Texto Base: Aula 15

Organismos Fotossintetizantes 3

Autora: Suzana Ursi

Nesta aula, estudaremos as Traqueófitas, ou seja, aquelas plantas que possuem vasos condutores especializados: xilema para o transporte de água e sais minerais; e floema para ao produtos da fotossíntese. Elas representam cerca de 90% de todas as plantas terrestres, possuem raízes verdadeiras e apresentam como fase dominante de seu ciclo de vida o esporófito (diploide, 2N). Observa-se ainda a presença de folhas modificadas para a produção de esporos, os esporofilos. Esse grupo contem dois filos de plantas sem sementes: Licófitas e Monilófitas (conhecidas como “pteridófitas”) e as Espermatófitas (plantas com sementes) (Figura 1).

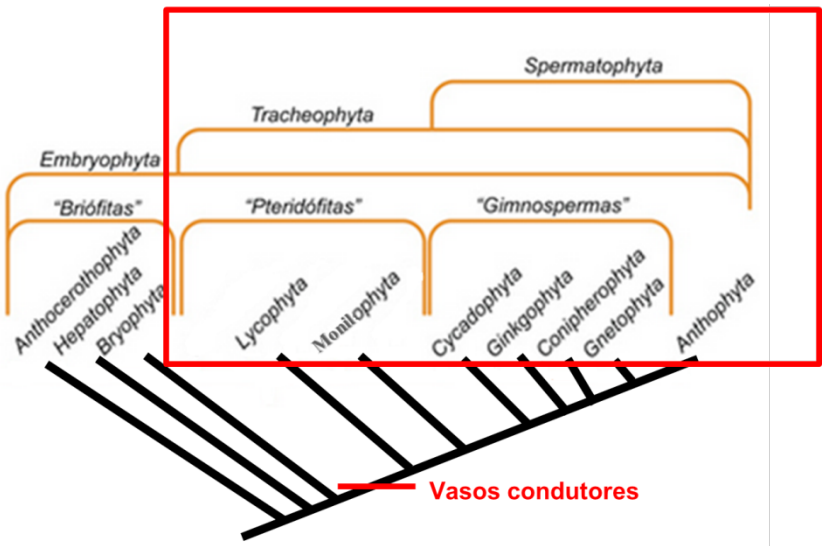

Figura 1. Cladograma simplificado das linhagens de plantas terrestres, destacando-se o grupo das traqueófitas.

Traqueófitas sem sementes

Na Figura 2, podemos observar a diversidade das traqueófitas sem sementes. O filo Lycophyta é representado por licopódios (A) e selaginelas (B). Pode-se verificar que os esporofilos são do tipo estróbilo no licopódio (seta vermelha). Já o filo Monilophyta é mais diversificado, englobando avencas (C), samambaias (D e E), cavalinhas (F) e *Psilotum* (G). Nesse filo, os esporófitos podem ser do tipo estróbilo (ex. cavalinha) ou soros (ex. samambaias, E).

Ressaltamos que nos soros todos os esporos produzidos são iguais, o que é denominado homosporia (*homo* – igual).

Essas plantas foram muito abundantes dos períodos geológicos devoniano e carbonífero, sendo responsáveis por grande aumento na fotossíntese em nosso planta (e consequente consumo de gás carbônico), o que ocasionou queda brusca no efeito estufa na época. Atualmente, continuam tendo importância ecológica e econômica, principalmente como plantas ornamentais. Também possuem representantes com propriedades medicinais, como a cavalinha.

Figura 2. Diversidade de traqueófitas sem semente.

Espermatófitas

Estes são os organismos vegetais mais conhecidos do público em geral. As Espermatófitas também são o foco central do estudo da Botânica no Ensino Básico, sendo as plantas que possuem sementes. Dentre a linhagem das plantas verdes, tais plantas são as mais derivadas na evolução, ou seja, aquelas que surgiram mais recentemente (Figura 1). A semente é um dos mais importantes eventos evolutivos na história das plantas, pois conferiu, para a grande maioria dos grupos, independência total em relação ao ambiente aquático, no que se refere à reprodução. O grande sucesso evolutivo das espermatófitas é atribuído à proteção que a semente proporciona ao embrião. Uma semente geralmente é formada pelo embrião, um tecido de reserva (endosperma) e tegumento (camada protetora).

