

# Seres Vivos II

Autor:  
**Daniel Reis**  
*Aula 04*  
21 de fevereiro, 2020

# Sumário

<b>1. Introdução ao Reino Vegetal.....</b>	<b>3</b>
<i>A Conquista do Ambiente Terrestre .....</i>	<i>4</i>
<i>Grupos Atuais De Plantas.....</i>	<i>7</i>
<b>2. Briófitas .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Pteridófitas.....</b>	<b>10</b>
<b>4. Gimnospermas.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Angiospermas .....</b>	<b>16</b>
<i>Raiz .....</i>	<i>17</i>
Tipos de Raiz .....	19
<i>Caule.....</i>	<i>19</i>
Tipos de caule .....	20
<i>Folha.....</i>	<i>22</i>
<i>Flor, Fruto e Semente .....</i>	<i>23</i>
<i>Reprodução Assexuada de Angiospermas .....</i>	<i>28</i>
Estaquia .....	28
Mergulhia .....	28
Alporquia .....	28
Enxertia.....	28
<b>Origem da Vida.....</b>	<b>28</b>
<i>Origem do Universo, do Sistema Solar e do Planeta Terra .....</i>	<i>28</i>
<i>Abiogênese X Biogênese.....</i>	<i>29</i>
<i>Teoria da Evolução Química ou Molecular .....</i>	<i>32</i>
<b>Teorias Evolutivas.....</b>	<b>36</b>
<i>Lamarckismo .....</i>	<i>37</i>
<i>Darwinismo .....</i>	<i>38</i>
<i>Evidências da Evolução .....</i>	<i>41</i>
<i>Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo) .....</i>	<i>43</i>



Especiação.....	45
Questões Comentadas.....	46
Lista de Questões .....	56
Gabarito .....	64

## 1. Introdução ao Reino Vegetal

Os vegetais são organismos eucariontes pluricelulares fotoautotróficos. Suas células possuem parede celular de celulose, grandes vacúolos que podem armazenar diversas substâncias e plastos, que são organelas entre as quais se incluem os cloroplastos, responsáveis pela fotossíntese. O Reino Plantae constitui um grupo monofilético que descende de um único ancestral que era uma alga verde (Reino Protocista). Esse ancestral era, portanto, um organismo totalmente dependente da água. No entanto, quando falamos sobre o reino vegetal, estamos falando sobre as chamadas plantas terrestres. Assim, veremos que a conquista do meio terrestre pelas plantas foi um processo gradativo e muito importante no sucesso evolutivo desse grupo e isso se reflete numa série de adaptações à vida fora da água. Mesmo as plantas que atualmente vivem dentro da água, como as vitória-régias, descendem de uma linhagem vegetal terrestre.

As plantas compartilham várias características com as algas verdes, como a parede celular composta por celulose, a reserva de amido e a presença dos mesmos tipos de clorofila (a e b). Por outro lado, algumas adaptações são exclusivas do Reino Vegetal, como a **cutícula**, formada por uma cera que reveste externamente a epiderme vegetal, os **meristemas apicais**, os **gametângios pluricelulares**, os **esporos revestidos por esporolenina** e a presença de um **embrião multicelular dependente do organismo materno**, fato pelo qual as plantas também são chamadas de **embriófitas**. As plantas apresentam o ciclo de vida chamado **Alternância de Gerações** ou ciclo haplonte-diplonte, no qual existe uma geração com indivíduos pluricelulares diploides e outra com indivíduos pluricelulares haploides. Uma tendência evolutiva dentro dos diferentes grupos de vegetais é a redução cada vez maior da fase haploide e a prevalência do indivíduo diploide.



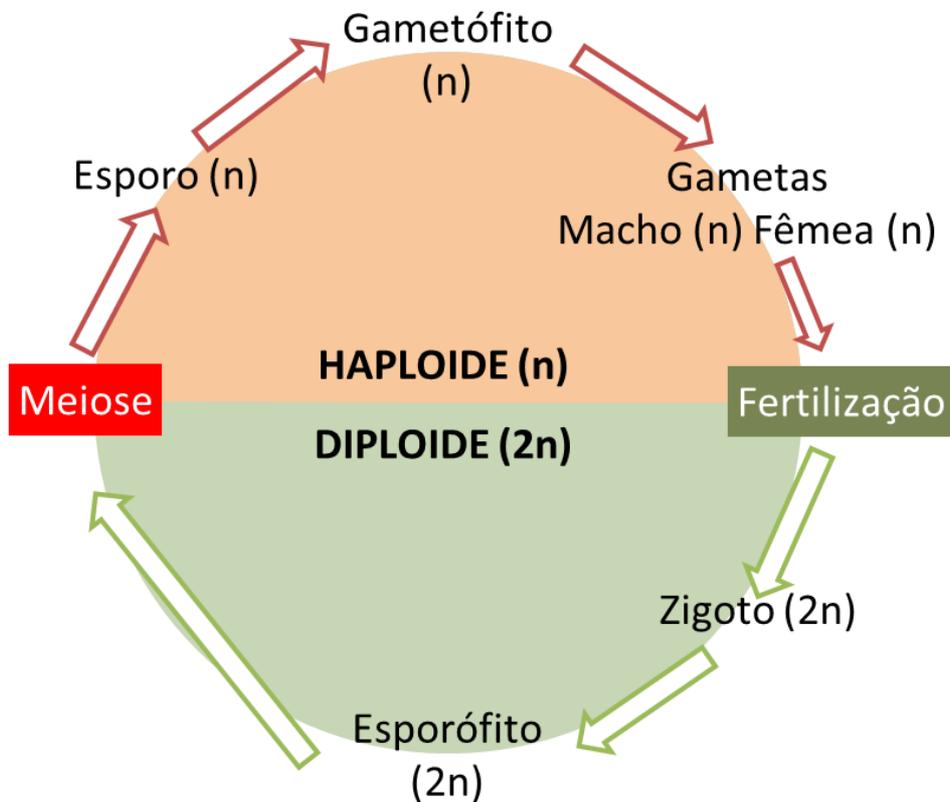


Fig. 01: Alternância de gerações presente nas plantas.

A nutrição fotoautotrófica explica certas diferenças entre os vegetais e os animais, pois estes últimos precisam locomover-se ativamente (na maioria dos casos) para obter seu alimento (nutrição heterotrófica). As plantas, por outro lado, precisam de luz solar, gás carbônico, água e sais minerais, os quais elas podem obter sem sair do lugar e, por isso, não desenvolveram musculatura, órgãos dos sentidos ou sistema nervoso. Além disso, sua principal reserva energética é o amido, que ocupa proporcionalmente muito mais espaço do que uma reserva energética lipídica, presente nos animais. Essa característica também está ligada à baixa capacidade de movimento, o que possibilita a prevalência de organismos mais volumosos.

### A Conquista do Ambiente Terrestre

É interessante pensar que, antes da colonização pelos vegetais, os continentes eram ambientes inóspitos, pois a vida estava concentrada nos ecossistemas aquáticos. Essa conquista realizada pelas plantas ancestrais possibilitou a posterior ocupação dos ambientes terrestres também por animais

e outros organismos. Ou seja, se isso não tivesse acontecido há cerca de 500 milhões de anos, nós não estaríamos aqui agora para conhecer essa história.

Viver fora da água apresentava muitas vantagens, mas também muitos desafios. A maior disponibilidade de luz solar e gás carbônico para a fotossíntese, bem como a ausência de competidores e de herbívoros eram grandes atrativos para as plantas. Por outro lado, a obtenção e a manutenção de água passam a ser grandes desafios, uma vez que esse recurso passa a ser extraído do solo, junto com os sais minerais. Os vegetais evoluíram, portanto, estruturas voltadas para a absorção de água, como as raízes. Além disso, o surgimento da cutícula foi fundamental para diminuir a perda de água pelas folhas.

Os **estômatos**, aberturas presentes na epiderme foliar, controlam a entrada e saída de gases e, quando abertos, permitem que a água escape pela transpiração. Por isso, a umidade presente em cada ecossistema é fator determinante do tempo em que os estômatos podem permanecer abertos durante o dia. Numa floresta tropical, por exemplo, os estômatos ficam mais tempo abertos do que em ambientes mais áridos como a caatinga. A quantidade e o tamanho das folhas também influenciam na capacidade da planta de reter água, pois quanto maior a superfície foliar, maior será a transpiração. Muitas plantas possuem caules capazes de armazenar água, principalmente em ambientes mais áridos, como é o caso dos cactos. Ainda quanto a isso, existem outras adaptações favoráveis a ambientes com pouca água disponível, como: a presença de maior quantidade de pelos nas gemas apicais para reter a umidade nessas estruturas e proteger as células meristemáticas em formação; a presença de células com alto potencial osmótico, forçando a água a permanecer dentro delas; e a presença de raízes superficiais ocupando uma grande área. Alguns fatores determinam a abertura dos estômatos. A luminosidade é um deles, pois em condições ideais de umidade, os estômatos tendem a se abrir durante o dia e se fechar durante a noite. Isso ocorre pois, como não há luz durante a noite, não adianta absorver gás carbônico pois não haverá fotossíntese. Do mesmo modo, a queda na concentração de CO<sub>2</sub> nas folhas estimula a abertura dos estômatos para haver a reposição desse gás. A baixa disponibilidade de água para as raízes, por outro lado, estimula o fechamento dos estômatos para que a perda desse recurso seja reduzida.

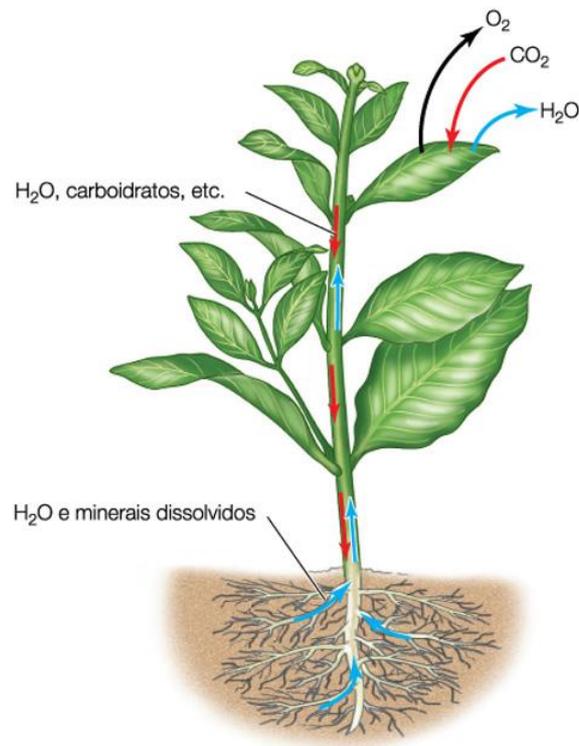


Fig. 02: Trocas de substâncias entre plantas e o ambiente.

Com a absorção de água concentrada nas raízes, um sistema mais eficiente para o transporte da seiva foi selecionado, surgindo então, as plantas vasculares, portando vasos condutores de seiva (xilema e floema). A seiva é capaz de subir pelo corpo da planta devido ao mecanismo de **transpiração-tensão-coesão** (ou coesão-tensão). A perda de água através dos estômatos na transpiração, provoca uma diferença de potencial hídrico entre as folhas e as raízes, o que gera uma tensão capaz de puxar a água presente em toda a coluna formada pelos vasos condutores. A seiva sobe, portanto, com o auxílio da coesão das moléculas da água e também da sua adesão às paredes das células que constituem o xilema. Esse processo não envolve o consumo de energia por parte do vegetal.

Outro desafio fora da água era a sustentação. O desenvolvimento de estruturas mais rígidas como o colênquima e o próprio xilema, possibilitaram o crescimento em altura das plantas. A mobilidade de gametas e esporos também seria afetada, uma vez que, nas algas verdes, eles são células flageladas que dependem da água para sua movimentação. Dentro dos grupos de vegetais é notável a sequência de adaptações que possibilitaram a total independência da água para a reprodução em

plantas mais derivadas, como o surgimento do pólen e das sementes e também a prevalência da geração esporofítica em detrimento da gametofítica, já que os esporos resistem melhor à ausência de água do que os gametas.

## Grupos Atuais De Plantas

Consideramos, didaticamente, quatro grupos componentes do Reino Plantae: Briófitas, Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas. Veremos as principais características de cada grupo e como esses organismos se tornaram cada vez mais especializados em viver fora de ambientes aquáticos.

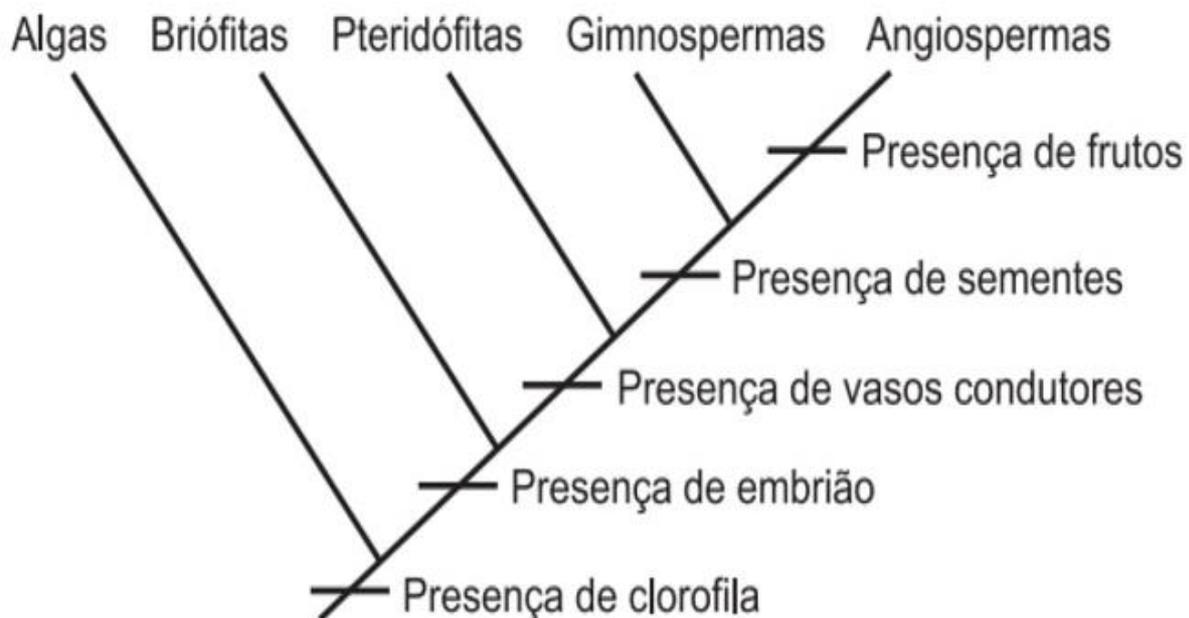


Fig. 03: Relações filogenéticas entre os vegetais atuais.

