - RECONHECIMENTO DOS GRUPOS VEGETAIS

Estela Maria Plastino (emplasti@usp.br)

Paulo Takeo Sano (ptsano@usp.br)

Dentre os organismos denominados de “vegetais”, existe uma diversidade muito grande de filos (= divisões). Parte deles não é fotossintetizante, como por exemplo, os fungos. Os demais fazem fotossíntese, e para que este processo ocorra, apresentam diferentes tipos de pigmentos, sendo o mais importante, a **clorofila a**. São as clorofilas as responsáveis pela coloração verde das plantas.

Os vegetais podem ser encontrados em ambientes terrestres e aquáticos. Os principais grupos são facilmente reconhecidos, desde que aprendamos a “enxergá-los”. É necessário para isso, que estimulemos nossa capacidade de observação e percepção com relação à diversidade de formas e cores. Destacamos a seguir, alguns grupos que facilmente podem ser encontrados nos ambientes que nos cercam:

Algas

São organismos **fotossintetizantes avasculares** e portanto, sem organização de raiz, caule e folhas. Podem ser microscópicos ou macroscópicos. A maioria é aquática, mas também é possível encontrar algas crescendo sobre troncos de árvores ou em solo úmido. Estão agrupadas em vários filos que podem ser reconhecidos pela organização do talo, pigmentação e tipo de material de reserva que apresentam. No ambiente terrestre ou de água doce, são comuns as algas verdes (Chlorophyta).

Briófitas (Filo Bryophyta)

Assim como as algas, as briófitas são organismos **fotossintetizantes avasculares**. Porém, seus **gametas estão sempre protegidos por estruturas multicelulares**, denominadas de arquegônios e anterídios. O arquegônio envolve a oosfera (gameta feminino), enquanto que o anterídio envolve os anterozóides (gametas masculinos). Estas estruturas protegem os gametas da dessecação e representam um avanço para sobrevivência ao ambiente terrestre. Porém, ainda são bastante dependentes da água, pois seus gametas masculinos apresentam flagelos, e precisam nadar num meio aquoso para alcançar a oosfera. São formas macroscópicas e delicadas, atingindo apenas alguns centímetros de comprimento. O gametófito constitui-se na fase dominante. Podemos reconhecer os antóceros, as hepáticas e os musgos. Estes últimos apresentam estruturas que lembram raízes, caules e folhas, porém estas não possuem xilema e floema, e portanto, não podem ser assim denominadas.

Pteridófitas

São organismos **fotossintetizantes e vascularizados** (presença de raiz, caule e folhas). Assim como nas briófitas, seus **gametas estão sempre protegidos por arquegônios e anterídios**. São geralmente maiores que as briófitas e apresentam o esporófito como fase dominante. As pteridófitas podem ser distintas das demais plantas vasculares terrestres pela ausência de sementes. Estão distribuídas em quatro filos atuais. São exemplos de pteridófitas as cavalinhas, os licopódios, as



selaginelas e as samambaias. Estas últimas, geralmente possuem folhas compostas (frondes) com esporângios organizados em soros.

Gimnospermas

São organismos **fotossintetizantes, vascularizados e com sementes**. Estão distribuídos em cinco filos atuais. Incluem árvores como os pinheiros, ciprestes e seqüóias. A semente é a unidade de dispersão destas plantas. Consiste de um envoltório, um embrião e alimento armazenado. Representa um avanço em relação ao esporo, que se constitui na unidade de dispersão dos grupos citados anteriormente. A semente de gimnosperma não possui ao seu redor um invólucro protetor que se constitui na parede do fruto das angiospermas ou plantas com flores. Gymno = nua; esperma = semente.

Angiospermas (Anthophyta)

São organismos **fotossintetizantes, vascularizados, com sementes, flores e frutos**. Dos organismos fotossintetizantes são os mais numerosos em espécies. Suas características vegetativas são bastante diversificadas. Ervas, arbustos e árvores podem ser encontrados nos mais diversos ambientes.

Fungos

Constituem-se em organismos **não fotossintetizantes** que são agrupados em vários filos. Apesar de não serem plantas, são tradicionalmente estudados pela botânica. Reproduzem-se por esporos, e a maioria dos fungos é formada por estruturas denominadas hifas. São conhecidos como cogumelos, bolores, leveduras e ferrugens. Podem se associar a outros organismos, como as algas. Neste caso, recebem o nome de fungos liquenizados ou líquens que são facilmente encontrados crescendo sobre troncos de árvores.

OBJETIVOS

Identificar e caracterizar alguns dos grandes grupos que são estudados pela botânica: algas, briófitas, pteridófitas, fungos e líquens.

PROCEDIMENTOS

As equipes irão percorrer as áreas verdes próximas ao local do curso, acompanhadas pelos professores. Esta visita monitorada permitirá a observação, seleção e coleta de diferentes plantas e fungos que serão levados ao laboratório, onde poderão ser adequadamente caracterizados. Esta caracterização deve permitir o reconhecimento dos grandes grupos que ocorrem nas áreas verdes.

1. Defina algas;
2. Compare algas e briófitas;
3. Compare briófitas e pteridófitas;
4. Compare algas e fungos;



5. Proponha uma atividade prática semelhante a essa que você experimentou nessa aula levando em conta o seguinte:
- a) a realidade de sua escola;
 - b) o perfil dos seus alunos;
 - c) o tempo que você tem disponível para executá-la;
 - d) uma forma de avaliação do aprendizado dessa atividade prática.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

Oliveira, E.C. 2003. *Introdução à Biologia Vegetal*. 2a.edição. EDUSP, São Paulo.

Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*. 6a.edição. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro.



P3 - CICLO DE VIDA

Estela Maria Plastino (emplasti@usp.br)
Roselene Donato (rdonato@ib.usp.br)

Nesta aula, serão apresentados os tipos de ciclos de vida, e por meio de uma análise comparativa, estes serão descritos para os diferentes grupos de algas, briófitas, pteridófitas e fungos.

Dois tipos de ciclo de vida podem ocorrer nos diferentes grupos:

Ciclo haplobionte

Não ocorre alternância de gerações. Apenas uma geração está presente, podendo ser a gametofítica (ciclo haplobionte haplonte) ou a esporofítica (ciclo haplobionte diplonte).

Ciclo diplobionte

Ocorre uma alternância de gerações entre a fase gametofítica e a esporofítica. Estas fases podem ser morfologicamente semelhantes, caracterizando o ciclo diplobionte isomórfico, ou morfologicamente distintas, caracterizando o ciclo diplobionte heteromórfico.

Os organismos podem se reproduzir de diferentes maneiras:

Reprodução vegetativa

Caracteriza-se pela formação de descendentes que não diferem geneticamente do organismo que lhes deu origem (clones). É um tipo de reprodução muito comum entre os vegetais. Ocorre pela formação de propágulos, gemas ou simples fragmentação.

Reprodução esporica

Caracteriza-se pela formação de esporos, que são células reprodutivas diferenciadas e formadas em estruturas denominadas esporângios. Os esporos irão germinar e originar novos organismos.

Reprodução gamética

Caracteriza-se pela formação de gametas. Neste caso, é possível reconhecer: i, a isogamia, quando os gametas são idênticos; ii, a anisogamia, quando os gametas diferem pelo tamanho; ou iii, a oogamia, quando os gametas diferem tanto pelo tamanho quanto pela forma.

As etapas da sexualidade (plasmogamia, cariogamia e meiose) podem estar presentes nas diferentes fases do ciclo de vida dos grupos estudados e estão associadas aos distintos tipos de reprodução.

OBJETIVOS

Possibilitar o entendimento do histórico de vida de algas, briófitas, pteridófitas, fungos e líquens, por meio do reconhecimento das diferentes etapas, tipos de reprodução e estruturas reprodutoras.

PROCEDIMENTOS

A turma será dividida em equipes, as quais receberão indivíduos ou partes de indivíduos representantes dos diferentes grupos vegetais observados na prática de "Reconhecimento dos grupos



vegetais”. As equipes serão estimuladas a discutir sobre a fase de vida apresentada e tentar montar o ciclo de cada um dos indivíduos.

A discussão finalizará com a apresentação das características observadas em cada um dos ciclos de vida montados.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

Oliveira, E.C. 2003. *Introdução à Biologia Vegetal*. 2a.edição. EDUSP, São Paulo.

Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*. 6a.edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.



P4 – ANATOMIA DA MADEIRA

Gregório Cecantini (gregorio@ib.usp.br)

O ensino da organização anatômica dos vegetais sempre dá grande importância no estudo do sistema vascular, com destaque para os tecidos **xilema** e **floema**. Apesar dessa pretensão, os alunos adentram ao ensino superior com poucos conhecimentos sobre a organização vascular. Acredita-se que isso se deva a vários fatores, dentre eles a dificuldade dos professores em mostrar esses tecidos de maneira prática aos alunos, por não dispor de recursos laboratoriais caros, como microscópios, ou mesmo por desconhecer que esses materiais estão em todos os locais e não demandam materiais sofisticados para a observação.

O tronco e os galhos das árvores são formados principalmente por **xilema** e **floema secundários**, que são os **tecidos vasculares** e **periderme** que é o **tecido de revestimento secundário**. Em uma nomenclatura mais popular, o **xilema secundário** corresponde ao que é conhecido como **madeira**, enquanto que a **periderme e o floema secundário, juntos**, correspondem à casca. Veja a figura 1 A.

O **xilema secundário** das **angiospermas** (plantas com flores) é composto por diversos tipos de células, sendo os mais abundantes as **fibras** (usadas na fabricação de papel) que têm papel de sustentação, os **elementos de vaso** que são responsáveis pela condução de seiva mineral e as células de **parênquima (axial e radial)** com muitas funções metabólicas (armazenamento, secreção, etc). As **gimnospermas** (principalmente coníferas) não apresentam elementos de vaso, mas **apenas traqueídes** que têm tanto a função de sustentação como a de condução, sendo poucas células de parênquima. Veja a figura 1 B.

Os **elementos de vaso** são cilindros curtos e ocos, que consistem em paredes de células mortas, que se unem por aberturas nas suas paredes terminais (perfuração) formando um canal longo chamado **vaso**. Uma estrutura análoga a canos que se conectam formando um encanamento. Já as **traqueídes** são células alongadas e mortas por onde passa a seiva, mas sem aberturas terminais. A comunicação entre elas se dá por pequenos orifícios chamados **pontoações** que só são vistos ao microscópio.

No floema secundário das angiospermas existem células condutoras, os **elementos de tubo crivado**, associados a células de parênquima chamadas **células companheiras**. O conjunto de elementos de tubo crivado unidos axialmente pelas paredes transversais é chamado de **tubo crivado**. Além dessas existem no floema outros tipos de células de parênquima, fibras e esclereídes.

A **periderme** é formada por três partes, o **felogênio** que é o meristema que origina a periderme, externamente o **súber** ou felema (com paredes celulares impregnadas por suberina) e a **feloderme**, situada internamente ao felogênio e formada por células vivas.



OBJETIVOS

Demonstrar a organização do tronco das árvores de forma a integrar a compreensão macroscópica da madeira e da casca com aspectos anatômicos e funcionais do xilema, floema e periderme.

PROCEDIMENTOS

Coleta

1. Dirija-se à área verde munido de serrote de poda, estilete e lupa. Cada grupo de 5 pessoas deve cortar escolher um galho de uma árvore ou arbusto com 3 a 8 cm de diâmetro. Corta-lo tomando cuidado para não descaracterizar a planta ou remover muito material ou cortar ramos principais;
2. Corte o galho em cinco segmentos de cerca de 10 cm de comprimento;
3. Cada aluno deve providenciar o polimento da superfície transversal dos galhos utilizando o estilete e conferindo a qualidade do resultado com a lupa;
4. A lupa conta-fios deve ser usada colocando sua base sobre a superfície a observar e aproximando o olho **ao máximo** da lente.