Todos nós já ouvimos falar em “gimnospermas” e angiospermas, não é mesmo? Essa classificação tradicional não é mais utilizada nos meios acadêmicos, pois estudos filogenéticos indicam que o primeiro grupo não é monofilético. No entanto, ela ainda é amplamente utilizada nos livros didáticos. Os termos já definem cada um dos grupos: plantas com sementes nuas, ou seja, sem proteção extra, são incluídas no grupo das gimnospermas e plantas com sementes protegidas (por um fruto) são incluídas no grupo das angiospermas.

Gimno sperma — **nu semente**

Angio spermas — **“urna” semente.**

Plantas com sementes nuas

Existem quatro grupos viventes de plantas que são, tradicionalmente, chamadas “gimnospermas”: Cycadophyta, Ginkgophyta, Coniferophyta e Gnetophyta.

A Figuras 3 demonstra um pouco dessa grande diversidade. As setas vermelhas indicam os estróbilos.

A seguir, apresentamos exemplos de plantas que fazem parte desses quatro grupos:

- **Cycadophyta**: Cicas (A, B) e *Zamia* (C);
- **Ginkgophyta**: *Ginkgo biloba* (D, E);
- **Gnetophyta**: *Ephedra* (J).
- **Coniferophyta**: Pinheiros (H, K) e Araucárias (F,G,I).

Figura 3. Diversidade de espermatófitas sem frutos. O pinhão (F) é a semente da araucária. (G) Observa-se um megaestróbilo (maior) e um microestróbilo (menor).

Nessas plantas, o gametófito feminino está imerso em uma estrutura chamada óvulo. Geralmente, esses óvulos estão nas estruturas denominadas estróbilos, que são vários óvulos e suas respectivas escamas arranjados sobre um eixo. Existe grande variação na estrutura do estróbilo. Ocorre aqui a heterosporia (*hetero* – diferente). O famoso grão de pólen nada mais é do que o micrósporo, produzido pelo microestróbilo. O grão de pólen produz uma estrutura chamada tubo polínico, dentro do qual é encontrado o gameta verdadeiro. Isso pode ser observado nos grupos Coniferophyta e Gnetophyta. Já em Cycadophyta e Ginkgophyta, ocorre a formação de anterozoides ciliados dentro do tubo polínico, que nadam para fecundar o gameta feminino (derivado do megásporo, produzido pelo megaestróbilo), apresentando ainda assim certa dependência da água para a fecundação. Isso é bem interessante, pois sempre ouvimos que as gimnospermas são totalmente independentes da água para sua reprodução, o que não é verdadeiro para alguns grupos.

As espermatófitas sem sementes são muito importantes ecologicamente, formando grandes floresta, principalmente em áreas temperadas. São muito utilizadas como fonte de madeira comercial, com fins ornamentais, produção de alimentos (como pinhão), dentre outras importâncias econômicas.

Anthophyta: plantas com flores e frutos

As plantas desse grupo possuem **flores e frutos**. Atinge-se o **grau máximo de redução dos gametófitos**, que estão localizados no interior da flor. Nesse grupo, a fecundação é totalmente independente da água. Outra característica é a **dupla fecundação**, que origina um **endosperma triploide** (3N). Apenas nesse grupo podemos observar a ocorrência, no sistema de transporte de substâncias, dos **tubos crivados**.

Entre as angiospermas (ou filo Anthophyta), está a maioria das principais plantas utilizadas em nossa alimentação, como: arroz, feijão, árvores frutíferas (Figura 4), batata, trigo, soja, entre outras. Estão entre elas também as plantas mais utilizadas na produção de remédios (ex.: chorão), assim como muitas das consideradas tóxicas (ex.: comigo-ninguém-pode). Também as utilizadas para obtenção e energia, madeira e uma infinidade de outros produtos. Essas são as plantas que mais chamam nossa atenção no dia a dia e cuja importância ecológica é enorme.

Figura 4. Feijão: grãos e vagem de feijão / Arroz: cultivo e grãos de arroz/ Laranja: cultivo, detalhe com flores e frutos.

As flores são importantes novidades evolutivas, pois permitiram mecanismos diversificados de polinização. Provavelmente, o grande sucesso das angiospermas está ligado à coevolução entre as flores e os polinizadores. Já os frutos, além de protegerem a semente e, consequentemente, o embrião, se tornaram importantes para a dispersão dessas sementes. Sempre ouvimos que as angiospermas podem ser divididas: dicotiledôneas e monocotiledôneas. Essa divisão foi proposta com base em algumas características morfológicas, como a presença de um ou dois cotilédones (cotilédone = folha do embrião presente no interior da semente).