A análise do cladograma presente na figura acima nos permite concluir que entre os grupos atuais de plantas, aqueles que surgiram mais recentemente foram as gimnospermas e as angiospermas. Isso é refletido na presença de novidades evolutivas nesses grupos como é o caso da semente e dos frutos.

## 2. Briófitas

Esse grupo inclui as linhagens de plantas mais simples e que carregam características menos derivadas como a ausência de vasos condutores de seiva. As briófitas são, portanto, plantas

**avasculares.** Por isso, o transporte de seiva em seus organismos é feito pela difusão, de célula a célula. Isso é um processo lento e grande fator limitante para o tamanho desses vegetais. Assim, os representantes desse grupo (musgos, hepáticas e antóceros), apresentam, em sua grande maioria, estrutura corporal com apenas poucos centímetros.

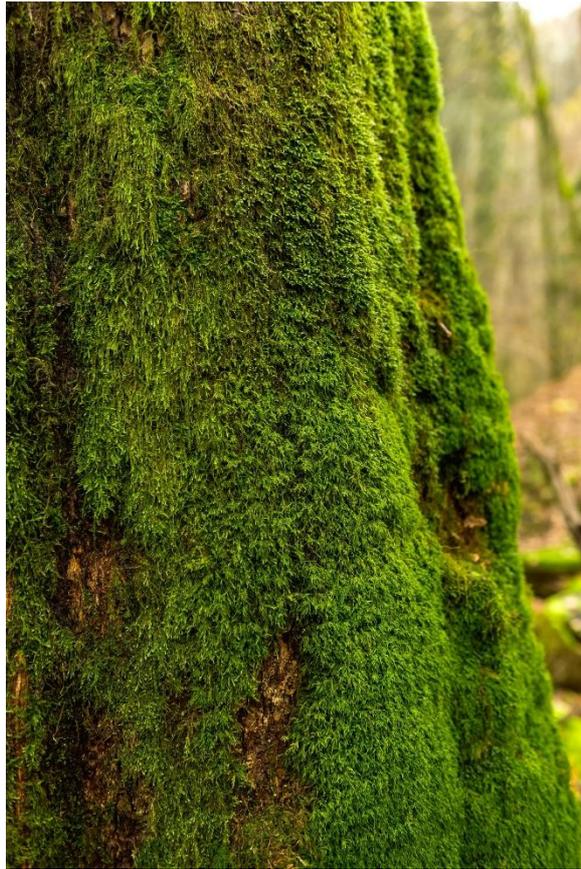


Fig. 04: Tronco de árvore coberta por musgos.

A absorção de água e sais minerais nas briófitas é feita por toda a superfície da planta e elas não formam órgãos especializados como raízes, folhas e caules. A estrutura básica de uma briófita é formada por rizoides, cauloides e filoides. Por serem bastante dependentes da água, principalmente para a reprodução, as briófitas são encontradas em ambientes úmidos como a superfície de rochas ou troncos.

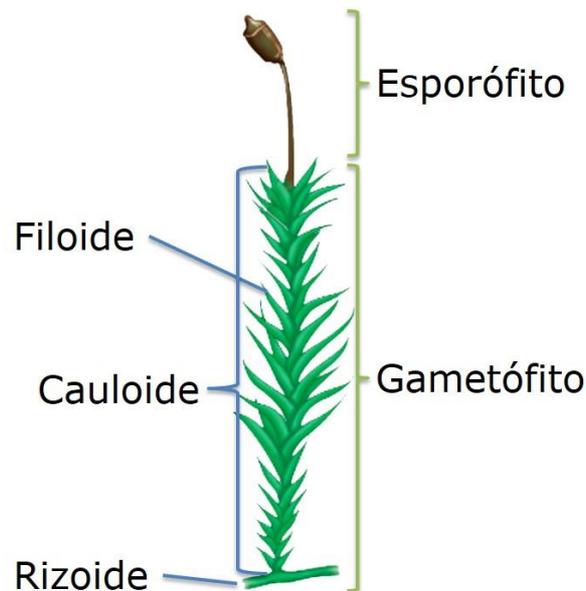


Fig. 05: Estrutura básica de um musgo.

As briófitas podem se reproduzir assexuadamente, através da fragmentação dos indivíduos, por exemplo, ou sexuadamente, com a produção de gametas. Seu ciclo de reprodução sexuada é o haplonte-diplonte, como em todas as plantas, mas elas se caracterizam pela grande predominância da fase gametofítica (haploide) durante sua vida. Utilizando o musgo como representante desse grupo de vegetais, vemos que, durante seu ciclo de vida, o esporófito surge sobre o gametófito e depende nutricionalmente deste último. Os musgos são plantas **dioicas**, o que significa que existem gametófitos masculinos (que produzem gametas masculinos chamados anterozoides) e gametófitos femininos (que produzem gametas femininos chamados oosferas). Os anterozoides são células flageladas, que com o auxílio de gotículas de água da chuva conseguem atingir o arquegônio do gametófito feminino onde podem fecundar a oosfera. O zigoto diploide dá origem ao esporófito que cresce no interior do arquegônio e produz, a partir da meiose, esporos que são liberados no ambiente e dão origem a novos gametófitos.

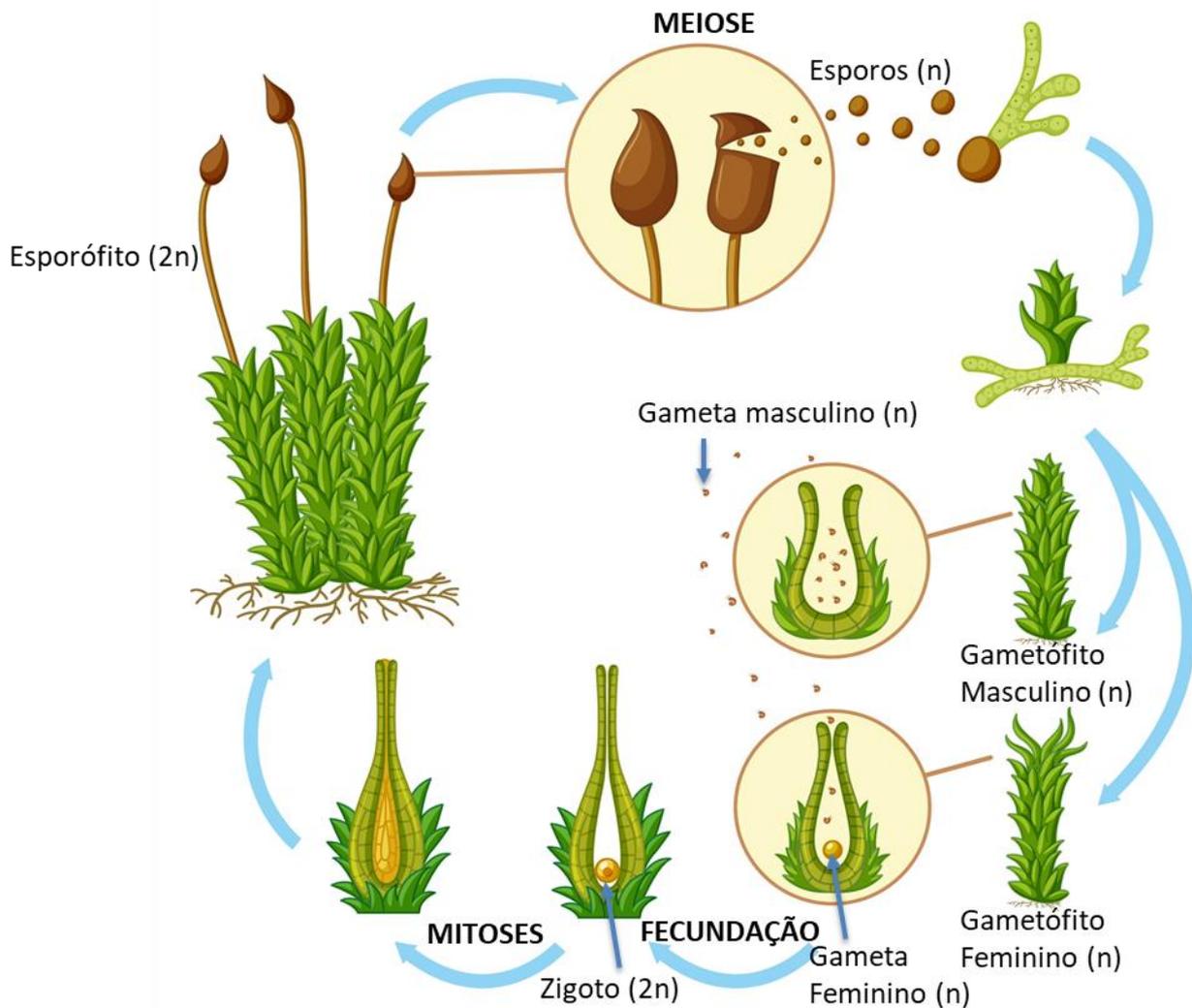


Fig. 06: Alternância de gerações em musgos.

### 3. Pteridófitas

O grupo das pteridófitas tem como representantes as samambaias, avencas, cavalinhas, selaginelas e licopódios. Diferentemente das briófitas, as pteridófitas apresentam **vasos condutores de seiva** e são por isso chamadas plantas **vasculares** assim como as gimnospermas e angiospermas. No entanto, diferem destes 2 últimos grupos por não formarem sementes. O xilema exerce papel também na sustentação das plantas e isso, aliado à maior capacidade de transporte de seiva, possibilita que as pteridófitas apresentem maior tamanho do que as briófitas.



Fig. 07: À esquerda uma samambaia e à direita uma avenca.

Sua estrutura básica é composta por raiz, caule e folhas, sendo que o caule é, frequentemente, horizontal e chamado de rizoma.

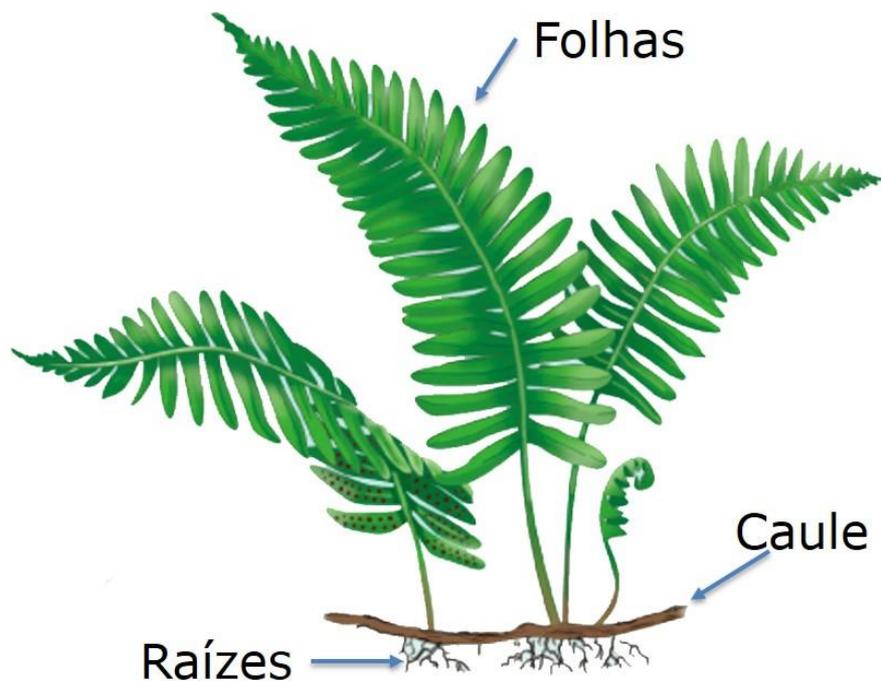


Fig. 08: Estrutura básica de um esporófito de samambaia.

Muitas realizam reprodução assexuada por brotamento e fragmentação. Devido à presença de gametas masculinos flagelados, as pteridófitas dependem da água para sua reprodução sexuada e, por isso, habitam locais úmidos como florestas tropicais. Muitas são epífitas, vivendo sobre outras plantas sem prejudicá-las. Em seu ciclo de vida, o esporófito é a fase mais duradoura. Ele produz esporos por meiose que se desenvolvem em gametófitos independentes do esporófito também

chamados de protalos. Os gametófitos de samambaias são hermafroditas, ou seja, são capazes de produzir tanto gametas masculinos (anterozoides) quanto femininos (oosferas). Os anterozoides flagelados nadam até os arquegônios, onde fertilizam as oosferas dando origem a novos esporófitos que crescem a partir do gametófito. O gametófito então degenera e apenas o esporófito permanece.