Observação em laboratório

1. Observe os materiais fornecidos polidos em corte transversal e tente identificar os elementos principais da madeira: vasos, fibras, parênquima axial e raio parenquimático. Esquematize o que você observou e coloque legendas;
2. Observe o material que você coletou e preparou e identifique as regiões principais: madeira, floema secundário e periderme;
3. Troque os materiais entre as outras equipes e observe outros padrões.

Resposta

1. Quais as diferenças mais importantes que você observou entre as madeiras?
2. Quais as diferenças mais importantes que você observou entre as cascas?
3. Em quais aplicações você imagina que a anatomia de madeira pode ser útil na sociedade?
4. Comente a relevância desta atividade para o seu conhecimento sobre o assunto e sua atuação.
5. Qual o grau de dificuldade que você atribui a esta atividade?

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

- Burger, L.M., Richter, H.G. 1991. *Anatomia da madeira*. Nobel, São Paulo.
- Apezato-da-Glória, B., Carmello-Guerreiro, S.M. (Ed.). 2002. *Anatomia Vegetal*. Editora UFV, Viçosa.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*. 6a Edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

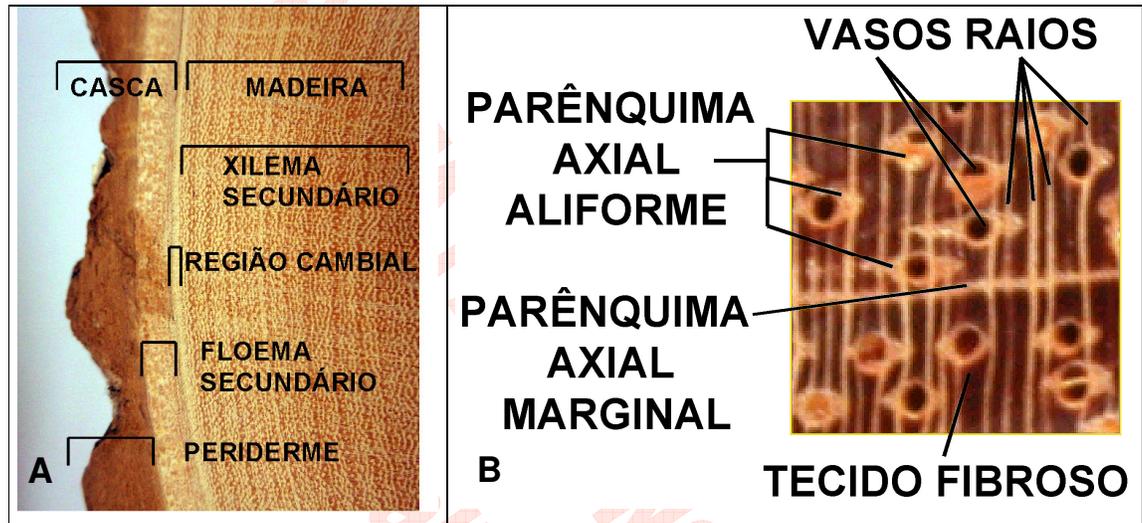


Figura 1- A e B – Tecidos formadores da madeira. A- Seção transversal de tronco mostrando componentes da casca e madeira; B- Seção de madeira vista em lupa mostrando os tecidos que a compõem.



P5 - AS PLANTAS NO DIA-A-DIA

Claudia Maria Furlan (furlancm@yahoo.com.br)
Lucimar Barbosa da Motta (lugaill@yahoo.com.br)
Mourisa Maria de Souza Ferreira (mourisa@usp.br)

As plantas e seus derivados estão presentes em vários momentos do nosso dia, desde o despertar até a hora de dormir, entretanto, essa presença nem sempre é notada. Desde os primórdios da humanidade os vegetais são utilizados não apenas na **alimentação**, mas, também, através da sua transformação em **abrigo, utensílios, roupas** e até mesmo na produção de **calor**. Durante a evolução do homem, novas formas de utilização direta ou indireta dos vegetais vêm sendo descobertas. Embora atualmente vivamos na era da tecnologia e de sociedades altamente industrializadas, continuamos a depender dos vegetais no nosso dia-a-dia, principalmente utilizando-os em formas mais sofisticadas, por exemplo como integrantes de óleos lubrificantes de motores de aeronaves.

Ao levantarmos pela manhã, após uma noite de sono passada em **lençóis** (algodão ou linho), uma das primeiras atividades que desenvolvemos é a de tomar banho, o que envolve a utilização de **sabonete, xampu, condicionador** (fragrâncias, saponinas, óleos) e muitas vezes uma **bucha vegetal** (frutos de *Luffa* sp.). Não podemos esquecer também da **toalha de banho** (algodão) que utilizamos para nos enxugar, do **papel higiênico** (fibras de celulose), da **pasta de dente** (fragrâncias, saponinas), do **creme de barbear** (fragrâncias, sabão), do **creme hidratante** (óleos, fragrâncias), do **talco** (pó de arroz ou milho), dos **produtos de maquiagem** (ceras, óleo, gel, pigmentos, flavonóides), do **perfume** (fragrâncias, álcool ou solvente) e do **pente** ou **escova** (madeira). Mantemos em nosso banheiro uma variedade enorme de produtos que apresentam em sua composição algum derivado vegetal.

Também observamos a utilização de vegetais nas **roupas** e **sapatos** que vestimos, desde, por exemplo à utilização direta de folhas confeccionando saias usadas por indígenas, como a utilização de fibras de algodão ou linho, resinas, borrachas ou substâncias extraídas de plantas e utilizadas no processo de confecção do objeto. É interessante notar que mesmo os objetos confeccionados em couro, indiscutivelmente de origem animal, necessitam, durante o processo de curtimento, da utilização de taninos, substâncias oriundas do metabolismo secundário vegetal que precipitam proteínas transformando pele em couro.

Com relação à **alimentação**, é indiscutível a utilização dos vegetais, desde a utilização direta do alimento como frutos, folhas, raízes, caules e sementes, como também na forma de aromas e condimentos de vários pratos da culinária. Atualmente, somente 20 espécies de plantas provêm 90% da necessidade mundial de alimento, com a distribuição da maioria dessas espécies em apenas 2 famílias de plantas Poaceae (arroz, milho e trigo) e Fabaceae (feijão, soja, ervilha). Outras famílias importantes incluem Rosaceae (maçã, ameixa, cereja, pêssego, pêra, entre outras), Brassicaceae (couve, brócolis,



mostarda), Arecaceae (côco, óleos, palmitos) e Solanaceae (batatas, tomates, beringelas, pimentas e pimentões). Como alimentos derivados de plantas podemos citar o pão, as massas em geral, sucos, açúcar, café, chocolate, chás, entre outros.

As plantas também estão presentes nos **utensílios** e na **mobília** que utilizamos em nossas casas, desde os móveis feitos de madeira até os tecidos que os recobrem. Muitas casas de regiões mais frias são construídas em madeira, proporcionando assim uma melhor manutenção de calor internamente. Além disso, **artesanatos**, **papel de parede** e **tintas** são alguns exemplos da presença de vegetais nos nossos lares.

Se pensarmos no período que passamos fora de casa, enquanto nos deslocamos para o trabalho ou para um passeio, também é possível observar a presença de vegetais nos **transportes** terrestres, aéreos ou aquáticos. Por exemplo, os **motores movidos a álcool** (cana-de-açúcar, principalmente) ou a **diesel** (atualmente biodiesel através da utilização de sementes de algumas espécies de Arecaceae), ou, ainda, na utilização de **óleos lubrificantes**, dos quais muitos são extraídos de vegetais. Os pneus e alguns acessórios dos veículos também remetem a uma origem vegetal, principalmente os feitos em **borracha**, nos quais uma parte é extraída das seringueiras. No transporte aquático podemos notar a presença das plantas na **madeira** utilizada para a confecção de jangadas, barcos de pesca ou mesmo revestimento de navios ou outras embarcações.

Na hora do lazer também é possível visualizar a participação das plantas quando passeamos pelos parques ou quando desenvolvemos alguma outra atividade: **lápiz** para pintar, **papel** para desenhar, o **algodão** que utilizamos para o bordado, o tricô ou o crochê, **pigmentos** das tintas para pintura e a **madeira** para esculpir ou para a confecção de instrumentos musicais ou utensílios utilizados em esportes.

Por último, a utilização de substâncias de origem vegetal como base de muitos remédios é, atualmente, uma das mais importantes formas de emprego dos vegetais pela humanidade. Os **chás** que tomamos inocentemente, os **fitoterápicos** ou ainda a grande maioria dos **princípios ativos** utilizados pela alopatia. Exemplos como anti-sépticos, sedativos ou calmantes, antifúngicos, antibióticos, anestésicos, antidepressivos, são importantes para a manutenção da vida e a cura de muitas doenças existentes atualmente.

Como podemos observar, é constante a dependência humana, direta ou indiretamente, de vegetais e seus derivados.

OBJETIVOS

Reconhecer a presença dos vegetais (partes e/ou derivados) no cotidiano.



PROCEDIMENTOS

1. Com seu grupo, observe o material exposto na sala;
2. Faça uma lista daqueles que tenham derivados de plantas na sua confecção e/ou composição, separando-os nas categorias:
 - confecção e/ou composição diretamente de vegetais
 - confecção e/ou composição indiretamente de vegetais
 - confecção e/ou composição de origem mista
 - confecção e/ou composição sem a presença de derivados vegetais
3. Discuta com o grupo qual(is) componente(s) derivado(s) de vegetais está(ão) presente(s) nos objetos observados; e
4. Faça uma discussão geral sobre o assunto.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

Lewington, A. 1990. *Plants for people*. The Natural History Museum, London.

Simpson, B. B., Ogorzaly, M. C. 2001. *Economic Botany: plants in our world*. 3 ed. McGraw-Hill, New York.



P6 – DIVERSIDADE FLORAL

Déborah Yara Alves Cursino dos Santos (dyacsan@ib.usp.br)

Gregório Cecantini (gregorio@ib.usp.br)

Paulo Takeo Sano (ptsano@usp.br)

No ensino de botânica, o tema **flor** geralmente aparece com certo destaque, seja nos livros didáticos, seja nas apostilas elaboradas por professores e escolas (Figura 1).

A **flor** surgiu como **novidade evolutiva** há, no mínimo, cerca de 130 milhões de anos, no Cretáceo. O surgimento e a fixação desse caráter provocou uma verdadeira revolução no mundo dos vegetais. Existem ainda inúmeras controvérsias sobre como seriam essas flores mais antigas. Alguns fósseis indicam que seriam pequenas e com estruturas reduzidas. Outros revelam flores com peças desenvolvidas e multiplicadas. Independentemente dessa discussão, é certo que o **surgimento da flor** representou a fixação da conquista definitiva do ambiente terrestre e o domínio desse ambiente por esse incrível grupo de plantas que a possuem: as **angiospermas**.

O próprio nome **Angiospermas** já contém a característica principal e aquela que define uma flor. Esse nome é formado por duas palavras de origem grega: *ageion*, que significa vaso, urna, **envoltório**; e *sperma*, que quer dizer **semente**. Portanto, temos aqui a primeira definição. O que define uma flor (Figura 1) não é a presença de pétalas coloridas ou de perfume, mas sim de uma estrutura que serve de envoltório para a semente: o **carpelo**, a partir do qual temos o **pistilo: ovário, estilete e estigma**. O conjunto de pistilos forma o **gineceu**.

Associado ao gineceu, existe, na maioria das flores, o **androceu**, que é o conjunto de estruturas associadas a produção do **grão-de-pólen** e à sua liberação: **estames**, por sua vez constituídos de **filete, antera e conectivo**. Algumas flores possuem **gineceu e androceu**, e são chamadas de monoclinas (*mono*= um, *kline*= leito). Outras plantas possuem flores somente com androceu (**flores estaminadas**) e somente com gineceu (**flores pistiladas**). São plantas com flores diclinas (*di*= dois).