Mono cotiledônea **Dicotiledônea**
um cotilédone **dois cotilédone**

A utilização de dados moleculares aliados à sistemática filogenética também promoveu mudanças na classificação das angiospermas. Atualmente, o sistema mais aceito no meio acadêmico é o APG (“Angiosperm Phylogeny Group”), representado na Figura 5. Segundo essa classificação, as dicotiledôneas não formam um grupo válido por não ser monofilético. Assim, as dicotiledôneas foram subdivididas em um grande grupo monofilético nomeado eudicotiledôneas (“dicotiledôneas verdadeiras”) e outros pequenos grupos com

características mais parecidas com as das plantas ancestrais das angiospermas. Esses grupos são conhecidos como "angiospermas basais" ou angiospermas mais antigas (como as ninfeias). Entre elas estão plantas como as magnólias, as anonas e as ninfeias. As monocotiledôneas realmente formam um grupo monofilético e, portanto, um grupo válido para o sistema APG. Portanto, o grupo que chamávamos dicotiledôneas é diferente do grupo atualmente chamado eudicotiledôneas. A grande diferença está em que as eudicotiledôneas são um grupo monofilético e NÃO incluem as chamadas "angiospermas basais". Já as monocotiledôneas continuam sendo um grupo válido.

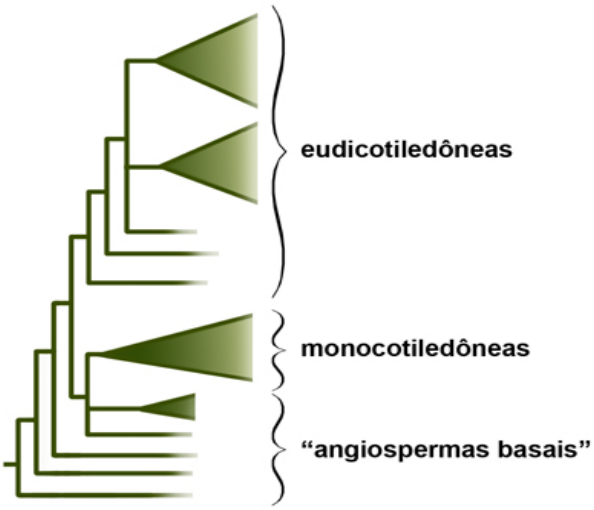

Figura 5. Árvore filogenética simplificada, mostrando os três grandes grupos de angiospermas.
Adaptado de Motta, L.B. e Furlan, C.M. Diversidade morfoléfica das espermatófitas. In. SANTOS, D.Y.A.C.; CHOW, F. e FURLAN, C.M. (Orgs.). A Botânica no cotidiano. 1ª ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2008. 124 p.

Diversidade das monocotiledôneas

As monocotiledôneas incluem plantas bastante conhecidas como as gramíneas, os lírios, as orquídeas e as palmeiras. Elas possuem:
- um cotilédone;
- partes das flores são constituídas de três elementos (flores trímeras);
- pólen monoaperturado (apenas uma abertura);
- nervação das folhas paralelinérveas (nervuras paralelas entre si);
- os feixes vasculares estão dispostos no caule de forma dispersa.

Alguns grupos merecem destaque, como o das gramíneas (Figura 6), que apresentam flores geralmente inconspícuas e polinizadas pelo vento. Elas produzem uma grande quantidade de pólen, que é transportado pelo vento e os estigmas são amplos e plumosos, eficazes para receber o pólen. Muitas das plantas mais importantes em nossa alimentação pertencem a esse grupo. Já as orquídeas representam a maior família das angiospermas e seu sucesso evolutivo é atribuído a alguns fatores, como sua grande quantidade de óvulos que, por sua vez, pode resultar em um número muito grande de sementes; todo o pólen está reunido em estruturas chamadas polínias, sendo disperso de uma só vez; a simetria da flor e a forma de suas pétalas, como o labelo, também auxiliam no processo de polinização.