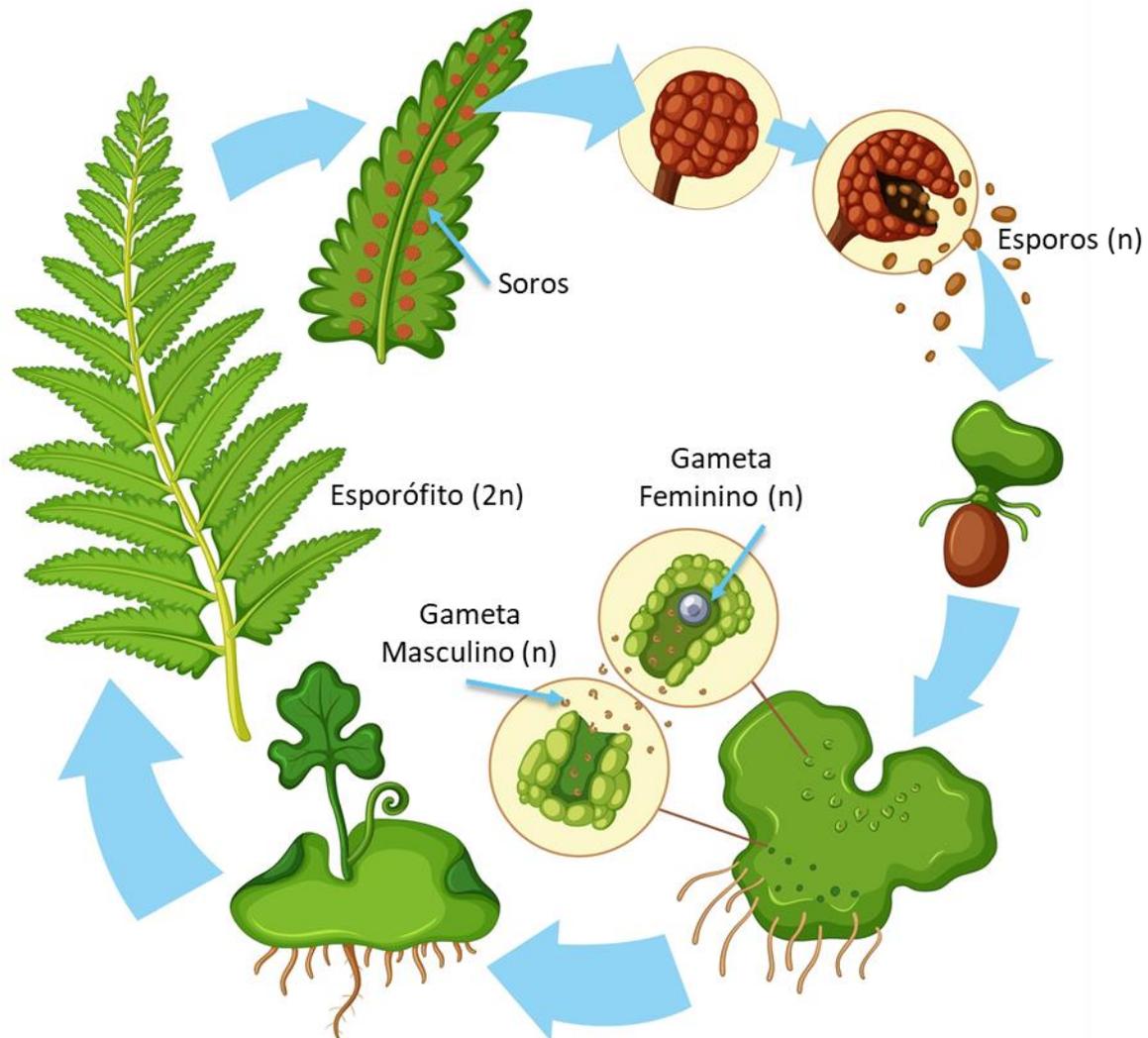


Fig. 09: Alternância de gerações em uma samambaia.

## 4. Gimnospermas

O termo gimnosperma significa semente nua e é justamente a presença da semente, como novidade evolutiva, que diferencia as gimnospermas (e angiospermas) de pteridófitas e briófitas. Esse grupo inclui como representantes os pinheiros, as araucárias, as sequoias, as cicas e outros vegetais, na sua maioria ocupando ambientes temperados. Formam grandes florestas na Europa e na América

do Norte, tendo no Brasil sua maior representatividade na Mata de Araucárias presente na região Sul.



Fig. 10: As araucárias são as gimnospermas mais representativas no Brasil.

São plantas vasculares e, ao contrário do que acontece em pteridófitas e briófitas, são independentes da água do meio externo para a reprodução sexuada. Para isso, apresentam algumas características sendo a principal delas o **grão de pólen**. A redução da fase gametofítica chega ao extremo, com gametófitos microscópicos.

Tomando o pinheiro como representante, vamos ver como ocorre o seu ciclo reprodutivo. O pinheiro é o esporófito diploide. Ele, assim como a maioria das gimnospermas, produz estruturas reprodutivas masculinas e femininas no mesmo indivíduo chamadas **estróbilos** em forma de cone (daí o termo coníferas). Estróbilos femininos produzem esporos femininos que se desenvolvem em gametófitos femininos. O gametófito feminino produz a **oosfera**, que é o gameta feminino. Estróbilos masculinos produzem **grãos de pólen**, que são os gametófitos masculinos. Normalmente os estróbilos masculinos ficam em ramos mais baixos e os femininos em ramos mais altos. Isso ocorre para evitar a autofecundação, ou seja, que o pólen alcance os estróbilos femininos do mesmo indivíduo. Isso é desvantajoso para a planta em termos de variabilidade genética.



Fig. 11: Estróbilos de pinheiro. Feminino à esquerda e masculino à direita.

O pólen das gimnospermas é, na grande maioria das espécies dispersado pelo vento e, ao alcançar o estróbilo feminino ocorre a **polinização**. Os gametas masculinos produzidos no interior dos grãos de pólen não são flagelados e não dependem da água para fecundar a oosfera. Essa é uma novidade evolutiva importantíssima para a maior capacidade de ocupação de diferentes ambientes por parte dos vegetais. A fecundação gera o zigoto que se desenvolve no embrião. O embrião, por sua vez está envolvido por um tecido de reserva energética que vai nutri-lo até que a nova planta possa realizar fotossíntese. Externamente, há um revestimento que, junto com o embrião e o tecido de reserva forma a **semente**. A semente, quando madura, é liberada do interior do estróbilo feminino e dispersada pelo vento. Ao cair no solo e encontrar condições favoráveis, ela germina e dá origem a um novo esporófito. Todo o processo desde a formação dos estróbilos até a formação das sementes leva em torno de 3 anos para ocorrer.

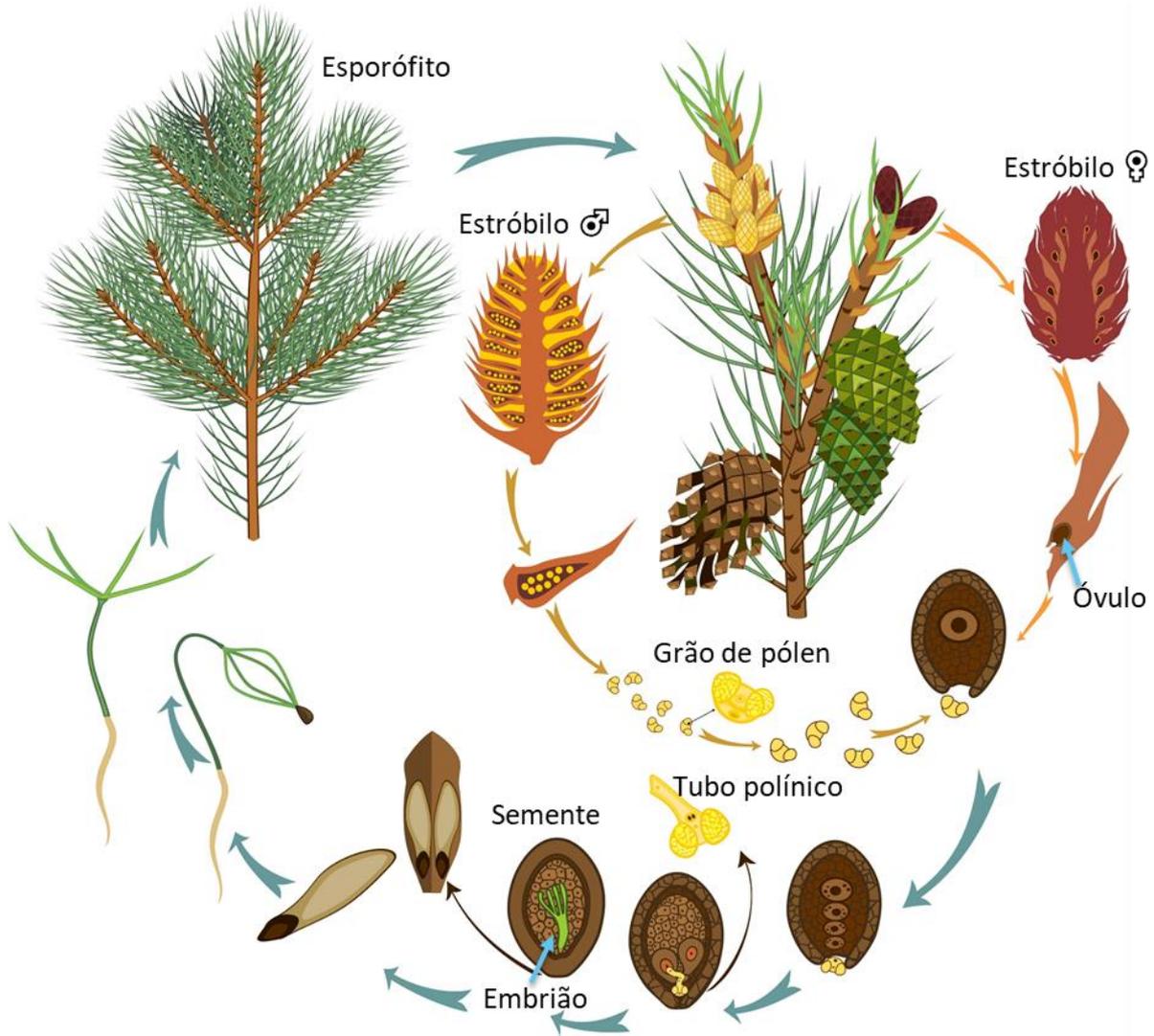


Fig. 12: Ciclo de vida de um pinheiro.

A grande vantagem das sementes é que elas são estruturas muito resistentes, pois possuem um revestimento externo rígido e a sua própria reserva alimentar. Nas plantas sem sementes, a única estrutura de resistência é o esporo que é unicelular e não possui reserva nutritiva. A semente pode durar até anos sem que o embrião morra e pode ser levada por distâncias muito maiores do que os esporos. Definitivamente essa é uma das principais características pelo sucesso e predomínio das plantas com semente nos ecossistemas atuais.



Fig. 13: A semente de gimnosperma é formada pelo embrião, tecido nutritivo e casca.

Algumas sementes de gimnospermas podem ser, inclusive, utilizadas como alimento para os seres humanos, como é o caso da semente de araucária, o pinhão.



Fig. 14: Estróbilos femininos de araucária com várias escamas contendo pinhões no seu interior.

## 5. Angiospermas

As angiospermas constituem o grupo mais abundante de plantas atuais, contendo cerca de 90% de todas as espécies vegetais. Seu grande sucesso se deve, em grande parte, ao surgimento da **flor** e do **fruto**, estruturas exclusivas desse grupo. Apresentam grande diversidade de tamanho e formas,

habitando desde ecossistemas aquáticos até desérticos. São plantas vasculares com sementes e com a fase esporofítica extremamente dominante assim como as gimnospermas.



Fig. 15: Diversidade de angiospermas. À esquerda, o pau-brasil e à direita, uma palmeira buriti.

A organização tecidual leva a formação de órgãos que possuem funções específicas e contribuem para o bom funcionamento do organismo vegetal. O corpo da maioria das plantas angiospermas é dividido em duas partes principais, uma localizada sob o solo, constituída pelas **raízes**, e outra área constituída pelo **caule, folhas, flores e frutos**. As células das raízes, assim com as células de muito caules, não fazem fotossíntese e por isso dependem do alimento produzido nas células das folhas. O caule, folhas, flores e frutos, por sua vez, dependem da água e dos sais minerais absorvidos pelas raízes.

## Raiz

As principais funções das raízes são dar sustentação à planta e absorver água e sais minerais do solo. Elas distribuem-se amplamente pelo solo, mas há algumas plantas que possuem raízes aéreas, comuns nas trepadeiras, bromélias, orquídeas, enquanto outras possuem raízes submersas, como os aguapés, comuns em represas. A extremidade de uma raiz é envolta por um capuz de células denominado **coifa**, cuja função é proteger o **meristema radicular**, um tecido em que as células estão se multiplicando ativamente por mitose. É no meristema que são produzidas as novas células da raiz, o que possibilita o seu crescimento.

Logo após a extremidade, localiza-se a região onde as células surgidas por mitose crescem. Nessa região denominada **zona de distensão** ou de alongamento celular, a raiz apresenta maior taxa de crescimento. Após a zona de distensão situa-se a **zona pilífera** da raiz, que se caracteriza por

apresentar células epidérmicas dotadas de projeções citoplasmáticas finas e alongadas, os pelos absorventes. É através desses pelos que a raiz absorve a maior parte da água e dos sais minerais de que precisa. Já a região de **ramos secundários** é aquela que se nota o brotamento de novas raízes que surgem de regiões internas da raiz principal.