Envolvendo as estruturas reprodutivas, androceu e gineceu, pode haver uma ou mais séries de **folhas modificadas**. A(s) série(s) mais interna(s), mais próxima(s) dessas estruturas reprodutivas, chama-se **corola**, e cada uma de suas peças é chamada **pétala**. A(s) série(s) mais externa(s) chama-se **cálice** e suas peças, **sépalas**. De forma geral, pétalas são coloridas e chamativas e sépalas são verdes e pouco atraentes aos nossos olhos.

Note-se, porém, que aqui existe uma gama enorme de possibilidades: pétalas pouco vistosas e sépalas atraentes, pétalas e sépalas pouco chamativas e androceu atraente, pétalas e sépalas chamativas, e assim por diante¹. Uma flor pode, inclusive, não ter pétalas, ter somente sépalas. Às

¹ Parte da diversidade de tipos florais associada à atratividade de animais polinizadores será tema da aula **P9** e os pigmentos envolvidos em conferir cores atrativas às peças florais são tema da aula **P7**.

vezes, sépalas e pétalas são tão semelhantes que é quase impossível distinguir umas das outras. Nesse caso, as chamamos **tépalas**.

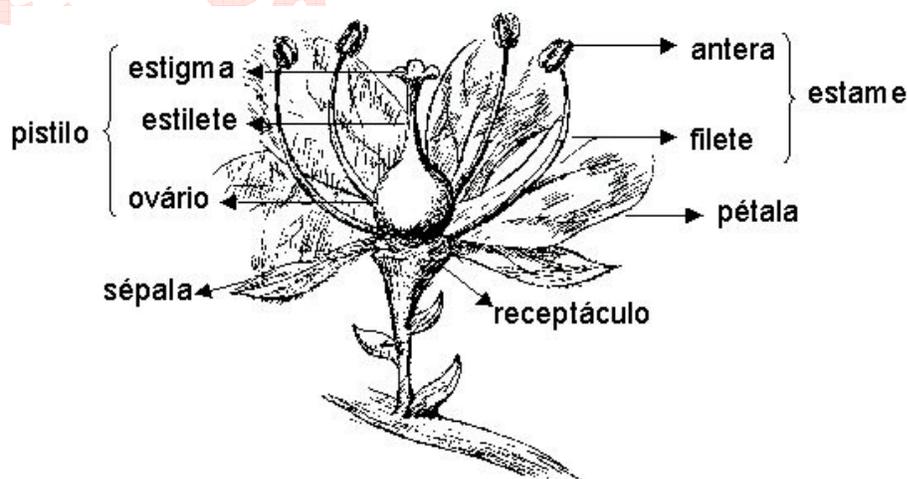


Figura 1. Representação esquemática de uma flor (Vidal & Vidal, 2000).

Existem ainda situações em que sépalas ou pétalas são soldadas entre si. Então teremos flores **gamopétalas**, **gamossépalas** ou ambas. Às vezes, o androceu é soldado às pétalas. Às vezes, ainda, tudo é soldado: sépalas, pétalas e androceu são unidos - pelo menos na base - e se soldam ao ovário. Aí teremos as diferentes posições do ovário: **súpero**, se ele não for soldado **ou ínfero**, se for.

Finalmente, as flores podem se apresentar isoladas, **solitárias**, ou reunidas em grupos, as **inflorescências**. Há numerosos tipos de inflorescências. Os tipos mais gerais são os **racemos** (popularmente chamados de “cachos”), que apresentam crescimento indeterminado; as **cimeiras**, que têm seu crescimento limitado por uma flor de desenvolvimento apical; e os **capítulos**, inflorescências nas quais as flores estão dispostas em um receptáculo plano, simulando, o conjunto todo, uma única flor.

Saindo um pouco do plano da morfologia e passando ao plano evolutivo: quais são as hipóteses para explicar toda essa diversidade de formas e de estruturas? Por que essas características foram fixadas ao longo do processo evolutivo? Existe ou não alguma vantagem adaptativa nessa ou naquela forma? Esse é o tema dessa atividade.

OBJETIVOS

Reconhecer a diversidade floral em termos morfológicos e associá-la à evolução da vida no planeta.



PROCEDIMENTOS

1. Pegue a flor do material número 1 e procure identificar todas suas partes. Se necessário utilize uma lupa conta fios. Observe as pétalas, sépalas, ovário e estames.
 - a. Observe a forma das peças do perianto. Essas peças se assemelham a qual outro órgão vegetal?
 - b. Observe o androceu. Identifique as partes dos estames: filete, antera e conectivo.
 - c. Observe o gineceu. Identifique as partes: ovário, estilete e estigma.
 - d. Corte o ovário e observe o que tem dentro. Quando o fruto amadurece, em que se transformam essas estruturas?
2. Discuta com os seus colegas e responda:
 - a. Qual a função de cada uma das partes observadas?
3. Analise da mesma forma as flores dos demais materiais oferecidos.
4. Discuta com os seus colegas e complete o quadro abaixo, comparando os materiais;

Características	Material 1	Material 2	Material 3	Material 4
Planta				
Cálice (conjunto de sépalas)				
Número				
Livres ou fundidas				
Coloração				
Corola (conjunto de pétalas)				
Número				
Livres ou fundidas				
Coloração				
Distinção entre cálice e corola				
Androceu (conjunto de estames)				
Número				
Livres ou fundidos				
Abertura da antera e pólen				
Gineceu				
Número de ovários por flor				
Número de óvulos no ovário				

5. Analise agora o girassol. Responda:
 - a. Qual a principal diferença entre o girassol e o material 1?



- b. Todas as partes observadas no material 1 podem ser vistas no girassol?
6. Observe os materiais em demonstração. Veja as diferentes formas de organização das flores nas angiospermas.
7. Observe, em demonstração, o que acontece com o ovário após a polinização.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

- Bell, A. D. 1991. *Plant form: an illustrated guide to flowering plant morphology*. Oxford Univ. Press. Oxford.
- Gifford, E. M. & Foster, A. S. 1989. *Morphology and Evolution of vascular plants*. 3rd. ed. W.H. Freeman & Co., New York.
- Klesius, M. 2002. A idade da flor: as belas plantas que mudaram o mundo. *National Geographic Brasil* 27, julho 2002.
- Mauseth, J. D. 1995. *Botany, an introduction to plant biology*. 2nd. Ed. Saunders College Publ. Philadelphia.
- Vidal, W.N., Vidal, M.R.R. 2000. *Botânica – organografia*. 4^a Ed. Editora UFV, Viçosa.



P7 e P8 – O PROFESSOR VAI AS COMPRAS: MORFOLOGIA VEGETAL

Claudia Maria Furlan (furlancm@yahoo.com.br)
Lucimar Barbosa da Motta (lugaill@yahoo.com.br)
Mourisa Maria de Souza Ferreira (mourisa@usp.br)

As angiospermas são formadas por **raiz, caule, folhas, flores, frutos e sementes**. Nem sempre o reconhecimento e a diferenciação de todas as partes são feitos facilmente, levando a identificação errônea de algumas partes, por exemplo, muitas pessoas classificam alguns caules subterrâneos como raízes.

Durante a visita à feira livre ou sacolão, os grupos deverão adquirir partes de vegetais que representem a maior diversidade possível de órgãos vegetais para posterior identificação e classificação desses órgãos (Figura 2).

A raiz

A raiz é normalmente um órgão **subterrâneo, aclorofilado**, com **ramificações**, capaz de **armazenar reservas nutritivas** para a planta. Ela tem sua origem na radícula do embrião após a germinação da semente, desenvolvendo-se assim, uma raiz principal e suas ramificações, as raízes secundárias. É através do meristema radicular apical que a raiz cresce em comprimento. A raiz tem por funções **absorver** substâncias importantes para a vida da planta, como a **água e nutrientes**, e também **fixar** o vegetal no substrato.

Na estrutura típica da raiz podemos reconhecer as seguintes regiões quando olhamos do ápice para a base: **zona meristemática**, protegida por uma camada de células, a coifa, que protege a parte mais sensível da raiz onde se dão as divisões celulares; **zona de alongamento** ou **distensão**, onde as células recém-divididas aumentam de tamanho e empurram a ponta da raiz solo adentro; **zona de maturação**, onde os tecidos da raiz se diferenciam e onde se localizam os pêlos absorventes; e **zona de ramificações**. A região entre a raiz e o caule é a **zona de transição**, o colo.

Anatomicamente, podemos diferenciar três regiões quando cortamos transversalmente uma raiz, a **região da epiderme**, representada por uma camada de células de revestimento externo, o **córtex** e o **cilindro central**. O córtex é muitas vezes especializado para o armazenamento de reservas, especialmente de amido. O centro do cilindro central é ocupado pelo **xilema primário**, que se distribui caracteristicamente em forma de uma estrela, com os elementos condutores mais simples, e que se formam primeiro, voltados para o exterior. O floema primário forma cordões intercalados com os braços do xilema primário. Rodeando os elementos condutores há o periciclo, que dará origem às raízes laterais e que está em contato com a endoderme, camada mais interna do córtex e que se caracteriza por apresentar células com reforços impermeáveis e localizados.



O Caule

Geralmente o caule é a parte aérea do vegetal e que sustenta as folhas, flores e frutos. Tem as funções de transportar as seivas que nutrem a planta, de sustentação, de armazenar reservas nutritivas para a planta, e de reprodução vegetativa (assexuada).

Os caules são constituídos por uma região apical ou meristemática, responsável pelo seu desenvolvimento, a região dos nós, onde se desenvolvem as folhas lateralmente, e a região entre os nós, sem folhas, denominadas entrenós.

O meristema apical do caule tem um potencial morfogênético muito maior que o da raiz, pois é da divisão de suas células que se formam todos os tecidos e órgãos aéreos de uma planta como os tecidos condutores, de sustentação e o medular, que por fim, darão origem aos ramos, as folhas e as flores.

Na extremidade superior do caule existe a gema apical, responsável pelo crescimento axial da planta e formação de folhas. Lateralmente, encontram-se as gemas laterais a partir delas se desenvolvem os ramos laterais e as flores.

O tecido meristemático apical origina células que se diferenciam na **epiderme**, porção externa, no **parênquima cortical**, porção intermediária, e no **estelo**, cilindro central com os elementos condutores do xilema e do floema. O **meristema apical** é responsável pelo crescimento em comprimento do caule e da raiz e o meristema lateral (**câmbio vascular**), localizado entre o tecido do floema e o do xilema, é responsável pelo crescimento em espessura produzindo novas células do floema para fora (**floema secundário**) e do xilema para dentro (**xilema secundário**).

O grande desenvolvimento dos caules se deve ao acúmulo de tecidos do xilema secundário (madeira ou lenho). Os elementos deste tecido que formam a madeira variam de planta para planta. Nas **gimnospermas** é bastante homogêneo por ser formado apenas por **traqueídes** e **canais resiníferos**. Nas **dicotiledôneas** é formado por **traqueídes**, **elementos de vasos**, vários tipos de **fibras** e **parênquima** e nas **monocotiledôneas**, os feixes vasculares, floema e xilema, estão dispostos por todo o parênquima do caule como um sistema de cordões anastomosados. Não apresentam câmbio entre os feixes vasculares e só excepcionalmente têm crescimento acentuado em espessura.

Assim como as raízes, os caules também podem ser classificados em três tipos básicos: **subterrâneos**, **aéreos** ou **aquáticos**. Os mais comuns são os caules aéreos, como os troncos, os colmos, as estipes e as hastes, entre outros. Os caules subterrâneos são responsáveis pelo armazenamento de reservas nutritivas para a planta, especialmente amido, como por exemplo os rizomas, os bulbos e os tubérculos

A Folha

A folha é geralmente um órgão laminar formado por tecido clorofilado, atravessado por feixes vasculares e delimitado por uma camada epidérmica que reveste suas faces externas, é responsável



pelas **trocas gasosas** com o meio (fotossíntese, respiração, transpiração). É o órgão que apresenta a maior diversidade de formas, revelando adaptações a diferentes condições ambientais.