Figura 6. Gramíneas: Plantação de arroz, Gramado / Bambú, Cevada, Aveia, Milho / Plantação de Milho

Diversidade das eudicotiledôneas

As eudicotiledôneas incluem quase todas as árvores, arbustos e ervas (Figura 7). Elas possuem:

- dois cotilédones;
- partes das flores são constituídas de quatro ou cinco elementos (flores tetrâmeras ou pentâmeras);
- pólen triaperturado (com três aberturas);
- nervação das folhas reticuladas (formando uma rede);
- os feixes vasculares estão dispostos no caule em anel.

Também destacamos dois grupos dessa linhagem: rosídeas e asterídeas. Rosídeas é um grupo formado pelas plantas com corola de pétalas separadas. Exemplos: goiabeira, a macieira e o pé de feijão. Já o grupo das asterídeas é formado por plantas que possuem corola gamopétala (ou seja, pétalas unidas). Exemplos: hortelã e batata. Neste grupo encontra-se também uma das famílias com o maior grau de especialização em termos evolutivos, a família do girassol (*Asteraceae*). Essas plantas apresentam flores reunidas em capítulos, o que lhes dá a aparência de uma grande flor.

Figura 7. Pequena parte da diversidade das eudicotiledôneas: goiabeira, macieira, gira-sol.

O que é uma flor?

Sendo a flor uma grande novidade evolutiva, vamos abordar sua estrutura básica. Elas podem ser solitárias nos ramos ou estar agrupadas de várias formas em agregados chamados inflorescências. A haste de uma flor isolada é chamada de pedúnculo e a parte onde os demais elementos florais estão fixados é o receptáculo. A maioria das flores possui dois tipos de apêndices protetores - as sépalas e as pétalas - que estão presos ao receptáculo floral logo abaixo das peças férteis - os estames e os carpelos (Figura 8). Assim, cada conjunto de apêndices semelhantes (denominado verticilo) pode ser assim definido:

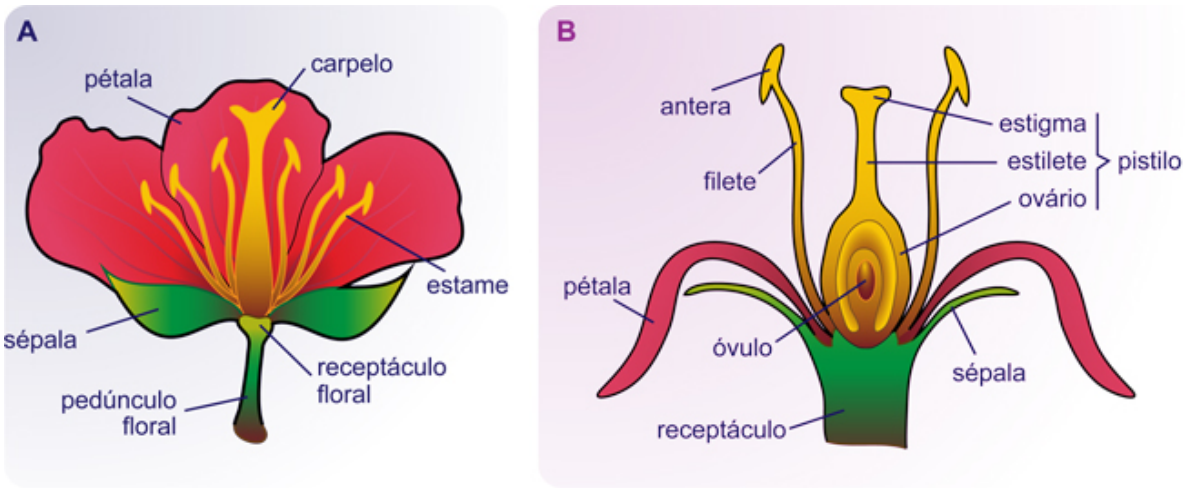

Figura 8. Estrutura básica de flor perfeita: A. vista geral; B. em corte longitudinal.

• **Cálice** – é o verticilo mais externo, formado pelo conjunto das sépalas, que são apêndices de estrutura foliar, comumente verdes e relativamente espessos. As sépalas são responsáveis pela proteção do botão floral jovem.

• **Corola** – formada pelo conjunto das pétalas que são, em geral, vivamente coloridas e de estrutura mais delgada. As pétalas são as responsáveis, na maioria das vezes, pela beleza das flores e toda essa exposição tem uma única função: a atração de polinizadores. .