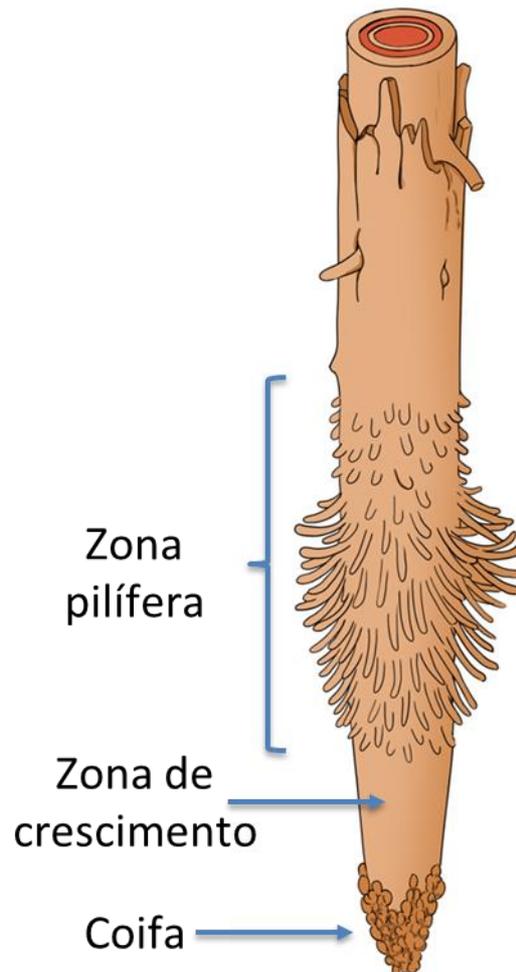


Fig. 16: Estrutura da raiz.

Existem dois tipos básicos de sistema radicular: o **pivotante**, em que há uma raiz principal, de onde saem os ramos, e o **fasciculado**, em que os ramos radiculares são equivalentes em tamanho e aparência, não apresentando uma raiz principal. A raiz pivotante é característica de angiospermas dicotiledôneas, como o feijão. A raiz fasciculada é característica de angiospermas monocotiledôneas, como o milho.

## Tipos de Raiz

Raízes tuberosas, como as da mandioca, da batata-doce, da beterraba, da cenoura e do nabo armazenam reservas alimentares, principalmente na forma de grãos de amido, utilizadas durante a floração e a produção de frutos pela planta. Os agricultores colhem essas raízes antes que a planta tenha chance de consumir as reservas armazenadas, utilizando-as na alimentação humana e de animais.

Raízes-suportes, também chamadas raízes-escoras, aumentam a base de fixação da planta ao solo. Algumas espécies de árvores possuem raízes tabulares, em forma de pranchas verticais, que aumentam a estabilidade da planta e fornecem maior superfície para respiração do sistema radicular.

Raízes respiratórias ou pneumatóforos são adaptadas à realização de trocas gasosas com o ambiente. Esse tipo de raiz é encontrado em plantas como a *Avicena tomentosa*, que vive no solo encharcado e pobre em gás oxigênio nos manguezais. As raízes principais dessa planta crescem rentes à superfície do solo e, de espaço em espaço, apresentam pneumatóforos, que crescem para cima, perpendicularmente ao solo. Durante a maré vazante os pneumatóforos ficam expostos e pode realizar trocas de gases com o ar.

Raízes sugadoras são adaptadas à extração de alimentos de plantas hospedeiras, sendo características de plantas parasitas, como o cipó-chumbo e a erva-de-passarinho. As raízes sugadoras possuem um órgão de fixação, chamado apreensório, do qual partem finas projeções denominadas haustórios. Os haustórios penetram na planta hospedeira até atingir os vasos condutores de seiva, de onde extraem água e nutrientes de que a planta parasita necessita para sobreviver. No caso de a planta ser hemiparásita, a exemplo da erva-de-passarinho (é clorofilada e, portanto, autótrofa), somente a seiva bruta (água e minerais), que transita pelos vasos lenhosos do xilema, é retirada da planta hospedeira.

Raízes grampiformes são características de plantas epífitas, isto é, que vivem sobre outras plantas sem parasitá-las.

## Caule

O caule dá sustentação à planta, sendo, normalmente, aéreo. Em alguns casos, ele pode ser subterrâneo, como veremos a seguir. Além disso, no interior dos caules das plantas vasculares

passam os vasos condutores de seiva: **xilema e floema**. Os vasos lenhosos ou xilema são responsáveis pela condução de seiva bruta (água + sais minerais), das raízes até as folhas. Os vasos liberianos ou floema são responsáveis pela condução da seiva elaborada (água + açúcar), das folhas para as demais partes do vegetal. O floema situa-se mais externamente do que o xilema e isso é demonstrado pela realização do anel de Malpighi, conforme imagem abaixo.



Fig. 17: O anel de Malpighi consiste na retirada de um anel externo da casca da árvore, que contém o floema, formando uma cintura. Com isso, a seiva elaborada fica retida no ponto acima da cintura, impedindo o seu transporte para a região abaixo do anel e matando a planta.

## **Tipos de caule**

Troncos são caules robustos, desenvolvidos na parte inferior e ramificados no ápice. São encontrados na maioria das árvores e arbustos do grupo das dicotiledôneas.

Estipes são caules geralmente não ramificados, que apresentam em seu ápice um tufo de folhas. São típicos das palmeiras.

Colmos são caules não-ramificados que se distinguem dos estipes por apresentarem, em toda a sua extensão, divisão nítida em gomos. Os gomos dos colmos podem ser ocos como no bambu, ou cheios como no milho ou na cana-de-açúcar.

*Caules trepadores* estão presentes em plantas trepadeiras e crescem enrolados sobre diversos tipos de suporte. Esse tipo de caule representa uma adaptação à obtenção de locais mais iluminados, em que há mais luz para a fotossíntese.

Estolão ou estolho é um tipo de caule que cresce paralelamente ao chão, produzindo gemas de espaço em espaço. Essas gemas podem formar raízes e folhas e originar novas plantas.

*Rizomas* são caules subterrâneos que acumulam substâncias nutritivas. Em alguns rizomas ocorre acúmulo de material nutritivo em certas regiões, formando tubérculos. Rizomas podem ser distinguidos de raízes pelo fato de apresentarem gemas laterais. O gengibre, usado como tempero na cozinha oriental, é um caule tipo rizoma. Na bananeira, o caule é um rizoma e a parte aérea é constituída exclusivamente por folhas. Uma única vez na vida de uma bananeira um ramo caulinar cresce para fora do solo, dentro do conjunto de folhas, e forma em seu ápice uma inflorescência que se transforma em um cacho com várias pencas de bananas. A batata-inglesa possui um caule subterrâneo que forma tubérculos, as batatas, um dos alimentos mais consumidos no mundo.

*Bulbos* são estruturas complexas formadas pelo caule e por folhas modificadas. Os bulbos costumam ser classificados em três tipos: tunicado, escamoso e cheio. O exemplo clássico de bulbo tunicado é a cebola, cuja porção central, chamada prato, é pouco desenvolvida. Da parte superior do prato partem folhas modificadas, muito ricas em substâncias nutritivas: são os catafilos, que formam a cabeça da cebola. Da porção inferior do prato partem as raízes. O bulbo escamoso difere do tunicado pelo fato dos catafilos se disporem como escamas parcialmente sobrepostas. Esse tipo de bulbo é encontrado no lírio. No caso do bulbo cheio, as escamas são menos numerosas e revestem o bulbo como se fosse uma casca. Bulbos cheios estão presentes na palma.

*Cladódios* são caules modificados, adaptados à realização de fotossíntese. As plantas que os possuem perderam as folhas no curso da evolução, geralmente como adaptação a regiões de clima seco. A ausência de folhas permite à planta economizar parte da água que será perdida por evaporação.

*Gavinhas* são ramos modificados que servem para a fixação de plantas trepadeiras. Ao encontrar um substrato adequado as gavinhas crescem enrolando-se sobre ele. Espinhos são ramos curtos, resistentes e com ponta afiada, cuja função é proteger a planta, afastando dela animais que poderiam danificá-la. Os espinhos tanto podem surgir por modificações de folhas, como nas

cactáceas, como se originar do caule. Nesse caso forma-se nas axilas das folas, a partir de uma gema axilar, como ocorre nos limoeiros e laranjeiras. Nas roseiras não há espinhos verdadeiros e sim acúleos, estruturas afiadas originadas da epiderme, o que explica serem facilmente destacáveis da planta, ao contrário dos espinhos.

## Folha

De formato extremamente variável, uma folha completa é formada por um “cabinho”, o pecíolo, e uma superfície achatada dotada de duas faces, o limbo percorrido pelas nervuras. A principal função da folha é servir como local em que é realizada a fotossíntese. Em algumas plantas, existem folhas modificadas e que exercem funções especializadas, como as folhas aprisionadoras de insetos das plantas insetívoras, e os espinhos dos cactos.

Uma folha é sempre originada a partir de uma gema lateral do caule. Existem dois tipos básicos de folhas quanto ao tipo de nervura que apresentam: as **paralelinérveas**, típicas das monocotiledôneas, e as **reticulínérveas**, comuns em eudicotiledôneas.

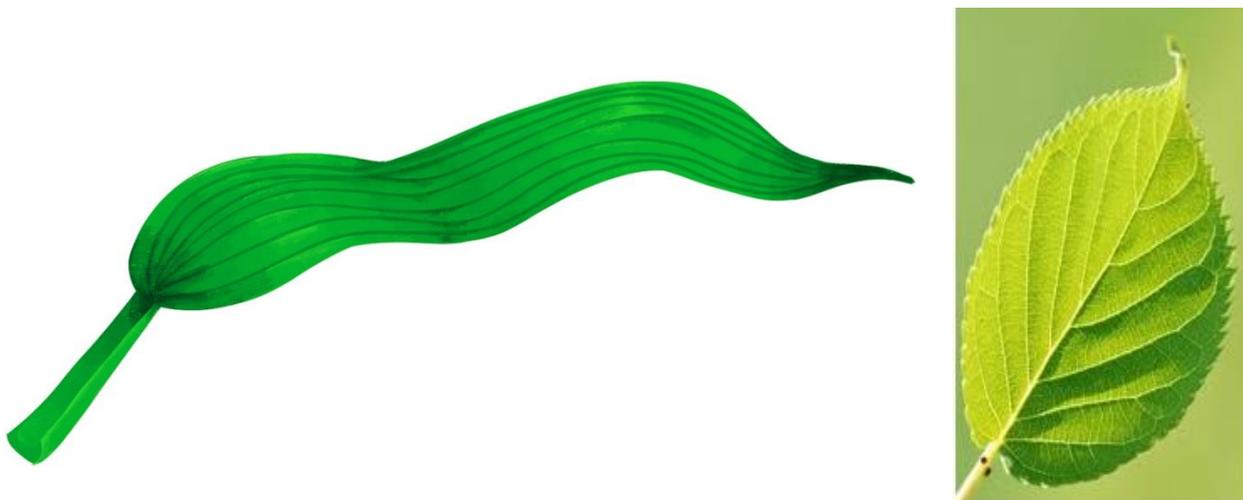


Fig. 18: Folha paralelinérvea, à esquerda e folha reticulínérvea, à direita.

Em algumas plantas, principalmente monocotiledôneas, não há um tecido propriamente dito, mas uma estrutura conhecida pelo nome de bainha, que serve de elemento de ligação da folha à planta. É o caso, por exemplo, da folha de milho. Já em eudicotiledôneas, próximas aos pecíolos existem estruturas de formatos diversos – podem ser pontiagudas, laminares ou com a forma de espinhos – conhecidas por estípulas.

O formato e a cor das folhas são muito variáveis e algumas delas chamam a atenção por sua estrutura peculiar. É o caso por exemplo, das folhas modificadas presentes em plantas carnívoras,

cuja adaptação auxilia na captura de insetos. Também é especialmente interessante a coloração que certas brácteas, pequenas folhas modificadas na base das flores, apresentam: de tão coloridas, elas atuam como importante elemento para atração dos insetos polinizadores.



Fig. 19. Folhas modificadas.

## Flor, Fruto e Semente

Flores e frutos são estruturas de função reprodutiva e têm ligação direta com a atração de animais. De fato, grande parte das angiospermas possui polinização realizada com o auxílio de insetos. Uma pequena parte possui polinização pelo vento, como as gramíneas. Devido a isso, muitas flores possuem coloração, cheiro e substâncias adocicadas (néctar) que atraem os animais e fazem com que eles carreguem os grãos de pólen para outras flores. As flores podem ser hermafroditas (formando esporos tanto femininos como masculinos) ou possuir sexos separados. Vamos usar uma flor hermafrodita como modelo didático para o nosso estudo. Envolvendo o botão floral aparecem folhas modificadas chamadas sépalas, que são normalmente verdes. Internamente, aparecem as pétalas, de cores variadas, para a atração dos polinizadores. A estrutura que forma os esporos femininos é o **carpelo**, composto pelo ovário, onde se localizam os óvulos, o estilete e o estigma, que é a abertura do estilete. A estrutura que forma os esporos masculinos é o **estame**, formado pelo filete e pela antera, local onde se formam os grãos de pólen.

Algumas estratégias foram desenvolvidas nas plantas para evitar a autofecundação, como o posicionamento de estames mais abaixo do que o estigma e o amadurecimento em épocas diferentes de carpelos e estames. O ideal é que ocorra, portanto, a fecundação cruzada, em que o

grão de pólen de um indivíduo, alcance o estigma de outro indivíduo, o que garante a variabilidade genética do processo.