As folhas se originam através da expansão de projeções formadas pelas gemas apicais dos caules. Geralmente podemos reconhecer numa folha três partes: a bainha, no ponto de inserção da folha no caule; o pecíolo e o limbo. Há uma grande variedade de formas do limbo e da bainha, gerando assim nomes especiais de acordo com, por exemplo, o tipo de nervura ou formas e bordas do limbo. Podemos verificar também a ocorrência de folhas modificadas, como por exemplo as gavinhas encontradas no chuchuzeiro ou na videira, que acabam auxiliando na fixação da planta como trepadeira.

A Flor, o Fruto e a Semente

A **flor** é o órgão responsável pela **reprodução sexuada** das angiospermas. Geralmente se origina a partir de gemas localizadas nas axilas das folhas. Uma flor é um ramo de crescimento determinado que apresenta, quando completo, quatro verticilos, constituídos pelos conjuntos de folhas modificadas, dispostas em círculo: o cálice, formado pelo conjunto das **sépalas**; a corola, formada pelo conjunto das **pétalas**; o androceu, conjunto dos **estames** formado por um delicado pedúnculo, o **filete**, que possui na extremidade livre, **as anteras** com os sacos polínicos; e o gineceu, formado pelo conjunto dos **carpelos** compostos por uma porção basal expandida, **ovário**, e um prolongamento, o **estilete** que sustenta uma porção terminal chamada **estigma**.

Qualquer uma dessas partes pode faltar ou estar reduzida e, ainda, estar livres ou soldadas em graus diferentes. A posição do ovário pode variar em relação aos outros elementos florais e de acordo com esta variação teremos: **flor hipógina** quando não há soldadura do ovário com outras partes florais; **flor perígina** quando o ovário é livre mas há soldadura da base das outras partes florais formando o hipanto; e **flor epígina** quando o ovário aparece soldado ao hipanto.

Quanto ao sexo, as flores podem ser **monóclinas**, quando apresentam androceu e gineceu, ou **díclinas**, quando apresentam androceu ou gineceu.

As flores podem ocorrer também na forma de inflorescências, que são conjuntos de flores dispostas em ramos especiais com uma organização particular, por exemplo, em capítulos, cachos ou espigas.

Quando os grãos de pólen atingem o estigma da flor e o tubo polínico atinge a oosfera ocorre a fecundação do óvulo e o desenvolvimento dos carpelos que envolvem os óvulos, originando-se assim, o fruto.

Os **frutos** são formados pelo **pericarpo** (epicarpo, mesocarpo e endocarpo) e pela **semente**. O mesocarpo geralmente se torna carnoso, suculento, com grande quantidade de **substâncias de reserva**, tornando-se assim importante na **proteção, nutrição e dispersão da semente**. Quanto a sua classificação, critérios como a abertura (deiscência) e o tipo de pericarpo (seco ou suculento) são importantes.

A **semente**, resultante de um **óvulo fecundado**, se desenvolve no interior do ovário. Geralmente podemos observar nas **sementes** as regiões do tegumento (ou casca), e a região do embrião e endosperma.

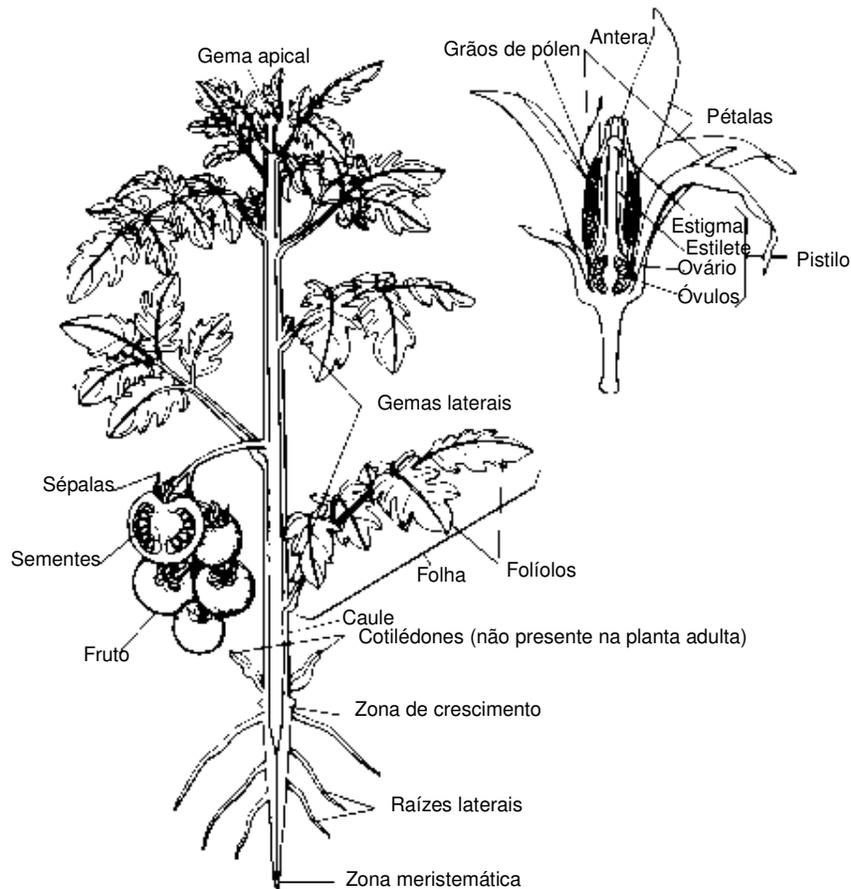


Figura 2. Representação esquemática de um tomateiro evidenciando os órgãos vegetais (modificado de Simpson & Ogorzaly, 2001).

OBJETIVOS

Reconhecer os principais órgãos vegetais através de materiais de fácil acesso.



PROCEDIMENTOS

Feira Livre ou Sacolão

Será proposto à classe, uma visita a feira-livre ou ao sacolão. Os alunos serão divididos em grupos, sendo cada um responsável pela aquisição de materiais que representem uma das partes de uma planta (raiz, caule, folha, flor, fruto e semente) de cada uma das partes. Após retornar para a escola, os grupos deverão colocar todo o material adquirido por eles em uma bancada.

Em sala de aula

1. Selecione entre os materiais disponíveis aqueles que representem todos os órgãos de uma planta;
2. Tragam amostras desses materiais para sua mesa de trabalho e discutam as características observadas que possibilitam a identificação dos diferentes órgãos;
3. Apresentem os resultados obtidos aos colegas da classe, justificando a classificação empregada.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

- Oliveira, E.C. 2003. *Introdução à Biologia Vegetal*. Edusp, São Paulo.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*. 6a.edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Vidal, W.N. & Vidal, M.R.R. 2000. *Botânica – Organografia Quadros sinóticos ilustrados de fanerógamos*. Editora UFV, Viçosa.



P9 – POLINIZAÇÃO

Cláudia Maria Furlan (furlancm@yahoo.com.br)
Simone Soares Gregório (bactland@yahoo.com)
Lucimar Barbosa da Motta (lugaill@yahoo.com.br)

As plantas podem se reproduzir de forma sexuada ou assexuada. Na reprodução assexuada não ocorre o encontro de gametas para a formação de um novo indivíduo. Esse processo, também chamado de propagação vegetativa, pode ser realizado a partir de caules ou folhas, produzindo indivíduos clones, ou seja, geneticamente iguais à planta original. Já na reprodução sexuada, o novo indivíduo é originado a partir do encontro de gametas. Uma das vantagens da reprodução sexuada é a possibilidade de uma maior variabilidade genética entre os descendentes, aumentando as chances de sobrevivência caso ocorra alguma alteração ambiental.

Em todos os grupos vegetais pode ocorrer tanto a reprodução assexuada como a sexuada, entretanto, trataremos aqui apenas da reprodução sexuada no grupo das angiospermas.

Nas angiospermas, a maioria das flores possui estruturas reprodutoras femininas (gineceu) e masculinas (androceu) na mesma flor. Essas estruturas podem amadurecer na mesma época ou em épocas diferentes. Quando o amadurecimento do gineceu e do androceu ocorre na mesma época há chances de ocorrência de **autofecundação**, o que pode significar vantagem, principalmente em regiões onde há pequena ocorrência de agentes polinizadores, como por exemplo em regiões frias. No entanto, muitas das flores que apresentam esse amadurecimento simultâneo evitam a autofecundação lançando mão de mecanismos como a incompatibilidade genética entre o grão de pólen (que contém o gameta masculino) e o carpelo (que contém no seu interior o óvulo com o gameta feminino).

Nas flores em que o amadurecimento do gineceu e do androceu ocorre em épocas diferentes são necessários mecanismos de **transferência de pólen** entre flores para garantir uma maior eficiência na fecundação. Esse processo é denominado **polinização cruzada**.

A polinização pode ser realizada por meio de diferentes agentes, como vento, água e animais. Durante a evolução das angiospermas, surgiram nas flores algumas particularidades estruturais que facilitaram o transporte dos grãos de pólen, aumentando a probabilidade do encontro do pólen com os estigmas. Da mesma maneira, os animais polinizadores evoluíram juntamente com as flores, criando relações muito particulares entre polinizador/polinizado.

Quando o **agente polinizador** é o **vento**, dizemos que ocorre a **anemofilia**. As flores polinizadas pela ação do vento, como por exemplo nas Poaceae, não apresentam muitos atrativos. Os estigmas costumam ser grandes e bem expostos, com ramificações na forma de pêlos ou plumas para facilitar a interceptação do grão de pólen. Normalmente, a produção de pólen nessas flores é abundante. Outro agente abiótico (não vivo) que pode transportar o pólen é a **água**, e neste caso, há a ocorrência de uma **hidrofilia**.



As flores polinizadas por animais (agentes bióticos) apresentam algumas características para chamar a atenção dos agentes polinizadores. Tais características podem indicar a ocorrência de alimentos ou até mesmo, em alguns casos, “simular a presença de um parceiro sexual” atraindo o animal até a flor. Por exemplo, algumas flores produzem estruturas muito semelhantes a vespas fêmeas, enganando os machos que tentam copular com a flor. Durante essas tentativas, grãos de pólen aderem ao corpo do macho que os leva até outra flor numa próxima tentativa de cópula. Da mesma maneira, ao procurar por alimentos, os agentes polinizadores acabam recebendo pólen de uma flor e levando-o para outras flores nas visitas seguintes.

A polinização realizada por **insetos** é denominada **entomofilia**. Muitas das flores polinizadas por esses agentes apresentam pétalas azuis ou amarelas e/ou produzem odores. Essas características são uma boa opção para a atração de insetos, que as percebem bem. Já para as aves não seriam tão boas, pois elas possuem olfato pouco desenvolvido e enxergam melhor os tons vermelhos e alaranjados. A polinização realizada pelas **aves** é denominada **ornitofilia** (Figura 3). Existem ainda flores que são polinizadas por animais noturnos, como **morcegos (quiropterofilia)** e **mariposas (falenofilia)**. Essas flores não são muito coloridas, mas exalam fortes odores para atrair seus polinizadores.

O surgimento do grão de pólen permitiu que a fecundação se tornasse independente da água, e a ocorrência de mecanismos para o transporte destes grãos de uma planta a outra contribuiu para a ampla distribuição dos vegetais que apresentam tais mecanismos (polinização) no ambiente terrestre.

Ao entrar em contato com o estigma, o grão de pólen origina duas células espermáticas que funcionam como gametas masculinos. Após a **fecundação** (encontro dos gametas masculinos e femininos no interior do ovário) ocorre o desenvolvimento do fruto (originado a partir do ovário) e da semente.

OBJETIVOS

Discutir com os alunos as características morfológicas de polinizadores e polinizados, verificando suas possíveis correspondências.