• **Androceu** – formado pelo conjunto de estames que são as estruturas responsáveis pela porção reprodutiva masculina da flor. Os estames podem apresentar estrutura muito variável, mas geralmente são constituídos por um filamento (filete), em cujo ápice está presa uma antera e possui no seu interior dois sacos polínicos (ou microesporângios), responsáveis pela produção dos grãos de pólen (que carregam os gametas masculinos).

• **Gineceu** – é o conjunto de carpelos da flor que são como folhas modificadas, dobradas e soldadas longitudinalmente, abrigando em seu interior os **óvulos** (que portam os gametas femininos). A porção onde ficam abrigados os óvulos denomina-se **ovário**. Segue-se ao ovário uma parte mediana - o estilete - e uma parte superior - o estigma -, que recepciona os grãos de pólen. Portanto:

Óvulo → origina **semente**
Ovário → origina **fruto**

(O fruto é outra grande novidade evolutiva das angiospermas)

Quanto à evolução da flor, resumidamente, podemos dizer que foram selecionadas as folhas férteis que foram se modificando das demais folhas verdes da planta, e se agruparam no ápice dos ramos, formando, por exemplo, os estróbilos das gimnospermas. Ocorreu então a seleção de folhas férteis que se dobraram e fundiram, **encerrando em seu interior, os óvulos e formando uma nova estrutura, que é o ovário – típico das flores das angiospermas**. Todas essas modificações foram importantes não só para proteger os óvulos, mas também para destacar as flores no ápice dos ramos, facilitando a dispersão dos grãos de pólen. Flores destacadas atraem os animais polinizadores e facilitam a dispersão também por fatores abióticos como, por exemplo, o vento.

É importante termos sempre em mente que o processo de evolução das flores, que acabamos de descrever, levou muito tempo para ocorrer. Quando abordamos a evolução, é muito fácil apresentar uma linguagem que chamamos de "finalista". Por exemplo: "as folhas férteis se modificaram para formar os estróbilos e proteger as sementes". Nessa frase, está implícita a ideia de finalidade, pois a estrutura se modificou para algo. Como vimos brevemente em aulas anteriores, não é assim que as coisas ocorrem na natureza. Portanto, o professor do Ensino Básico preciso ter muito cuidado ao elaborarmos suas falas em sala de aula, para não estimular nos estudantes concepções errôneas sobre os processos evolutivos.

Encerrando o estudo dos organismos fotossintetizantes

Iniciamos nossa jornada refletindo sobre como as pessoas têm dificuldades para reconhecer as plantas como algo além de mera paisagem, não identificando sua enorme diversidade (a chamada cegueira botânica). Apontamos o ensino contextualizado como um bom caminho na busca da superação dessa cegueira. Passamos então ao estudo da diversidade de "algas" e plantas, sempre utilizando a evolução como eixo norteador de nosso trabalho. Também abordamos as importâncias ecológicas e econômicas dos diferentes grupos, inclusive visando subsidiar o entendimento dessa área do conhecimento de forma mais contextualizada.

Não tivemos tempo de aprofundar diversas outras temáticas muito interessantes relacionadas ao universo dos vegetais. No entanto, esperamos ter despertado seu interesse para que possa buscar mais informações em outras fontes de conhecimento. Especialmente sobre a reprodução e ciclo de vida das plantas, preparamos um material complementar, focando nas principais semelhanças e diferenças entre grupos, a partir do estudo de tendências evolutivas.

Procuramos demostrar, ao longo das três últimas aulas, os motivos que nos despertam um profundo encantamento por esse organismos fotossintetizante. Esperamos tê-los contagiado com tal encantamento, bem como que sua percepção e seu respeito pela diversidade vegetal tenham sido ampliados!

Bibliografia

SADAVA, D. et al. Vida: a ciência da biologia. v. 2: Evolução, diversidade e ecologia. 8ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
SANTOS, DYC; CHOW, F. Diversidade e Evolução das Plantas. In: LOPES, SGBC; VISCONTI, MA (Orgs) Licenciatura em Ciências. UNIVESP. 1ª ed. São Paulo: EDUSP, 2014.

Observação: as figuras cuja legendas não foram citadas no texto foram extraídas do Curso RedeFor-Biologia-USP (http://redefor.usp.br/curso/biologia/) – Disciplina Botânica/Autora: Suzana Ursi.