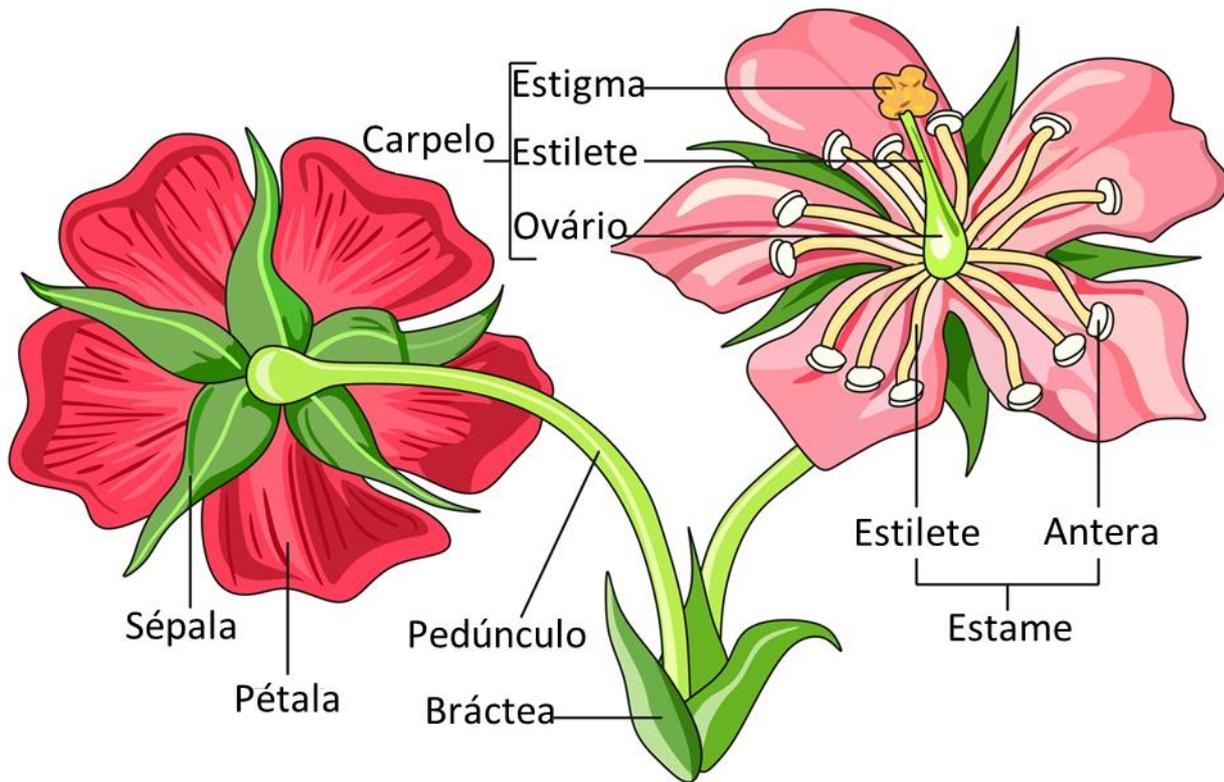


Fig. 20: Uma flor hermafrodita ou monóclina.

Os esporos masculinos produzidos por meiose nas anteras dão origem aos gametófitos masculinos (grãos de pólen). No interior dos óvulos, os esporos femininos dão origem aos gametófitos femininos. Grãos de pólen carregados pelos polinizadores chegam ao estigma e iniciam a formação do tubo polínico com o objetivo de promover o encontro dos núcleos espermáticos (gametas masculinos) com a oosfera (gameta feminino). Esse encontro, chamado fecundação gera um zigoto diploide que se desenvolve no embrião. O embrião é envolvido pelo tecido nutritivo (endosperma) e pela casca, formando a semente. A semente em formação está localizada no interior do ovário e é justamente essa estrutura que se desenvolve para formar o fruto.

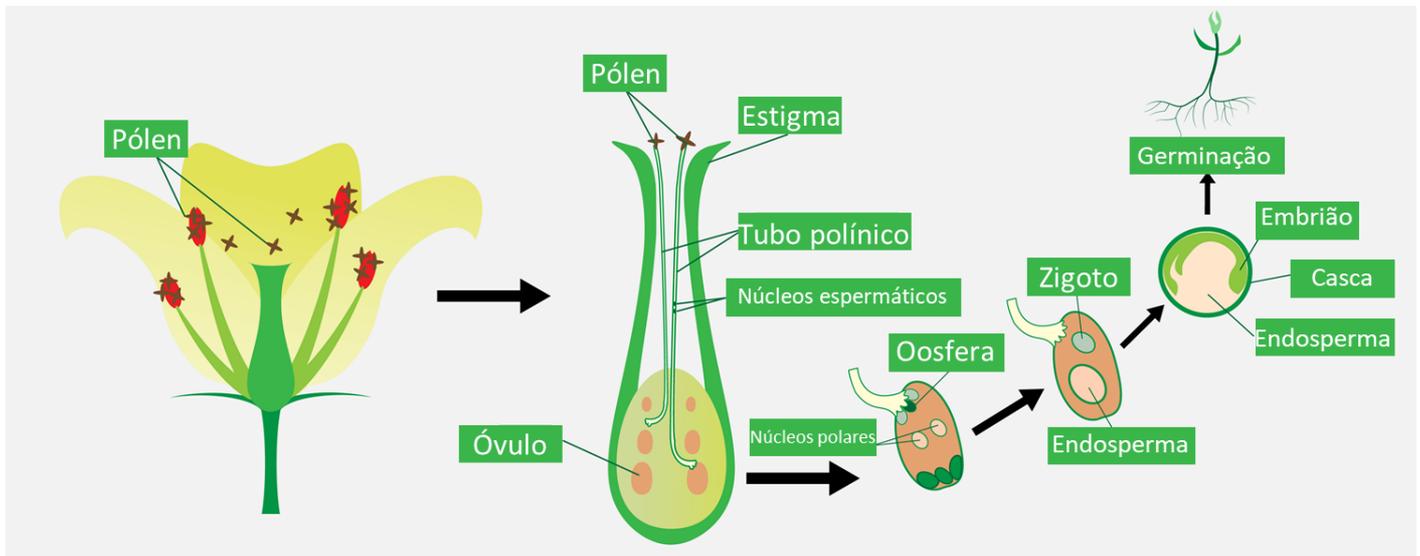


Fig. 21: Ciclo de vida de uma angiosperma.

A polinização de angiospermas ocorre, principalmente, pela ação de animais que são atraídos pelo néctar das flores (substância açucarada), que lhes serve de alimento. Em troca, os polinizadores carregam os grãos de pólen de flor em flor. Diversas espécies de angiospermas apresentam adaptações em suas flores, que favorecem a atração de polinizadores, como cores vibrantes e cheiros característicos.



Fig. 22. Diversos agentes polinizadores de angiospermas.

O fruto é o ovário da flor que se desenvolveu. Existe grande variedade de frutos, muitos deles contendo acúmulo de substâncias nutritivas para estimular o seu consumo por animais e a disseminação das sementes, que não são digeridas. Isso possibilita grande capacidade de dispersão das sementes em áreas muito mais distantes do que se elas fossem carregadas pelo vento. Existem algumas angiospermas, no entanto, que possuem frutos alados especializados na dispersão aérea e outros ainda, como o coco, especializados na dispersão pela água. Frutos adocicados e carnosos são chamados popularmente de frutas. No entanto, existem frutas que não são frutos, uma vez que não se originaram do ovário. É o caso, por exemplo, da maçã, que é um pseudofruto, originado a partir do receptáculo floral, e do caju, originado a partir do pedúnculo.

A semente é formada pela casca (ou tegumento), endosperma e embrião. O endosperma contém as reservas nutritivas que vão alimentar o embrião antes que ele possa realizar fotossíntese.

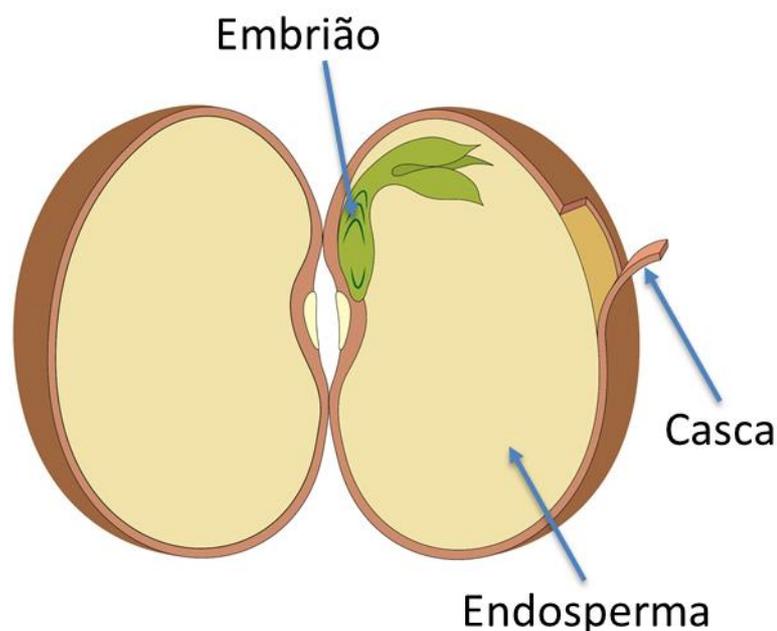


Fig. 23. Semente de feijão. O fruto do feijão é a vagem, ou legume, por ser característica das leguminosas.



Fig. 24. A dispersão da semente pode ocorrer pelo vento, pela água ou pela ação de animais.

As angiospermas possuem grande valor econômico, pois constituem a base da alimentação humana. Trigo, milho, arroz, batata, aipim e batata-doce, todos provenientes de angiospermas, constituem cerca de 80% das calorias consumidas pelos seres humanos. Muitas espécies são usadas como temperos e também para produzir bebidas como o chá e o café. A madeira, proveniente do acúmulo de células de xilema, constitui o material de construção mais utilizado no mundo, sua queima é fonte de energia e da sua polpa é extraído o papel. De grande importância também é a infinidade de substâncias com valor medicinal extraídas de vegetais e que hoje compõem diversos remédios que tomamos no dia-a-dia.

## Reprodução Assexuada de Angiospermas

Muitas angiospermas podem se reproduzir de forma assexuada também e o ser humano tem usado isso há muito tempo como estratégia para o cultivo de plantas a seu favor. Para tanto, existem as seguintes técnicas, todas elas gerando indivíduos geneticamente idênticos aos originais:

### Estaquia

Consiste em extrair-se um ramo de uma planta, que também é chamado de muda. Essa muda é colocada no solo para enraizar e dar origem a um novo indivíduo.

### Mergulhia

A mergulhia ocorre quando ramos flexíveis de uma planta são mergulhados no solo, fazendo com que cresçam raízes a partir dele. Posteriormente, esse ramo pode ser separado da planta original, formando um novo indivíduo.

### Alporquia

Esta técnica envolve a remoção da casca de uma parte de um ramo e o seu envolvimento com terra para induzir a produção de raízes. Após esse processo, o ramo é extraído e colocado no solo, dando origem a um novo indivíduo.

### Enxertia

Na enxertia, uma planta é enxertada em outra planta de outra espécie. Isso possibilita combinar características vantajosas de uma espécie com as de outra, para obter indivíduos mais produtivos.

## Origem da Vida

### Origem do Universo, do Sistema Solar e do Planeta Terra

A teoria mais aceita sobre a origem do Universo nos diz que ele se formou há cerca de 13,7 bilhões de anos com uma grande explosão chamada *Big Bang*. Pouco se sabe a respeito dos momentos logo



após ou antes do *Big Bang*. Contudo, sabe-se que toda a matéria e a energia do universo estavam concentradas em um pequeno ponto de densidade infinita e que, após a explosão, o universo começou a se expandir em todas as direções, fato que continua a ocorrer.

Há aproximadamente 4,5 bilhões de anos, o nosso Sistema Solar começou a se formar a partir de uma nuvem de gás e poeira fina. No centro dessa nuvem em rotação, e pela ação da gravidade, o Sol se formou. A gravidade foi também responsável pela agregação de matéria orbitando ao redor do Sol, o que ocasionou a formação dos planetas, entre eles a Terra.

No início, o nosso planeta era bem diferente do que é hoje. Era um lugar extremamente hostil, tão quente que não havia rochas sólidas e constantemente bombardeado por outros corpos. De fato, as condições para o surgimento da vida ainda não estavam presentes. No entanto, o gradativo resfriamento da superfície possibilitou a solidificação das rochas e o aparecimento de água no estado líquido. Por volta de 4 bilhões de anos atrás, a atmosfera terrestre era constituída principalmente por dióxido de carbono, vapor de água, amônia, metano e óxidos de enxofre. Definitivamente uma atmosfera malcheirosa! Mas foi nesse ambiente que os primeiros organismos tiveram condições de surgir e se desenvolver e é aí que a coisa fica mais interessante para o nosso estudo.

## Abiogênese X Biogênese

A origem da vida na Terra sempre foi uma questão central a ser respondida pela humanidade. Há mais de 2000 anos, filósofos da Grécia antiga, como Aristóteles, já procuravam explicar esse fenômeno.

Aristóteles, assim como muitos outros, defendia que os seres vivos poderiam surgir não apenas pela reprodução, mas também a partir da matéria inanimada. Essa teoria, conhecida como **geração espontânea** ou **abiogênese** foi bem aceita até o século XIX e considerava que a matéria não-viva, em determinadas condições, poderia dar origem a seres vivos. Isso explicaria como larvas de insetos surgiam em alimentos depois de um tempo, por exemplo. A **abiogênese** contava até com uma “receita” para produzir camundongos a partir de camisas sujas e sementes de trigo. De acordo com essa receita, se esses ingredientes fossem deixados em um canto escuro, após 21 dias camundongos surgiriam espontaneamente a partir deles. Hoje parece muito claro que os camundongos eram apenas atraídos de outros lugares e não surgiam a partir da matéria inanimada. No entanto, no



século XVII, quando o Método Científico ainda não era usado com os critérios atuais, muitos cientistas julgavam que isso realmente fosse possível.