PROCEDIMENTOS

Polinização e desenvolvimento de tubo polínico

1. Pingue sobre uma lâmina de microscópio uma gota de solução de sacarose 5% (dissolver 5 g de açúcar em 100 mL de água);
2. Coloque por cima da gota alguns grãos de pólen retirados de flores de abóbora (*Curcubita* sp) ou de maria-sem-vergonha (*Impatiens* sp);
3. Coloque a lâmina com os grãos de pólen no microscópio. Os grupos deverão realizar observações periódicas deste material;

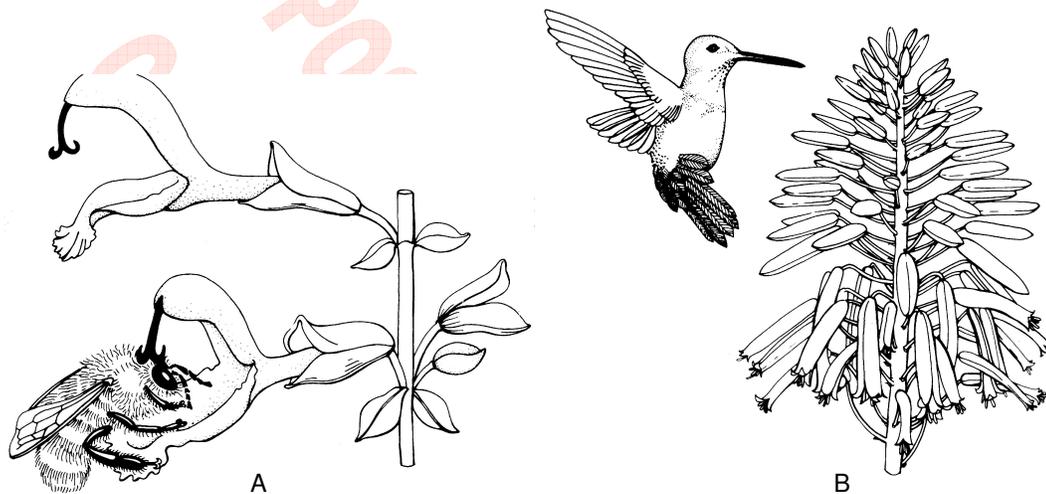


Figura 3. Exemplos de polinização. As abelhas e os beija-flores são importantes agentes polinizadores. A – Abelha visitando flor de *Salvia*, B – Beija-flor e flores de *Aloe* (Simpson & Ogorsaly 2000).

4. Enquanto aguarda o desenvolvimento do tubo polínico, assista a um vídeo (sugestão: Os desafios da vida, A vida secreta das plantas: a floração – David Attenborough's; Abril Coleções) que contem informações sobre diferentes tipos de polinização.

Exercício sobre Polinização

1. Cada aluno receberá um cartão com a identificação de um agente polinizador;
2. Os alunos deverão observar pela sala de aula fotos ou figuras de diferentes tipos de flores e localizar a flor que o seu agente possa polinizar;
3. Faça uma discussão entre os alunos sobre os critérios usados na escolha.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*. 6a.edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Silva Júnior, C., Sasson, S. 2003. *Biologia – Volume Único*. 3a edição. Saraiva, São Paulo.
- Simpson, B. B., Ogorzaly, M. C. 2001. *Economic Botany: plants in our world*. 3a ed. McGraw-Hill, New York.



P10 - SUBSTÂNCIAS DE RESERVA NOS VEGETAIS

Déborah Yara Alves Cursino dos Santos (dyacsan@ib.usp.br)
Gisele Rodrigues de Oliveira Costa (giselecosta@hotmail.com)
Luciana Witovski Gussella (lu_auu@yahoo.com)
Mariane Silveira Souza (marianebio@yahoo.com.br)
Marina Milanello do Amaral (marina_milanello@yahoo.com.br)

Muitas das partes vegetais utilizadas na nossa alimentação são órgãos que armazenam **substâncias de reserva das plantas**. Essas reservas estão alocadas, freqüentemente, em **sementes**, nas quais desempenham importante função no processo de germinação. Entretanto, estas reservas também podem ser encontradas em outros locais das plantas como **raízes, caules, folhas e frutos**.

As classes de substâncias comumente encontradas como reserva nas plantas são **carboidratos** (açúcares, amido), **proteínas e lipídeos**.

Durante o período de formação do embrião existe um fluxo contínuo de nutrientes da planta mãe para os tecidos do óvulo. Isso resulta em um grande acúmulo de nutrientes (reservas) na semente ou em partes do embrião como nos cotilédones. Na germinação ocorre a mudança de um embrião dependente das reservas armazenadas na semente para uma plântula (planta jovem) capaz de realizar fotossíntese. As reservas acumuladas na semente ou nos cotilédones serão utilizadas até que a nova planta inicie a produção do seu próprio alimento através do processo da fotossíntese.

Concomitante ao desenvolvimento do óvulo em semente, o ovário se desenvolve em fruto. Nesse processo, a parede do ovário se espessa (pericarpo). Nos frutos carnosos, o mesocarpo é tenro e contém maiores quantidades de água e açúcares. A evolução de frutos carnosos está claramente incluída no processo de co-evolução entre animais e plantas. Esses frutos (p. ex. cerejas, uvas) podem ser consumidos por aves ou mamíferos. Dessa forma suas sementes são dispersadas após passarem pelo trato digestivo destes animais.

OBJETIVOS

Detectar reservas de amido, lipídios e açúcares redutores (glicose e frutose) em duas plantas usadas comumente em nossa alimentação. Entender como se dá o amadurecimento dos frutos; Verificar a utilização das substâncias de reserva pela planta e a localização destas reservas.

PROCEDIMENTOS

Tipos de substâncias de reserva em plantas

Kit de controles positivos para os reagentes Lugol e Fehling:

- 1) Batata + Lugol: lugol reage com amido produzindo uma coloração marrom-escura a preta.
- 2) Manga + Fehling: fehling reage com açúcares produzindo uma coloração vermelho-brilhante.



1. Pegue a cenoura e faça cortes transversais com auxílio de lâmina de barbear, o mais fino possível. Distribua os cortes em dois vidros de relógio;
2. Em cada uma das amostras pingue um dos reagentes (Lugol e Fehling);
3. Observe os resultados, compare com o kit positivo disponível e responda:
 - a. Qual a(s) cor(es) observada(s)?
 - b. Comparando ao controle, o que pode ser concluído?
4. Pegue a banana verde e faça uma papinha na placa de Petri com a pá de sorvete;
5. Distribua uma pequena quantidade do material em dois vidros de relógio, de maneira que o material fique bem espalhado;
6. Em cada uma das amostras pingue um dos reagentes (Lugol e Fehling);
7. Observe os resultados, compare com o kit positivo disponível e responda:
 - a. Qual a(s) cor(es) observada(s)?
 - b. Comparando ao controle, o que pode ser concluído?
8. Repita com a banana madura o processo realizado com a banana verde;
9. Observe os resultados, compare com o kit positivo disponível e responda:
 - a. Qual a(s) cor(es) observada(s)?
 - b. Comparando ao controle, o que pode ser concluído?
10. Pegue o abacate e faça uma papinha na placa de Petri com a pá de sorvete;
11. Distribua uma pequena quantidade do material em dois vidros de relógio, de maneira que o material fique bem espalhado;
12. Em cada uma das amostras pingue um dos reagentes (Lugol e Fehling);
13. Observe os resultados, compare com o kit positivo disponível e responda:
 - a. Qual a(s) cor(es) observada(s)?
 - b. Comparando ao controle, o que pode ser concluído?

Importância das substâncias de reserva no desenvolvimento vegetal (em demonstração)

1. Pegue 50 sementes de feijão, deixe-as de molho na água por uma noite;
2. Prepare uma bandeja plástica com o fundo perfurado com uma camada de 3 cm de areia;
3. Após as 12h de embebição da semente, enterre-as na areia, regue uma vez por dia com pouca água;
4. Assim que germinar (quando for possível começar o processo de retirada dos cotilédones), separe 10 plantas que serão os controles (Plantas C) do experimento;
5. Pegue outras 6 plantas e retire os cotilédones, separe-as do resto das plantas colocando-as em outra bandeja perfurada com areia e etiquete-as com o dia de extirpação do cotilédone, continue regando normalmente;



6. No terceiro dia após a germinação separe mais 6 plantas e retire os cotilédones;
7. No sexto dia após a germinação pegue mais 6 plantas e retire os cotilédones;
8. Repita esse procedimento até chegar na planta de que teve seus cotilédones retirados no décimo segundo dia após a germinação.

Observações

1) O importante é separar as plantas etiquetando-as ou separando-as em bandejas diferentes com a data da retirada dos cotilédones;

2) Para a montagem de três kits de demonstração são usadas 21 plantas (3 do controle e 18 do experimento), mas é necessário germinar um número bem maior de sementes, pois mesmo que algumas sementes não geminem ou apresentem algum problema ainda sobra um número suficiente de plantas em boas condições para o prosseguimento do experimento.

O material para a realização deste experimento encontra-se em demonstração na bancada lateral do laboratório. Consta de uma planta jovem de feijão denominada “planta C”, que é o controle do experimento, da qual não foram retirados os cotilédones, e de mais 6 plantas de feijão, com a mesma idade da planta controle. As plantas de feijão numeradas de 1 a 6 tiveram seus cotilédones retirados em fases diferentes de suas vidas. A planta de número 1 teve seus cotilédones retirados no dia da germinação; a planta 2 teve seus cotilédones retirados 3 dias após a germinação; a planta 4 teve seus cotilédones retirados 6 dias após a germinação; a planta 5 teve seus cotilédones retirados 9 dias após a germinação e a planta 6 teve seus cotilédones retirados 12 dias após a germinação. Observe com atenção as plantas de 1 a 6 comparando-as em relação ao aspecto geral (altura, vigor, cor, número de folhas) com a “planta C” (controle) e responda:

1. Dentre as plantas 1 a 6 qual cresceu mais e parece ser mais vigorosa? Por quê?

Questões para discussão:

1. Qual é o significado adaptativo das plantas acumularem substâncias de reserva?
2. As substâncias de reserva estão armazenadas sempre nos mesmos órgãos das plantas?
3. No caso da banana, o que ocorre com o amido quando esta amadurece? Como surge o açúcar na banana madura?
4. Qual o significado adaptativo da planta produzir frutos doces, suculentos ou ricos em nutrientes?
5. O que é o cotilédone e o que ele está fornecendo para as plantas?
6. De onde vieram as substâncias de reserva presentes nos cotilédones?



BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

Kraus, J.E., Arduin, M. 1997. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Edur, Rio de Janeiro.

Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia vegetal*. 6a. edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Simpson, B.B., Ogorzaly, M.C. 2001. *Economic botany: plants in our world*. 3a ed. McGraw-Hill, Inc. New York.



P11 - PIGMENTOS VEGETAIS

Antonio Salatino (asalatin@ib.usp.br)

Dentre os grupos de pigmentos das plantas, três deles sobressaem-se pela importância biológica e a frequência com a qual eles ocorrem nas angiospermas: as **clorofilas**, os **carotenóides** e as **antocianinas**. As clorofilas e os carotenóides participam do processo fotossintético e as antocianinas ocorrem frequentemente em flores e frutos, colaborando para a atração de polinizadores e dispersores de sementes, respectivamente. Os **carotenóides**, em sua maioria, são amarelos ou alaranjados. As **antocianinas**, associadas a co-fatores como íons de metais e ácidos fenólicos, propiciam colorações que vão do azul ao vermelho, passando por todas as gradações de roxo, violeta, lilás, etc.

As **clorofilas** que ocorrem nas angiospermas são a **a** e a **b**. Elas possuem um núcleo tetrapirrólico com um íon magnésio no centro e um grupamento propanóico esterificado por uma molécula longa, contendo 20 átomos de carbono, chamada fitol. Os **carotenóides** possuem 40 átomos de carbono; alguns apresentam átomos de oxigênio, enquanto outros são hidrocarbonetos. Exemplos de carotenóides são os **carotenos** e o **licopeno**. As **antocianinas** pertencem ao grupo dos flavonóides; possuem um núcleo com dois anéis benzênicos, interligados por um anel central contendo um átomo de oxigênio com uma carga positiva, além de uma ou mais moléculas de açúcar. Essas moléculas de açúcar tornam as **antocianinas** hidrossolúveis, motivo pelo qual elas ocorrem em geral dissolvidas nos vacúolos das células vegetais. Já as **clorofilas** e os **carotenóides** são lipossolúveis, e ocorrem como componentes de membranas de plastídios, principalmente dos cloroplastos (Figura 4).