Ainda no século XVII, um cientista italiano chamado **Francesco Redi**, elaborou um experimento para mostrar que a abiogênese não era uma maneira possível para o surgimento de novos seres vivos. Redi organizou uma série de frascos de vidro e, dentro de cada um, colocou um pedaço de carne crua. Os frascos foram então divididos em três grupos: 1 – fechados com uma tampa (Grupo experimental 1); 2 – sem tampa, porém cobertos com gaze (Grupo experimental 2); 3 – abertos (Grupo controle). Após algum tempo, ele percebeu que nos frascos abertos havia larvas se alimentando da carne, bem como a presença de moscas. Nos frascos cobertos com gaze, não havia larvas na carne, porém havia moscas do lado de fora (possivelmente atraídas pelo cheiro da carne). Nos frascos fechados com tampa, não havia nem larvas nem moscas. Com isso, Redi demonstrou que o surgimento das larvas dependia do acesso das moscas à carne para colocar seus ovos e, sendo assim, elas não surgiam espontaneamente. Esse experimento fortaleceu a ideia de que os seres vivos apenas surgem a partir da reprodução de outros seres vivos, teoria essa chamada de **biogênese**. Na figura abaixo está um esquema do experimento de Redi.

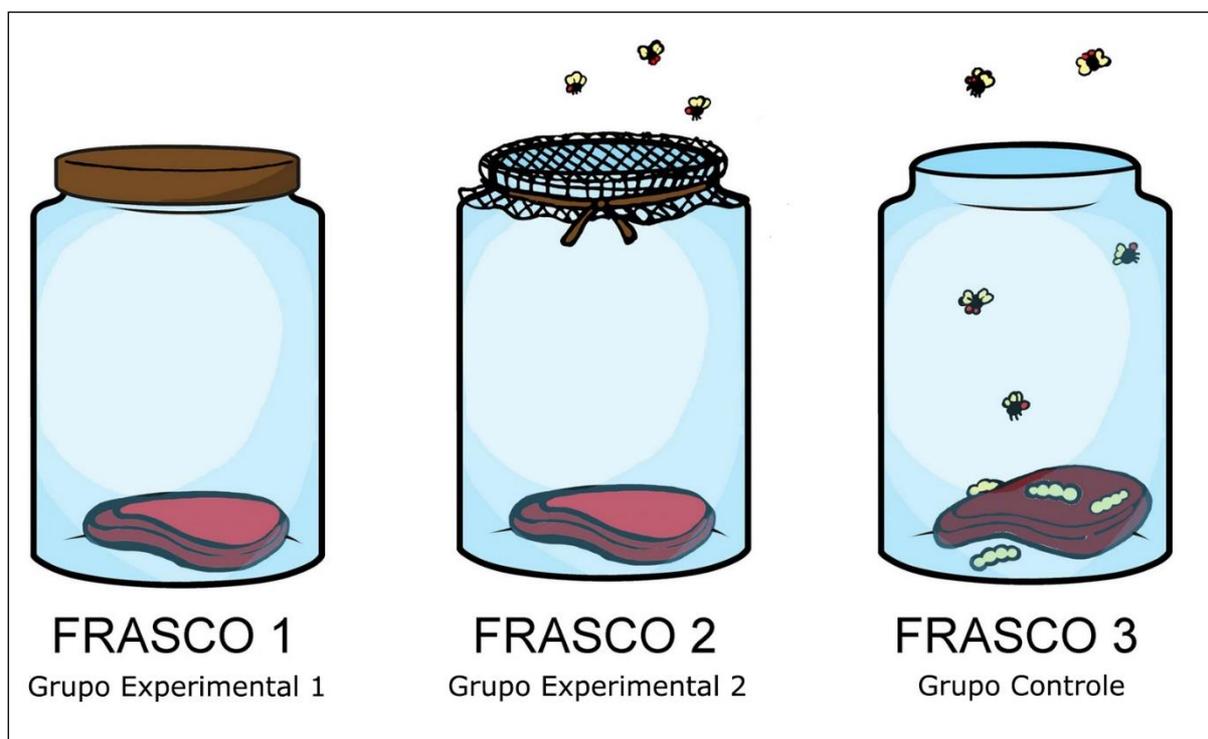


Fig. 25: Experimento de Francesco Redi.

A história poderia estar resolvida aqui, porém, a **invenção do microscópio** no fim do século XVII colocou lenha na fogueira e reacendeu a discussão. Acontece que os cientistas começaram a enxergar organismos desconhecidos até então por serem muito pequenos. As bactérias, por exemplo, podiam ser observadas em praticamente qualquer lugar. Isso levou ao pensamento de que, para seres “superiores”, como os animais, apenas a **biogênese** fosse válida. Enquanto para seres “inferiores”, como as bactérias, a **abiogênese** seria válida. Na verdade, isso gerou mais confusão do que outra coisa.

Outros experimentos foram realizados no século XVIII, como os de Needham (defendendo a abiogênese) e os de Spallanzani (defendendo a biogênese). No entanto, quando as evidências apontavam para a biogênese, os seus críticos apelavam para a existência de uma “força vital” presente no ar, que estava sendo destruída nos experimentos e, por isso, impedia que a geração espontânea ocorresse.

Foi então que, no século XIX, **Louis Pasteur** conseguiu dar fim a essa discussão. Utilizando as ideias de Spallanzani, ele elaborou um experimento que derrubou de vez a geração espontânea tanto para seres microscópicos quanto para macroscópicos. Nesse experimento, Pasteur colocou um caldo nutritivo dentro de um recipiente (assim como fizeram Needham e Spallanzani). No entanto, o recipiente de Pasteur tinha, em sua extremidade, um prolongamento em forma de pescoço de cisne, como mostra a imagem abaixo. Pasteur ferveu o caldo, eliminando quaisquer microrganismos nele presentes e, mesmo estando em contato com o ar (repare que a extremidade do recipiente era aberta), não houve o surgimento de novos microrganismos nesse caldo. O que acontece é que as bactérias e outros seres presentes no ar ficavam retidos na curvatura do pescoço de cisne e não conseguiam atingir o caldo e nem o contaminar. Após um tempo, Pasteur quebrou o pescoço de cisne, permitindo o acesso dos organismos presentes no ar ao caldo nutritivo e, dentro de algum tempo, eles se reproduziram dentro do recipiente. Com isso, Pasteur provou, finalmente, que a geração espontânea não poderia ocorrer, ainda que houvesse contato com o ar e com a tal “força vital” defendida pelos cientistas que acreditavam na abiogênese.



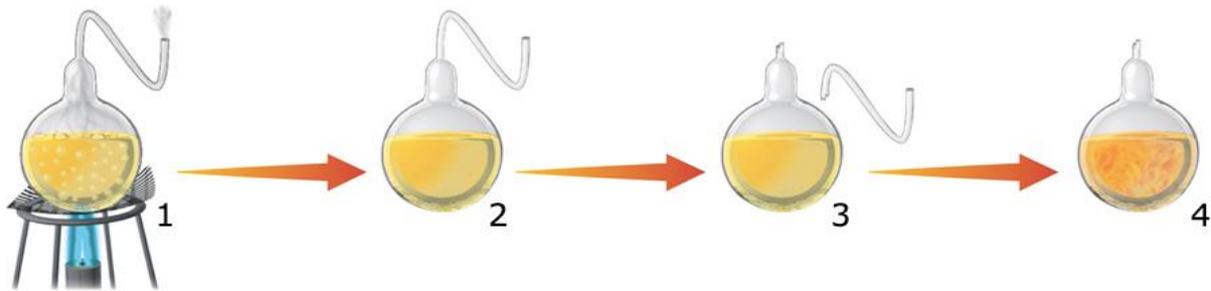


Fig. 26: Experimento de Pasteur. (1 – fervura do caldo; 2 – ausência de microrganismos; 3 – quebra do pescoço de cisne; 4 – aparecimento de microrganismos)

Após esse experimento, não havia mais dúvidas a respeito do surgimento de novos seres vivos. Ou seja, todos os organismos se originam a partir da reprodução de outros seres vivos, conforme a teoria da **biogênese**. Contudo, uma pergunta ainda restava: e os primeiros seres vivos? Como eles surgiram? Algum outro processo deve ter ocorrido, já que não havia seres vivos antes para se reproduzir e dar origem a outros. Para responder essa pergunta, teremos que voltar pelo menos 3,8 bilhões de anos e considerar as características do planeta Terra naquela época.

### Teoria da Evolução Química ou Molecular

Como já vimos, há cerca de 4 bilhões de anos, as características do planeta Terra eram totalmente diferentes das atuais. A atmosfera era formada principalmente por dióxido de carbono, vapor de água, amônia, metano e óxidos de enxofre, as temperaturas eram muito mais altas, havia intensa atividade vulcânica e choques de meteoritos. No entanto, foi nessas condições que, muito provavelmente, os primeiros seres vivos se formaram.

Na década de 20 do século passado, dois cientistas (Alexander Oparin e J.B.S. Haldane) formularam a hipótese de que, em algum momento na história da Terra, e numa atmosfera sem gás oxigênio, os primeiros seres vivos podem ter surgido a partir da matéria inorgânica (não viva). Essa hipótese é conhecida como **Evolução Química ou Molecular** e fornece a base para o que temos de mais aceito atualmente sobre a origem da vida no nosso planeta. Segundo a hipótese de Oparin-Haldane, a Terra primitiva possuía uma atmosfera quimicamente redutora e, nela, moléculas inorgânicas expostas a várias formas de energia, reagiriam para formar moléculas orgânicas simples que precipitariam e acumulariam nos oceanos e demais depósitos de água na superfície. Nessa “sopa primordial”, as

moléculas orgânicas se combinariam para formar moléculas mais complexas (polímeros) e, por fim, dar origem aos primeiros seres vivos.

Na década de 1950, Stanley Miller e Harold Urey realizaram um experimento em que simularam as condições da Terra primitiva propostas por Oparin e Haldane. Em um circuito fechado, eles criaram um sistema de aquecimento e resfriamento da água, simulando o seu ciclo entre a atmosfera (na forma de vapor) e os oceanos. No recipiente que simulava a atmosfera eles adicionaram os gases propostos por Oparin e Haldane. Os raios foram reproduzidos com descargas elétricas geradas por eletrodos.

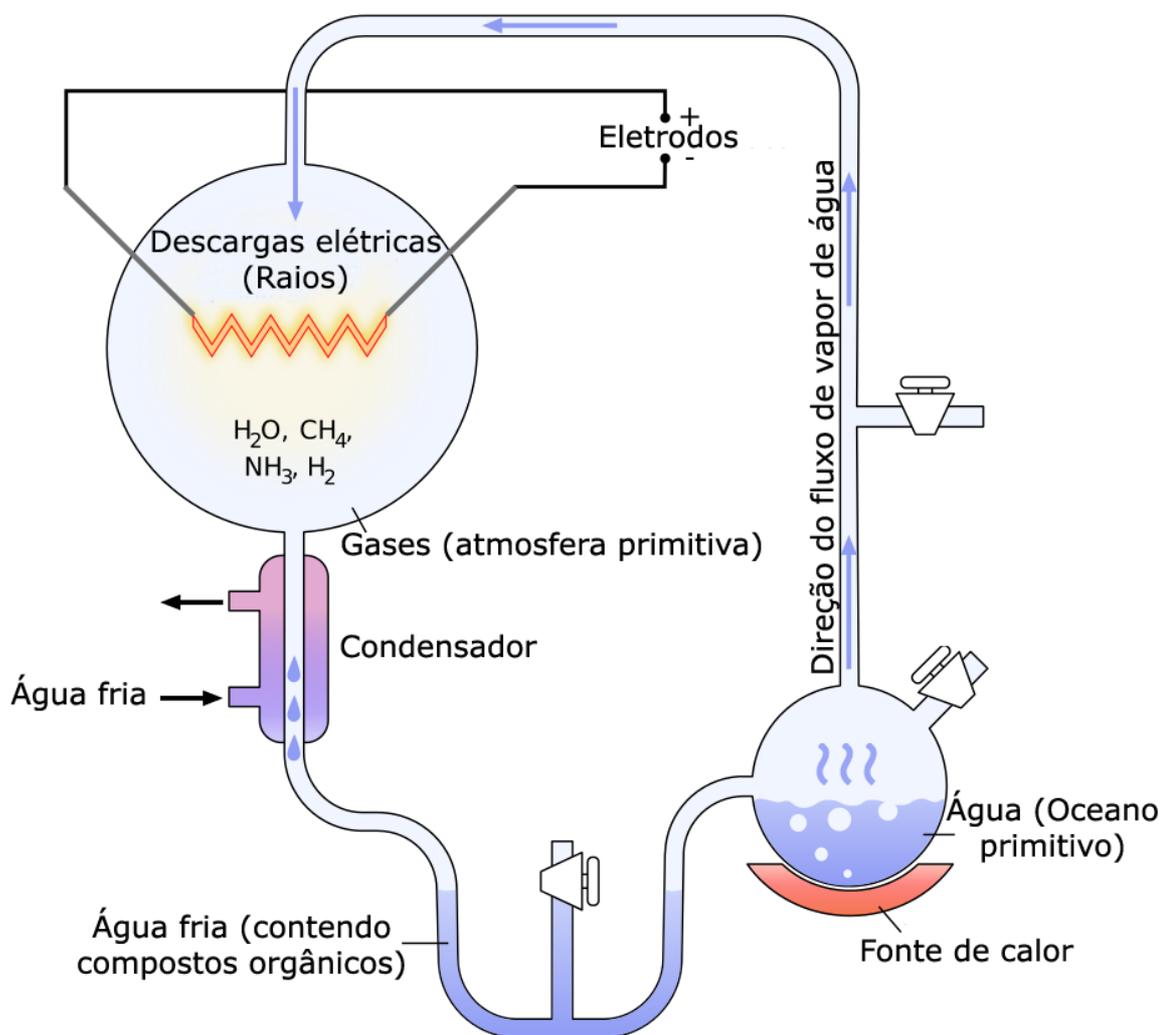


Fig. 27: Experimento de Miller-Urey, provando que é possível obter compostos orgânicos a partir de compostos inorgânicos nas condições da Terra primitiva.