OBJETIVOS

Realizar a extração e separação de pigmentos vegetais que são universais ou comuns em plantas. Separar as duas principais classes de pigmentos fotossintéticos por um processo cromatográfico simples. Caracterizar as antocianinas através de mudanças de coloração em função do pH da solução.

PROCEDIMENTOS

O protocolo abaixo compreende a extração dos pigmentos de folhas de uma planta que contém pigmentos lipossolúveis (clorofilas e carotenóides) e também hidrossolúveis (antocianinas), além da caracterização dessas substâncias. A extração é feita com um solvente (acetato de etila contendo álcool) que dissolve os dois grupos de pigmentos. Com a adição de água ao extrato, as clorofilas e os carotenóides separam-se das antocianinas: estas se dissolvem na água, que constitui a fase inferior (mais densa) e as clorofilas e os carotenóides dissolvem-se no acetato de etila, que constitui a fase superior (menos densa).

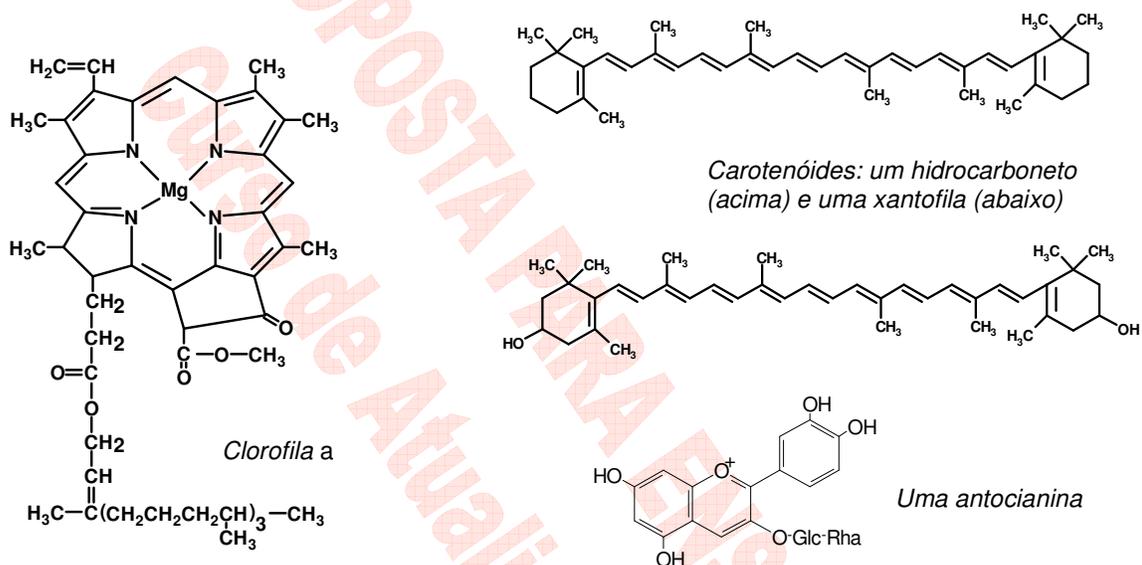


Figura 4. Exemplos de estruturas de antocianinas, clorofilas e carotenóides.

A caracterização das antocianinas é feita através de tratamento com ácidos (vinagre) e base (soda cáustica, ou seja, hidróxido de sódio). Em ácidos, as antocianinas são azuis, e em base, vermelhas. No experimento, obtém-se cor verde em vez de azul, devido ao fato de que os extratos aquosos contêm também pigmentos amarelos.

As clorofilas e os carotenóides podem ser separados através de tratamento com solução hidroalcoólica de hidróxido de sódio. Ocorre hidrólise da ligação éster entre o fitol e o núcleo tetrapirrólico das clorofilas. Com isso, o núcleo tetrapirrólico, contendo o grupo propanóico ionizado com carga negativa, torna-se hidrossolúvel, podendo ser separado dos carotenóides através da adição de água. Outra forma de separação das clorofilas dos carotenóides é através de cromatografia. O protocolo propõe a realização de cromatografia usando papel para coar café ou cartolina e o próprio solvente de extração dos pigmentos foliares.

Extração dos pigmentos

1. Corte ± 6 folhas frescas de *Tradescantia* em tiras transversais de 2-3 mm de largura;
2. Triture com gral e pistilo (ou pilão de cozinha), em presença de 5 mL de removedor de esmalte de unha (acetato de etila) e algumas gotas de vinagre branco;
3. Passe através de filtro coador de café para um tubo de ensaio, tomando o cuidado para que o resíduo permaneça no gral (pilão);
4. Trate o resíduo com mais 5 mL de removedor de cera. Filtrar para o mesmo tubo.



Separação e caracterização dos pigmentos hidrossolúveis e lipossolúveis

1. Observe a separação de duas fases. *A inferior, aquosa, de cor rósea (A), contendo antocianinas; e a superior, de cor verde (B), contendo acetato de etila, clorofilas e carotenóides;*
2. Transfira a fase inferior rósea com pipeta comum ou Pasteur (ou conta-gotas), para um outro tubo de ensaio;
3. Acrescente ao tubo algumas gotas de solução de soda cáustica 0,5% e agite até notar a mudança da cor rósea para verde. Adicione vinagre branco e agite. *A cor verde retorna ao róseo original;*
4. Transfira uma alíquota da solução superior (verde) com pipeta comum ou Pasteur (ou conta-gotas), para um outro tubo de ensaio;
5. Acrescente um pouco de solução a 10% de soda cáustica em álcool 70%. Agite e aguarde 5 min;
6. Adicione água, agite e aguarde a separação em duas fases. *Obtém-se uma fase inferior aquosa (verde), contendo o anel tetrapirrólico das clorofilas, com o grupamento propanóico ionizado (com carga negativa no meio alcalino). A fase superior é amarela e contém acetato de etila e carotenóides, que não são alterados pelo tratamento com soda.*

Cromatografia

1. Recorte um retângulo de 5 cm x 2 cm de papel para coar café ou cartolina;
2. Colete um pequeno volume da solução **B** com um tubo capilar com o menor diâmetro interno disponível. Deposite cuidadosamente a solução do capilar num ponto na região central do papel a cerca de 1 cm de uma das extremidades. Tome cuidado para que o diâmetro do extrato no papel não exceda 0,5 cm;
3. Deixe evaporar o extrato no papel e fazer novas aplicações até que se obtenha uma mancha verde intensa;
4. Coloque um volume de removedor de cera ou querosene num béquero de 50 mL (borel ou copo) que corresponda a uma altura de 3 mm do solvente no fundo do recipiente;
5. Coloque o papel no recipiente, com a mancha voltada para baixo, e cubra com uma placa de Petri (ou pires ou a tampa do copo de requeijão);
6. Acompanhe a ascensão do solvente, até chegar à extremidade superior do papel. Retire o papel e deixe evaporar o solvente;
7. *Obtém-se uma zona amarela, superior, correspondente aos carotenóides, e uma verde, inferior, correspondente às clorofilas.*

Preparo das soluções

1. Soda cáustica 0,5% - Pese 0,25 g de soda cáustica e dissolva, com auxílio de bastão de vidro, em 50 mL de água.



2. Soda cáustica 10% em álcool 70% - Pese 5 g de soda cáustica e dissolva, com auxílio de bastão de vidro em 50 mL de álcool 70%.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

Czygan, F.-C (Editor). 1980. *Pigments in plants*. 2nd Ed. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Harborne, J. B. 1984. *Phytochemical methods*. 2nd Ed. Chapman and Hall, London.

Robinson, T. 1991. *The organic constituents of higher plants*. 6th Ed. Cordus Press, North Amherst.



P12 - FOTOSSÍNTESE

Simone Soares Gregório (bactland@yahoo.com)

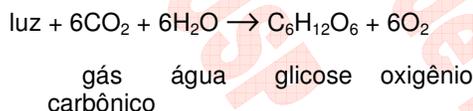
Todos os seres vivos dependem de energia para sua manutenção e crescimento. As fontes de energia primária são a energia solar e aquela contida em algumas ligações químicas. Esta energia no entanto não está prontamente disponível para utilização pela maioria dos seres vivos conhecidos, e precisa ser transformada.

Dentre os processos celulares de transformação de energia, temos aqueles relacionados à incorporação, que são a quimiossíntese e a fotossíntese e aqueles relacionados à liberação de energia, que são a respiração e a fermentação.

Estudaremos aqui somente o processo de **fotossíntese**, que é a síntese de moléculas orgânicas (por exemplo a glicose) a partir de moléculas inorgânicas (gás carbônico e água), utilizando a energia luminosa que é transformada em energia química. A glicose formada é utilizada como fonte de energia e de carbono pelos organismos.

As plantas não são os únicos organismos que realizam fotossíntese. Todos os seres vivos que possuem **clorofila** podem realizar esse processo. Como exemplos de outros seres que fazem fotossíntese podemos citar algumas bactérias clorofiladas e euglenas, que são protozoários que possuem clorofila.

A equação química geral da fotossíntese pode ser representada da seguinte maneira:



No entanto, o processo não é tão simples quanto parece quando observamos a equação acima. De uma certa maneira, podemos dividir o processo em duas etapas: a **fase fotoquímica**, com reações dependentes de luz, e a **fase química**, em que as reações não dependem diretamente da luz, mas dependem de produtos gerados na primeira etapa.

Na etapa fotoquímica, há a captação da energia luminosa pelas moléculas de clorofila, que transferem esta energia para uma série de reações endergônicas e a fotólise da água, que gera elétrons, prótons (H^+) e oxigênio (O_2). Além do oxigênio são formadas nesta etapa **ATP** e **NADPH**, moléculas que irão fornecer energia durante a produção de glicose a partir de gás carbônico. Na fase seguinte, a etapa química, após um conjunto de reações em série (denominado **Ciclo de Calvin**) o CO_2 é convertido em moléculas contendo três carbonos, que podem ser utilizadas para produção de glicose ou entrar em outras séries de reações para formar outras moléculas orgânicas. Além do Ciclo de Calvin, também

conhecido como C3, existem dois outros conjuntos de reações para formação da glicose que são as reações do Ciclo C4 e CAM.

Nos vegetais, o açúcar formado na fotossíntese é consumido para fornecer energia ou é utilizado para a formação de celulose (um componente estrutural da parede celular) e outras moléculas orgânicas. O excesso de glicose produzido pela planta pode ser convertido em amido, um polissacarídeo formado por várias unidades de glicose, que possui função de reserva energética para a planta.

A fotossíntese pode ser influenciada por fatores como temperatura, quantidade de CO₂ e intensidade e tipo de luz. O processo ocorre de maneira mais eficiente sob os espectros de luz compreendidos entre as faixas do azul-violeta e do vermelho. Até um determinado ponto, quanto maior a intensidade luminosa, maior a eficiência do processo. Este ponto, em que a eficiência fotossintética pára de aumentar e se mantém constante é denominado **ponto de saturação luminosa**.

Ao contrário da fotossíntese, o processo de **respiração** celular não é influenciado pela intensidade e pelo tipo de luz. As taxas de fotossíntese e de respiração podem ser medidas de acordo com a quantidade de moléculas de O₂ e de CO₂ produzidas, respectivamente. No escuro, o ser fotossintetizante não produz O₂, visto que esta molécula é proveniente da fotólise da água. À medida que a intensidade luminosa aumenta, a produção de O₂ também aumenta, até atingir a mesma quantidade de CO₂ produzido pelo processo de respiração. A intensidade luminosa em que estas quantidades são iguais é denominada **ponto de compensação fótico**. Nesta intensidade luminosa os processos de respiração e fotossíntese estão ocorrendo com a mesma velocidade.

OBJETIVOS

Verificar a fixação de CO₂ pela observação da presença de amido. Observar a influência da luz no processo de fotossíntese.

PROCEDIMENTOS

Observação da formação de amido como resultado da fotossíntese (prova de amido segundo Sachs)

1. Coloque algumas plantas jovens de feijão (*Phaseolus vulgaris*) no escuro por 2 dias (faça o plantio duas semanas antes da atividade);
2. Embrulhe algumas folhas com papel alumínio, deixando um recorte para que parte da folha fique exposta. Deixe algumas folhas descobertas;
3. Exponha a planta ao sol, observando o posicionamento das folhas em relação à incidência de luz (as regiões não cobertas devem ficar expostas à luz);
4. Deixe as folhas expostas à luz por 1 ou 2 dias e colha folhas cobertas e descobertas;
5. Coloque as folhas imediatamente em água fervente (5-10 min);



6. Transfira as folhas para o álcool 95% e aqueça até ficarem esbranquiçadas. **Cuidado!** Use placa aquecedora ou banho-maria;
7. Lave as folhas cuidadosamente até retirar o álcool. Escorra a água e distenda as folhas;
8. Coloque sobre a folha um pouco de solução de lugol (KI 15% e I₂ 3%) ou tintura de iodo.

Intensidade dos processos de fotossíntese e respiração (em demonstração)

1. Pegue algumas folhas de moyashi (broto de feijão – *Vigna unguiculata*) (quantas forem necessárias para os testes das condições ecolhidas**) e amarre um pedaço de linha nos pecíolos de cada folha, deixando cerca de 10 cm numa das pontas da linha;
2. Coloque um pouco de solução de vermelho de cresol nos tubos de ensaio, tomando o cuidado de deixar um espaço para que a folha não entre em contato com a solução. O volume de vermelho de cresol a ser colocado no tubo dependerá do tamanho do tubo utilizado;
3. Introduza a folha no interior do tubo já contendo a solução (cuidado para que a folha não entre em contato com a solução) e deixe-a suspensa, prendendo-a pela linha com o auxílio de filme plástico. O filme plástico deve ser colocado de maneira a vedar a boca do tubo de ensaio;
4. Coloque os tubos nos suportes e exponha alguns deles à luz e outros ao escuro (podem ser colocados no interior de um armário ou completamente cobertos com papel alumínio);
5. Observe periodicamente a coloração da solução nos tubos. Anote e discuta os resultados obtidos.

* A solução de vermelho de cresol é um indicador de pH que possui coloração amarela em pH ácido e arroxeadada em pH alcalino.

** Além das condições claro/ escuro, também podem ser testadas outras condições como por exemplo diferentes intensidades luminosas (com o auxílio de uma luminária ou em locais iluminados diretamente pelo sol ou sombreados); variação na quantidade de folhas; folhas verdes e folhas não verdes, entre outras.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

- Hall, D. O., Rao, K. K. 1980. *Fotossíntese*. Temas de Biologia Vol. 10. Ed. Pedagógica e Universitária. São Paulo.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. 2001. *Biologia Vegetal*. 6a.edição. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.



P13 – BIÓLOGO DE COZINHA: EXTRAÇÃO DE DNA

Mariana Cabral de Oliveira (mcdolive@ib.usp.br)

O Projeto Genoma no Brasil

Genoma é o conjunto completo das seqüências de **ácido desoxirribonucléico (DNA)** que compõem os cromossomos de um organismo. Projetos genoma visam determinar a seqüência de bases nitrogenadas - adenina, citosina, guanina e timina, respectivamente A, C, G e T - das moléculas de DNA de um determinado organismo (por exemplo, Projeto Genoma Humano, Projeto Genoma *Escherichia coli*, etc.). Projetos genoma seqüenciam tanto as regiões que contêm as informações que podem eventualmente ser expressadas pelo organismo (genes), quanto as regiões reguladoras e regiões sem função aparente, freqüentemente chamadas de “DNA-lixo”. Por exemplo, no caso do genoma humano estima-se que apenas 3% das seqüências de DNA correspondem aos genes propriamente ditos, enquanto que nas bactérias esta porcentagem pode ser acima de 90%.

O **primeiro Projeto Genoma** a ser inteiramente realizado no **Brasil** foi o da bactéria fitopatogênica *Xylella fastidiosa* que causa uma doença conhecida como “**amarelinho**” em **laranjeiras**. Este projeto foi financiado principalmente pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (**FAPESP**) e realizado por um consórcio de laboratórios denominado de ONSA (“Organization for Nucleotide Sequencing and Analysis”). Estes 35 laboratórios espalhados pelo Estado de São Paulo realizaram o seqüenciamento do genoma da bactéria de forma cooperativa. Os fragmentos de seqüência obtidas em cada um dos laboratórios eram enviados pela internet ao laboratório de bioinformática na Unicamp, onde a seqüência foi montada. O seqüenciamento das 2,7 milhões de bases nitrogenadas do genoma da *Xylella* foi completado antes do prazo previsto e foi publicado na *Nature*, uma das revistas científicas mais conceituadas do mundo, colocando o Brasil numa posição de destaque no cenário científico internacional. Graças ao sucesso deste primeiro projeto, outros se seguiram, incluindo os projetos de transcriptoma do “Genoma Humano do Câncer” e “Projeto EST da Cana-de-Açúcar”, além do seqüenciamento do genoma completo de outras bactérias de interesse no país.

O sucesso destes projetos no Brasil se deu em parte pela organização inovadora de dividir o trabalho e conseqüentemente o treinamento de pesquisadores e a infra-estrutura em vários centros de pesquisa espalhados pelo Estado. Este modelo descentralizado e cooperativo de pesquisa está sendo usado também para o **Projeto Genoma Nacional** com financiamento do **CNPq** e que envolve laboratórios de vários Estados.

O reconhecimento da competência do Brasil na área genômica ficou patente quando o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) entrou em contato com a FAPESP e com a rede ONSA para que fosse seqüenciado o genoma da *Xylella* que está infestando as plantações de videiras causando a Doença de Pierce. A produção vinícola da Califórnia está seriamente ameaçada por



esta bactéria. O seqüenciamento desta segunda linhagem de *Xylella* foi iniciado em agosto de 2000 e publicado no início de 2003.

No âmbito internacional, diversos organismos tiveram seus genomas seqüenciados. Em 2000 foi publicado o genoma da primeira planta, a *Arabidopsis thaliana*. O genoma humano com cerca de 3,2 bilhões de bases nitrogenadas teve sua seqüência publicada em 2001 por dois grandes grupos, um consórcio público internacional e uma empresa privada nos Estados Unidos, a Celera Genomics. O estudo comparativo de genomas de vários organismos vem trazendo informações significativas para o conhecimento do genoma humano, permitindo a identificação de genes não previamente detectados.

Os projetos do “Genoma Humano do Câncer” e “Projeto EST da Cana-de-Açúcar” são baseados no conjunto das **seqüências de ácido ribonucléico (RNA)** expressas a partir do genoma. Esses projetos denominados de **transcriptoma** visam determinar a seqüência de bases nitrogenadas obtidas a partir das moléculas de RNA de um determinado organismo, também chamadas de etiquetas de seqüências expressas (**EST**= “Expressed Sequence Tags”) e analisam apenas a porção dos genomas que carregam as mensagens que vão eventualmente ser traduzidas em seqüências protéicas. Projetos transcriptomas são uma maneira relativamente rápida de acessar a porção informativa do genoma, além de servir para a identificação de genes ativos no momento da preparação do material. O Projeto “Genoma Humano do Câncer” realizado no Brasil conseguiu identificar genes que não tinham sido identificados durante o Projeto Genoma Humano.

Cada molécula de RNA mensageiro (**mRNA**) que corresponde ao transcrito de uma região gênica pode ser usada para a síntese de uma molécula complementar de DNA (**cDNA**) usando uma enzima denominada de transcriptase reversa. Estes cDNAs por sua vez podem ser usados para a síntese das proteínas correspondente a cada um dos genes do organismo num sistema artificial, desta maneira a função destes genes pode ser estudada. Este tipo de abordagem é chamado de “**genoma funcional**”.

Proteoma é o conjunto completo das **proteínas** que compõem um organismo. Os genes contidos nas moléculas de DNA podem ser transcritos em moléculas de RNA que por sua vez podem ser traduzidos em proteínas que formam as células e os tecidos. Projetos proteoma visam caracterizar o conjunto de proteínas de um determinado organismo.

Além dos projetos genoma em andamento no Brasil, projetos de genoma funcional e proteoma também foram iniciados no país. A área denominada de genômica está definitivamente estabelecida no Brasil.

O primeiro passo para o seqüenciamento de um genoma é a extração de DNA do organismo.



OBJETIVOS

Divulgar o papel do Brasil nos estudos de genômica.

Obter de maneira fácil e rápida DNA a partir de material vegetal.

PROCEDIMENTOS

1. Pique a banana em pedaços pequenos. Obs.: alternativamente pode usar cebola ou morango.
2. Em um copo, misture 150 mL de água (um copo americano), uma colher de sopa de detergente e uma colher de chá de sal de cozinha.
3. Adicione a banana picada a essa mistura. Mexa bem. Tampe o copo com filme plástico.
4. Deixe por 15 minutos em banho-maria à 60°C. Obs.: pode ser feito a temperatura ambiente.
5. Coe a mistura em filtro de papel para café, descarte o "bagaço". O DNA está no líquido. Obs.: alternativamente a mistura pode ser coada em uma peneira.
6. Adicione álcool de limpeza cuidadosamente na parede do copo com o líquido. O DNA precipitará.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

Keller, E.F., 2002. O Século do Gene. Belo Horizonte: Editora Crisálida.

Pereira, L.V., 2001. Seqüenciaram o genoma humano...E agora? Editora Moderna.

Watson, J.D. 1968. The Double Helix. New York: Touchstone.

SITES SUGERIDOS

Site da Fapesp: <http://www.fapesp.br/> (Programas Especiais, Programa Genoma, Onsa in the press: tem links para vários artigos de jornais e revistas no Brasil e no Exterior).

Revista Fapesp: <http://revistapesquisa.fapesp.br/> (vários artigos).

Centros de Estudo do genoma Humano: <http://genoma.ib.usp.br/>

GenBank (banco de dados de seqüências): <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (link direto para a parte de genomas: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov:80/entrez/query.fcgi?db=Genome>)

<http://www.pgh.hpg.ig.com.br/index.htm>

<http://www.ufrgs.br/HCPA/gppg/genoma.htm> (links para bioética)



P14 - CONFECCÃO DE PAPEL A PARTIR DE FIBRAS VEGETAIS NÃO-LENHOSAS

Déborah Yara Alves Cursino dos Santos (dyacsan@ib.usp.br)

A invenção do papel é atribuída a T'sai Lun, no ano de 105 d.C., na China, tendo sido confeccionado a partir de casca de amoreira e de restos de roupa e cânhamo. Somente no início do século XVIII, Reamur pioneiramente sugeriu o emprego da madeira como matéria-prima na fabricação do papel. Por volta de 1840, foi desenvolvido na Alemanha um processo para trituração de madeira e separação das fibras, formando assim a "pasta mecânica" de celulose. No ano de 1854 foi patenteado um outro processo, dessa vez na Inglaterra. Ele foi desenvolvido para a produção de pasta celulósica por meio de tratamento com soda cáustica. A lignina, substância que se deposita na parede das fibras, é dissolvida e removida, surgindo a "pasta química". Atualmente, as fibras vegetais obtidas de madeira são a principal fonte de obtenção das pastas celulósicas.

A produção de celulose consiste em desfibrar, em meio aquoso, uma estrutura harmonicamente constituída (tronco da árvore). Existem vários processos de obtenção de pastas celulósicas. Os principais são: **pasta mecânica** - as fibras da madeira são desagregadas por atrito mecânico; **pasta termomecânica** - o atrito mecânico é facilitado por uma prévia saturação das fibras com vapor; **pasta termoquímomecânica** - o atrito mecânico é facilitado pela saturação das fibras com vapor e produtos químicos; **pasta química** - a desagregação das fibras ocorre pelo uso de vapor, pressão e produtos químicos. As partes resultantes desses processos apresentam uma coloração que pode variar do marrom escuro ao amarelo.