Depois de algum tempo, ao analisar a água depositada no sistema, eles verificaram a presença de moléculas orgânicas simples como aminoácidos. Com isso, a hipótese de Oparin-Haldane sobre a origem da vida foi fortalecida, pois ficou comprovado que nas condições da Terra primitiva, compostos inorgânicos poderiam dar origem a compostos orgânicos simples, um passo essencial na formação dos primeiros seres vivos.

Oparin também propôs que aglomerados de moléculas orgânicas formados espontaneamente na água (os **coacervados**) seriam o próximo passo no surgimento da primeira célula, uma vez que constituem um compartimento individualizado do meio externo. Esse compartimento, por sua vez, facilitaria as reações entre as substâncias no seu interior, fornecendo proteção dos agentes externos e possibilitando concentrações diferentes de moléculas entre a parte de dentro e a parte de fora do coacervado. A partir do momento em que um **coacervado** incorporou uma molécula com a capacidade de se autorreplicar (RNA ou DNA), teríamos então a primeira célula e, conseqüentemente, o primeiro ser vivo.

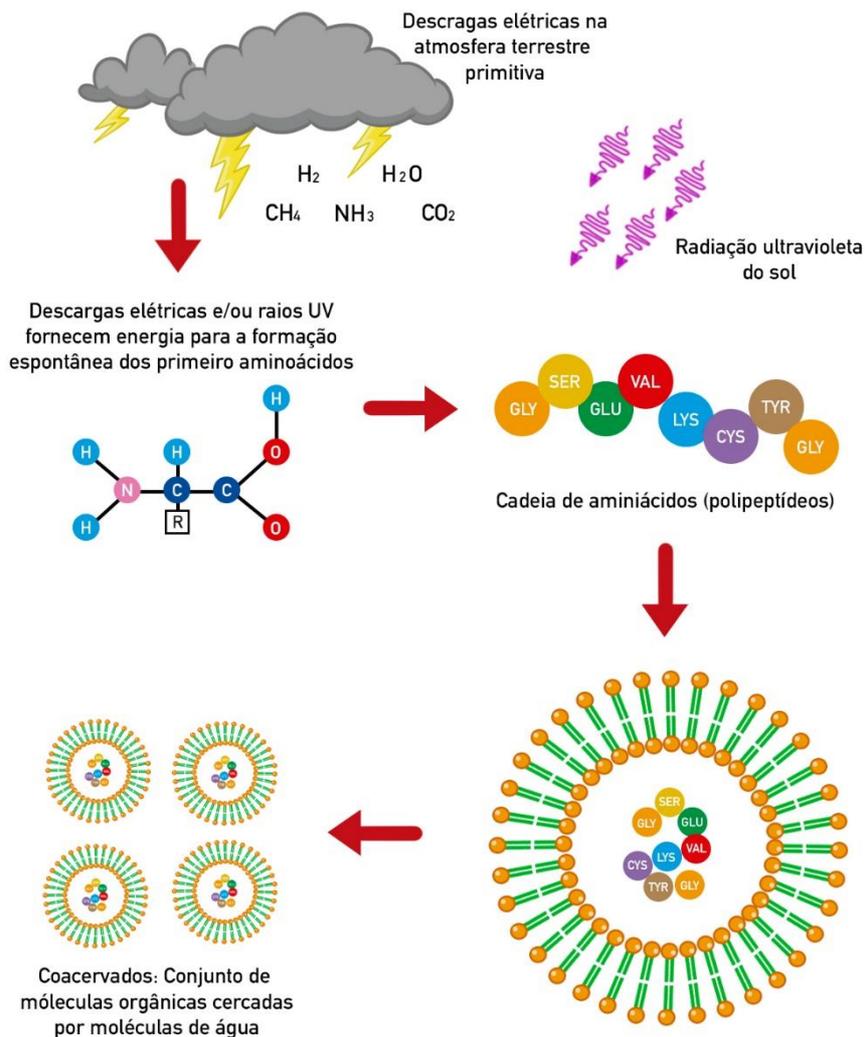


Fig. 28: Provável sequência de eventos até o surgimento das primeiras células.

Existem duas hipóteses a respeito do metabolismo dos primeiros seres vivos. A **hipótese autotrófica** considera que esses seres, semelhantes a arqueobactérias, realizavam quimiossíntese extraindo energia de compostos inorgânicos, de modo a produzir moléculas orgânicas como a glicose. Essa hipótese baseia-se no fato de que não haveria matéria orgânica disponível suficiente para manter ecossistemas inteiramente formados por seres heterotróficos. Em um segundo momento teriam surgido os seres heterotróficos anaeróbicos (que não utilizavam oxigênio), depois os seres fotoautotróficos e, por fim, os seres heterotróficos aeróbicos.

Outros autores consideram que a **hipótese heterotrófica** é que seria a mais provável. Nela, os primeiros seres vivos seriam **heterotróficos**, ou seja, precisavam extrair energia de moléculas orgânicas presentes no ambiente. Essa hipótese trabalha com a lógica de esse tipo de metabolismo ser mais simples do que o autotrófico. Com o tempo, a falta do “alimento” já pronto no ambiente acabou por selecionar organismos capazes de, a partir de outras fontes de energia (como a luz do Sol), produzirem suas próprias moléculas orgânicas. E aí teriam os seres **quimioautotróficos** e **fotoautotróficos**, sendo estes últimos responsáveis pelo grande aumento nos níveis de gás oxigênio presente na atmosfera.

Não há, contudo, um consenso na comunidade científica a respeito de qual hipótese estaria certa. No entanto, o que é certo, é que a respiração aeróbica só surgiu após o aparecimento da fotossíntese, uma vez que o gás oxigênio não existia na atmosfera antes das primeiras bactérias começarem a utilizar a energia do sol, o gás carbônico e a água para sintetizarem moléculas orgânicas.

Na próxima parte dessa aula veremos como a ciência explica que esses primeiros seres vivos tenham dado origem a todos os outros seres do nosso planeta, incluindo EU e VOCÊ!

## Teorias Evolutivas

A **Evolução** dos seres vivos é um dos temas centrais da Biologia e também um dos que geram mais polêmicas. Não é à toa que esse assunto já vem sendo debatido desde a época dos filósofos gregos há mais de dois mil anos. Nesta aula vamos fazer uma breve recapitulação sobre como as concepções sobre a evolução foram mudando ao longo do tempo e conheceremos “os pais da criança”, ou seja, quem foram os grandes cientistas que abordaram esse assunto. Além disso, vamos focar no que temos de mais aceito hoje em dia e compreender quais mecanismos são responsáveis pelos processos evolutivos.

Como já dito anteriormente, alguns filósofos da Grécia Antiga já se interessavam pela origem da vida na Terra. No entanto, um deles se destacou. Seu nome era Aristóteles (384a.C. – 322a.C) e ele considerava que os seres vivos não sofriam modificações ao longo do tempo (**fixismo**).

Outro **fixista** foi Lineu (1707 - 1778), que é considerado o pai da **taxonomia** moderna. Mas isso é assunto para a aula de **Classificação Biológica**. O que interessa pra gente agora é que Lineu, por ser fixista, acreditava que os seres vivos não sofriam modificações ao longo do tempo e, além disso, era também **criacionista**, pois acreditava que todos os seres vivos haviam sido criados por Deus. Por não haver modificação, também não haveria o surgimento de novas espécies, uma vez que todas teriam surgido como fora determinado pelo seu criador.

Entretanto, motivados pela descoberta de vários **fósseis**, alguns cientistas no fim do século XVIII começaram a defender a ideia de que os seres vivos sofrem modificações ao longo das gerações e, portanto, **evoluem**.



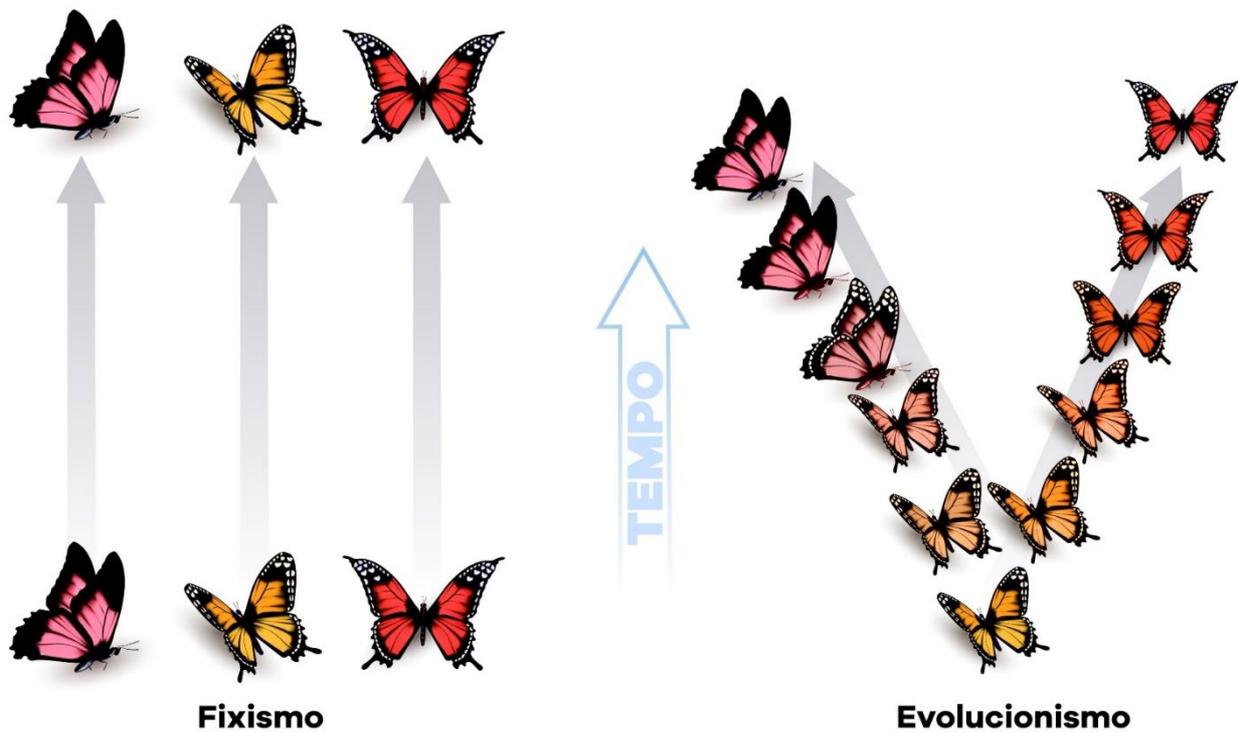


Fig. 29. O evolucionismo se opõe ao fixismo.

## Lamarckismo

Um dos grandes nomes dessa nova linha de pensamento foi **Jean Baptiste Lamarck** (1744 – 1829). Ele acreditava que os primeiros seres vivos surgiram através da matéria não viva (**geração espontânea**) e que, ao longo de sucessivas modificações, deram origem aos seres atuais. O mecanismo pelo qual ele explicou essas modificações baseia-se em duas leis:

- **A lei do uso e do desuso**
- **A lei da transmissão de caracteres adquiridos**

Pela **lei do uso e do desuso**, Lamarck tentava explicar, por exemplo, por que animais que vivem em cavernas com pouca luz tendem a ter a visão pouco desenvolvida. Segundo ele, por não haver necessidade, os olhos desse animal teriam se atrofiado. Assim, quanto mais usada fosse uma estrutura no corpo de um ser vivo, mais desenvolvida ela se tornaria, e vice-versa. Essas características seriam então passadas de geração em geração, caracterizando a **lei da transmissão de caracteres adquiridos**. Mais tarde ficou provado que nem uma lei nem outra estavam corretas,

mas Lamarck contribuiu muito para o estudo da evolução e influenciou bastante o trabalho do próximo cientista que vamos estudar.

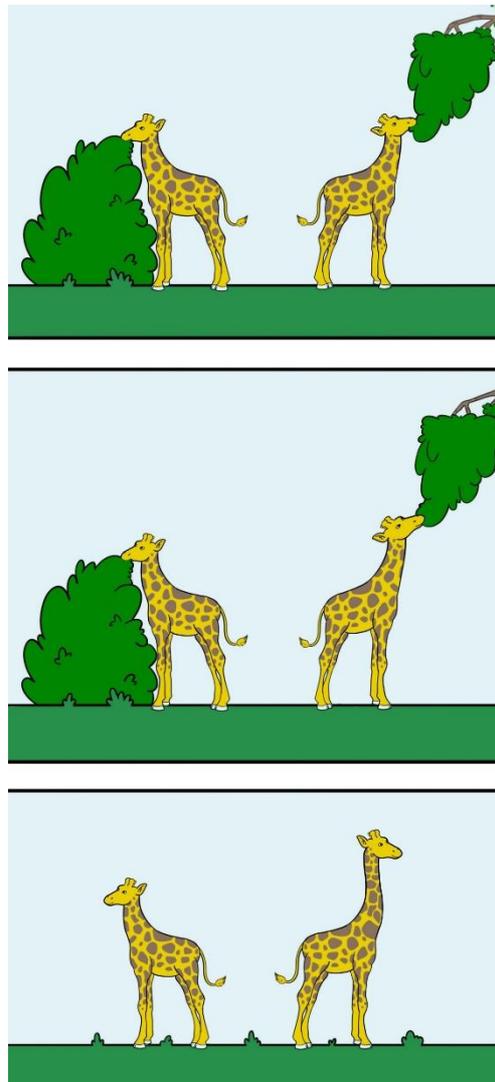


Fig. 30: De acordo com as ideias de Lamarck, o meio influencia a modificação dos organismos, como no caso das girafas que teriam sido forçadas pelo meio a desenvolver pescoços cada vez maiores para obter alimentos.

Nesse momento, respira fundo e prepara que o melhor está por vir. Falamos até agora de Aristóteles, Lineu e Lamarck. Mas “o cara” da evolução é o próximo. Respirou? Então vai!