O processo químico é mais o usado para a fabricação de papéis brancos. Nesse processo a madeira é previamente cortada em **cavacos**. Esses são colocados em um recipiente em contato com agentes químicos, à alta pressão e temperatura, chamado de **digestor**. O produto do digestor, polpa marrom, é submetido ao **branqueamento**. Os principais agentes branqueadores são: cloro (gás), oxigênio, hipoclorito de sódio (água de lavadeira), peróxido de hidrogênio (água oxigenada) e dióxido de cloro. A etapa de branqueamento é um dos processos que mais onera a produção de celulose, visto que a pasta marrom tem um rendimento de 90 a 95% contra 45 a 55% da pasta branca (percentual sobre volume de madeira), além de consumir produtos químicos.

Antes da pasta celulósica alcançar a caixa de entrada da máquina de papel, esta sofre tratamentos físico e químico, a fim de proporcionar ao papel as características e propriedades especificadas.

O primeiro deles é a refinação, que consiste numa ação mecânica de golpes, objetivando a **fibrilação**, ou seja, que a fibra solte pequenas fibrilas, como também o aumento da flexibilidade da fibra, proporcionando, assim, um entrelaçamento maior e mais uniforme entre as fibras, durante a fabricação.



Logo após, a pasta recebe a adição de carga mineral, que pode ser: caulim (silicato de alumínio), ou carbonato de cálcio, ou dióxido de titânio, etc., cuja principal finalidade é de conferir maior opacidade ao papel. Outros aditivos tais como: cola, amidos, corantes, etc. são também adicionados.

Essa massa, muito diluída em água, passa pela caixa de entrada da máquina de papel, de onde é lançada, sob a forma de um jato fino e uniforme, sobre uma **tela** que gira continuamente. Graças a vários elementos de **drenagem**, a água é, progressivamente, eliminada, formando a folha, que será consolidada nas etapas de **prensagem** e **secagem**.

A espessura da folha é determinada pela pressão da calandra (**cilindros laminadores** instalados após a seção de secagem) e a gramatura pelo volume de massa que cai na tela.

No final da máquina, o papel é enrolado em enormes mandris, que são rebobinados e segmentados em rolos menores, seguindo para a seção de conversão ou de acabamento.

OBJETIVOS

Demonstrar a possibilidade de obtenção de papel a partir de fibras vegetais não usuais através de métodos simples.

PROCEDIMENTOS

1. Corte o material fornecedor de fibras (bagaço de cana-de-açúcar, palha de milho, quiabo etc.) em fragmentos de cerca de 2 cm e coloque em um béquer (ou panela);
2. Cubra com solução de soda cáustica 10% (dissolva 10 g de soda cáustica em 100 mL de água) e ferva por cerca de 25 min;
3. Descarte a solução de soda cáustica em um recipiente próprio, com auxílio de funil, despejando o material sobre um pano;
4. Lave o material em água corrente abundante até eliminar a soda;
5. Transfira a massa para o liquidificador. Acrescente água. Bata rapidamente. Escorra a água.
6. Volte a massa para o béquer. Cubra com solução de hipoclorito de sódio (água sanitária e água, na proporção 1:1) e ferva até clarear;
7. Descarte a solução de hipoclorito de sódio em um recipiente próprio, com auxílio de funil, despejando o material sobre um pano;
8. Lave com água corrente abundante até eliminar o hipoclorito;
9. Monte o conjunto de molde e suporte para molde: cubra a moldura de isopor com um pano de saco e com uma tela de serigrafia (44 fios/cm²); encaixe-os em um suporte de isopor; posicione o conjunto no interior de um recipiente de plástico para receber a água excedente do liquidificador ou no fundo de um tanque;



10. Bata no liquidificador, com grande quantidade de água, até obter uma massa homogênea e despeje-a sobre o conjunto;
11. Espere escorrer o excesso de água e retire o suporte de isopor. A
12. Coloque um novo pedaço de tela de serigrafia por cima da folha de papel;
13. Deposite o conjunto formado pelas duas telas de serigrafia e a folha de papel encima de um pano de saco seco. Cubra com uma das bordas do pano e retire o excesso de água com uma esponja;
14. Destaque a folha delicadamente com o auxílio de uma espátula;
15. Prende a folha de papel e leve para secar em estufa, ao sol ou passe a ferro.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

- IBGE. 2002. *Produção da extração vegetal e da silvicultura*. Vol. 17. <http://www.ibge.gov.br>
- Simpson, B.B., Ogorzaly, M.C. 2001. *Economic botany: plants in our world*. 3a ed. McGraw-Hill, Inc. New York.

SITES SUGERIDOS

- <http://www.senai-cetcep.com.br/tutor2.html>
- <http://www.cafebandeira.com.br/histpapel.html>
- http://www.aracruz.com.br/web/pt/curiosidades/curios_histpapel.html
- http://www.3m.com/intl/br/industria/papel_celulose
- <http://www.internationalpaperdobrasil.com.br>



P15 - O ÁGAR E A TÉCNICA DE MARMORIZAÇÃO

Roselene Donato (rdonato@ib.usp.br)

Fungyi Chow Ho (fchow@ib.usp.br)

A arte de se decorarem papéis e tecidos por meio de tintas flutuando em um meio líquido é muito antiga. Esta técnica é conhecida como **marmorização**. Os japoneses já a utilizavam, com o nome de “suminagashi”, no século XII. O princípio é baseado em corantes que flutuam numa superfície líquida e no final, o desenho formado é transferido para uma folha de papel ou tecido. Não existiam tintas acrílicas naquela época, e os artistas utilizavam um tipo de nanquim, uma tinta usada para caligrafia. A técnica ocidental, proveniente da Turquia e conhecida como “ebru”, usa tintas a base de óleo e um espessante (algo como gelatina), proveniente das algas. Devido ao espessante na água, as tintas não se espalham tão facilmente e o artista tem mais controle sobre o resultado final, que é obtido se passando pentes e outras ferramentas sobre as tintas. A tinta acrílica é uma emulsão, ou seja, uma mistura estável de água e um material que não se dissolve (o polímero acrílico) nela. A parte que não é miscível na água se espalha, formando uma finíssima camada na superfície. O segredo da técnica japonesa é o controle da tensão superficial da água. Cada gota de tinta se espalha pela superfície.

OBJETIVOS

Ressaltar uma das utilizações comerciais de ágar (“gelatina” de algas) e discutir como ocorre a difusão de materiais sobre uma superfície líquida bem como a tensão superficial dos líquidos, de maneira lúdica.

PROCEDIMENTOS

1. Em 250 mL de água quente adicione duas colheres de chá de ágar, misturando bem até dissolver completamente. Em caso de recipientes maiores, mantenha a mesma proporção de diluição até alcançar o volume final desejado;
2. Coloque a solução em uma bacia larga e deixe em repouso até esfriar. A parte, coloque uma colher de chá de tinta acrílica no pote plástico e dilua em uma colher de chá de água, misturando bem. Adicione, então, 13 gotas do detergente e misture novamente;
3. Com auxílio de uma colher plástica, pingue uma gota da mistura na bacia contendo a solução aquosa de ágar e observe a difusão desta. O objetivo é fazer com que a tinta flutue na superfície, portanto, coloque as gotas com cuidado. Ajuste a concentração da tinta para que ela tenha uma cor intensa quando em contato com a solução. Parte da tinta pode afundar, mas uma quantidade suficiente deve se espalhar na superfície caso a tinta esteja diluída corretamente;
4. Quando você julgar ter uma quantidade suficiente de tintas coloridas na superfície da solução, você poderá modificar seu “design” utilizando palito de churrasco, pente, soprando com um



- canudo etc. Assim que sua criação estiver pronta, coloque um canto da folha de papel na superfície do líquido mais próxima do seu lado na bacia e vá baixando em direção diagonal, tomando o devido cuidado para que não se formem bolhas de ar sob a folha, o que prejudicará seu “produto final”;
5. Retire a folha de papel, coloque-a em uma superfície plana e lave em água corrente. Depois pendure-a para secar e assim que estiver completamente seca, coloque sua obra-prima sob um livro bem pesado para que volte à forma plana.

BIBLIOGRAFIA SUGERIDA

Mateus, A. L. 2001. *Química na cabeça: experiências espetaculares para você fazer em casa ou na escola*. Editora UFMG, Belo Horizonte.



P16 – LIVROS DIDÁTICOS

Paulo Takeo Sano (ptsano@usp.br)

O **livro didático** tem se firmado, dentro do cenário de ensino-aprendizagem, mais como protagonista do processo do que propriamente como coadjuvante. Em muitas situações - e no **ensino de Botânica** não é diferente - ele é mais do que um recurso auxiliar nas mãos do professor: é a fonte de informação sobre conceitos e sobre estratégias de ensino. Por conta dessa distorção no papel desempenhado por esse instrumento, cada vez mais é necessário todo cuidado não apenas na **escolha** como também no **uso** de livros didáticos em sala-de-aula.

Primeiro, não existe o **livro ideal**. Existe, sim, um e outro título que são os mais adequados dentro de uma certa realidade e de um determinado contexto. É fácil entender que o livro mais apropriado para uma escola rural talvez não seja o mesmo para uma outra localizada num grande centro urbano. Dessa forma, ninguém, senão o professor, será capaz e competente para **proceder a essa escolha**. Escolha que nem sempre é fácil diante da variedade de títulos e de possibilidades que são apresentados, em geral.

Em outro plano, ainda que a escolha seja acertada, o livro será pouco eficiente como instrumento didático se não tiver um **uso adequado**. O livro didático **não deve ocupar o lugar do professor** no processo de aprendizado de seus alunos. Ele deve ser um elemento norteador do processo, uma fonte de referências básicas, de informações relevantes e de estratégias diversificadas em sala-de-aula. Porém, o professor é quem deve determinar o ritmo, a frequência e a forma em que tais elementos devem ser usados.

O perigo de se converter em **fonte exclusiva de informações** ocorre justamente naqueles **conteúdos** – como é o caso de **Botânica**, por exemplo – que em geral não são de domínio amplo do professor. Nesse contexto, muitas vezes o livro didático ao invés de educar os alunos, deseduca também o professor.

A Botânica, em geral, é tratada sob dois aspectos principais nos livros didáticos: a **morfologia** e a **classificação**. Outro tema central dessa área, a **fotossíntese**, com frequência é tratado associado a temas de Ecologia, como cadeia alimentar e fluxo de energia. Com isso, tem-se uma Botânica extremamente **descritiva**, em que são propostos **nomes** de difícil assimilação associados a **figuras** nem sempre condizentes com a realidade.

Existe uma completa **desvinculação** do conteúdo com a **realidade** de alunos e professores. A Botânica é ensinada distanciada do ser humano e dos demais seres vivos, inclusive. A **falta de um enfoque evolutivo** acaba por tornar esse assunto um tanto árido e pouco atraente tanto para quem o ensina como para quem o aprende.



Nesse contexto, a intenção dessa aula recai justamente na reflexão sobre os conteúdos de Botânica em livros didáticos e sobre a escolha e o uso desses livros.

OBJETIVOS

Levar os professores a refletir sobre a forma com que a Botânica é ensinada tendo por referência os conteúdos e estratégias presentes nos livros didáticos. Com isso, discutir também critérios para escolha e uso de tais livros.

PROCEDIMENTOS

1. Em grupo, procurem nos livros didáticos utilizados por cada um, alguns problemas tendo em mente o conhecimento adquirido ao longo deste curso.
2. Troquem de grupos e discutam com os colegas o que foi encontrado pelos grupos anteriores.
3. Indiquem, na forma de painel, os principais problemas apontados.

BIBLIOGRAFIA

Batista, A. A. G. 2001. *Recomendações para uma política pública de livros didáticos*. SEF/MEC. Brasília.
FNDE/MEC. *Guias Nacionais do Livro Didático*. PNLD/2000, PNLD/2002 e PNLD/2004. FNDE/MEC. Brasília.