## Darwinismo

**Charles Darwin** (1809 - 1882) revolucionou o estudo da evolução biológica com a publicação de sua afamada obra **A Origem das Espécies** de 1859. Nesse livro, Darwin introduziu o conceito de **Seleção Natural** ou a **sobrevivência do mais apto**. Deixa eu explicar como isso funciona.

Imagina uma população de sapos vivendo em um local com bastante umidade. Em um determinado momento, esse local começa a sofrer mudanças climáticas que o levam a, gradativamente, ser mais seco. Aqueles sapos naturalmente mais dependentes de água vão morrendo e deixando menos descendentes. Por outro lado, aqueles sapos naturalmente mais resistentes à seca vão se reproduzir mais em comparação com os outros. Isso vai levar a uma gradativa mudança nas características dessa população onde vão predominar, cada vez mais, esses indivíduos resistentes à seca. É a **seleção natural** atuando.

Ou seja: o planeta sofre mudanças constantes e com isso os habitats também se modificam. Logo, os seres vivos que possuam características favoráveis às novas configurações ambientais sobreviverão e deixarão descendentes que, por sua vez, também possuirão essas características favoráveis. Podemos dizer então que os mais aptos foram selecionados.

**Agora presta atenção!!** Repara que essas características favoráveis não apareceram *durante* a vida do sapo. **Elas não foram adquiridas.** Elas já estavam lá e são fruto de variações presentes dentro dos indivíduos de uma população. Para que isso fosse válido, Darwin também previa que essas características deveriam ser herdadas, apesar de desconhecer esse mecanismo de herança.

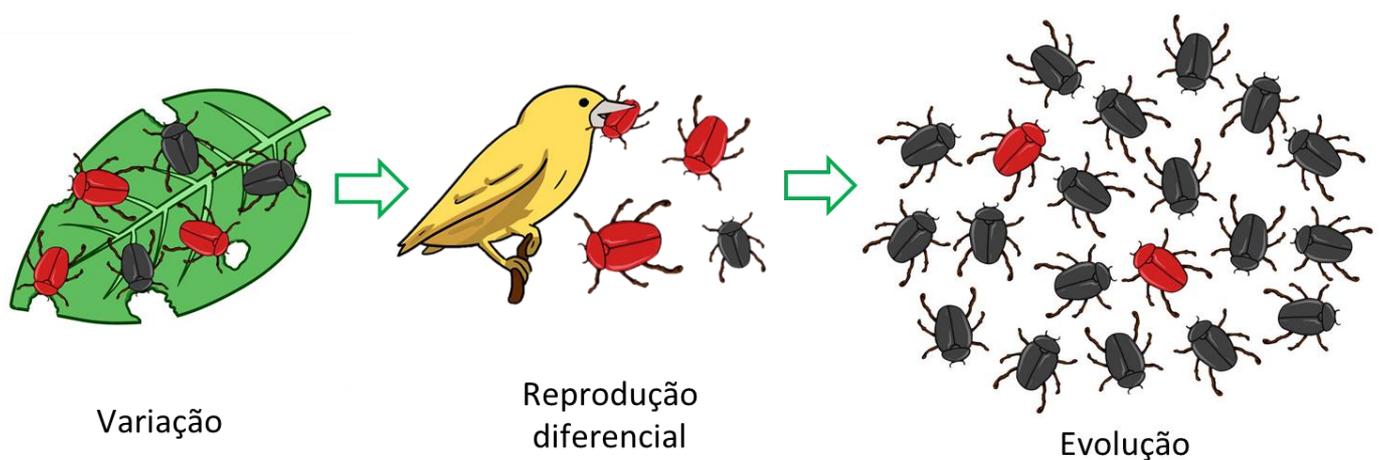


Fig. 31: Insetos de cor preta são menos vistos por predadores e, com isso, conseguem reproduzir e gerar mais descendentes. Com o tempo, esses indivíduos vão predominando nas populações.

Uma simulação da **seleção natural** controlada pelo ser humano é a chamada **seleção artificial** e foi amplamente utilizada na domesticação de várias espécies de animais e plantas para se atingir um objetivo desejado. Por exemplo, os ratos de laboratório são da mesma espécie dos ratos de esgoto, mas além de serem brancos são muito mais dóceis. O que acontece é que as linhagens dóceis foram

sendo selecionadas artificialmente pelos pesquisadores e colocadas para cruzarem entre si, produzindo assim cada vez mais indivíduos com essa característica. Isso também aconteceu com as diferentes raças de cachorros, por exemplo. Sendo assim, fica provado que a seleção natural é um processo não só possível como presente na história evolutiva dos seres vivos.



Fig. 32: O rato de laboratório foi obtido a partir da seleção artificial de ratos comuns.

Outra coisa importante é que as variações presentes nas populações podem ser vantajosas ou não para os indivíduos. Em caso positivo, essa característica se torna uma **adaptação** àquele ambiente naquele momento. Quando dizemos então, por exemplo, que o urso polar está **adaptado** a ambientes frios, queremos dizer que ele tem características evolutivas que conferem a ele vantagens em ambientes frios. E por isso, essas características foram **selecionadas** ao longo da evolução desse animal. Do mesmo modo, caso uma modificação não seja vantajosa naquele ambiente e naquele momento, os indivíduos que a carregam terão menos chances de sobreviver e de passar essa característica para os seus descendentes.

**ATENÇÃO!** É errado dizer que um ser vivo é mais ou menos evoluído do que o outro. Podemos dizer sim que um ser vivo é mais ou menos **adaptado** a determinado tipo de ambiente de acordo com as características que ele apresenta. Outro erro muito comum é achar que a evolução é linear e que tem um objetivo final (onde quase sempre se considera que a espécie perfeita é o ser humano). Essa visão está completamente errada! O que vai ditar o caminho evolutivo que uma espécie vai sofrer depende das pressões seletivas originadas pelas condições ambientais impostas num determinado momento.

*Uma pausa para um momento “choque de realidade”: Jovem, por mais que você seja uma pessoa incrível, nem você e nem a sua (nossa) espécie são a “imagem da perfeição” ou “o objetivo da evolução”. Se você pensa dessa forma, então não leu direitinho o que eu escrevi aí em cima, ok? (Eu disse que esse tema era polêmico.)*

É importante lembrar que a escala de tempo evolutiva é um pouco difícil para que nós, seres humanos, a visualizemos, já que no geral nossa expectativa de vida não chega a 100 anos. A evolução, por sua vez, trabalha com grandezas de milhares a milhões de anos para que modificações significativas nos seres vivos sejam percebidas. É por isso que muitas pessoas acham que estruturas complexas como o olho humano não podem ter sido originadas simplesmente por modificações aleatórias nos seres vivos que foram selecionadas pelo ambiente. No entanto, se considerarmos que os vertebrados surgiram há mais de 400 milhões de anos, qualquer estrutura, por mais complexa que ela seja, teria tempo suficiente para se originar e ser gradativamente aperfeiçoada.

## Evidências da Evolução

Nesse momento você pode estar pensando: “Ok, já sei um monte de teoria e tal... Mas eu quero provas de que essa tal de evolução acontece mesmo!” Então, meus jovens, vamos a elas!

**Fósseis:** São talvez a mais forte evidência do processo evolutivo. Os restos de seres vivos preservados (ossos, dentes, pegadas, conchas, fezes e até mesmo animais inteiros preservados no gelo) nos mostram o registro de várias espécies já extintas e, muitas vezes, formas intermediárias entre elas. É possível traçar claramente padrões de modificações ao longo do tempo e relacioná-los com os dados paleoambientais fornecidos.





Fig. 33: Fósseis de moluscos (esquerda) e de um peixe (direita).

**Evidências morfológicas:** É muito visível a semelhança entre um ser humano e um chimpanzé e isso, obviamente, reflete a proximidade evolutiva entre essas duas espécies. No entanto, os pés de um ser humano são significativamente diferentes dos pés de um chimpanzé, fato que se explica pelas pressões seletivas sofridas por esses organismos de acordo com o ambiente onde eles vivem. Podemos dizer que houve uma **irradiação adaptativa** ocasionada pelas diferentes adaptações selecionadas nessas duas espécies. Nesse caso, temos estruturas de mesma origem **embriológica**, mas com funções diferentes (O pé do chimpanzé que o permite agarrar em galhos e o pé do ser humano adaptado ao andar bípede). Estruturas que possuem a mesma origem embriológica são chamadas de **homólogas** e possuem relevância na hora de reconstruir as relações evolutivas entre diferentes espécies.

Existem, por outro lado, estruturas de função semelhante em diferentes espécies, mas que não possuem a mesma origem embriológica. É o caso, por exemplo, da asa de um inseto e da asa de uma ave. Apesar de ambas servirem para fazer o animal voar, possuem diferentes origens embriológicas e, por isso, são chamadas de estruturas **análogas**. As estruturas análogas são fruto de **convergências evolutivas**, em que seres vivos pouco relacionados evolutivamente sofrem pressões seletivas semelhantes e acabam por prevalecer com características de mesma função. Um outro exemplo clássico disso é a forma hidrodinâmica dos tubarões e golfinhos. Sabemos que isso é fruto da convergência evolutiva, já que os tubarões são peixes e os golfinhos são mamíferos, cujos ancestrais eram terrestres.

**Biogeografia:** A distribuição geográfica das espécies ao redor do planeta, associada aos conhecimentos de deriva continental, nos permitem traçar associações em que espécies que se separaram geograficamente há mais tempo são menos semelhantes entre si.

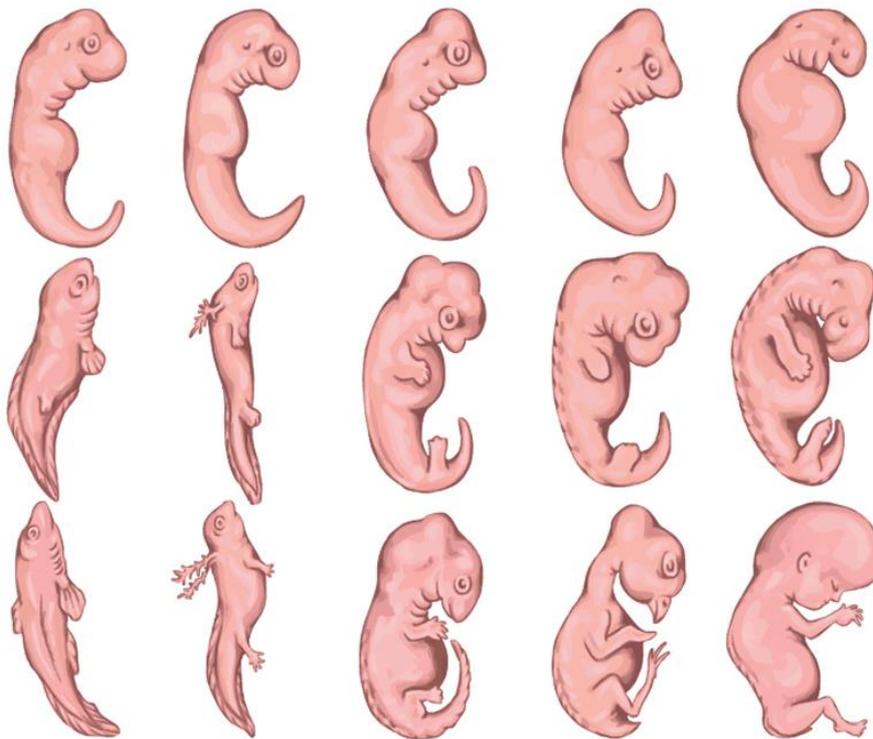


Fig. 34. Semelhanças embrionárias entre os grupos de vertebrados. Da esquerda para a direita: peixe, anfíbio, réptil, ave e mamífero.

**Órgãos vestigiais:** São estruturas presentes em seres vivos que possuem pouca ou nenhuma função adaptativa atualmente, mas refletem características passadas por ancestrais. Por exemplo, os esqueletos de algumas serpentes que possuem ossos associados à locomoção de seus ancestrais com quatro patas. Outro caso é o apêndice cecal nos seres humanos (aquilo que muita gente diz que só serve pra inflamar e dar problema na sua vida). Ele é o resquício de nossos ancestrais que possuíam uma dieta predominantemente herbívora.

### Teoria Sintética da Evolução (Neodarwinismo)

Agora que você já entendeu como a evolução é guiada pela seleção natural, é preciso lembrar que Darwin não conseguiu explicar de que forma a diversidade surge nas populações e como funcionam os princípios da hereditariedade. É aí que aparece a **teoria moderna da evolução** ou **teoria sintética da evolução**.

Com os avanços no estudo da **Genética**, principalmente a partir da década de 1930, os mecanismos responsáveis pelo aparecimento das modificações nos seres vivos foram então identificados. São eles:

- **Mutação gênica**
- **Recombinação gênica**

As **mutações** são alterações **aleatórias** no código genético de um ser vivo. Elas podem ocorrer espontaneamente ou induzidas por agentes externos como radiações ou algumas substâncias. (Falaremos sobre elas mais detalhadamente na aula 12.) Essas modificações no material genético do indivíduo, caso sejam passadas para os seus descendentes, podem representar uma vantagem adaptativa e, nesse caso, podem ser selecionadas. Caso essa mutação não represente uma vantagem, a tendência é que os indivíduos que a possuem deixem menos descendentes, fazendo com que a sua incidência na população diminua. As **mutações** acontecem o tempo todo no **genoma** de um indivíduo e, na maioria das vezes, não se manifestam na alteração de alguma característica. Portanto, não pense que ao sofrer uma **mutação**, você vai virar um *X-men* e sair por aí voando ou algo do gênero. Apenas o acúmulo de várias mutações sofrendo ação da seleção natural ao longo de muito tempo é que podem representar alguma mudança mais significativa em um organismo.

A **recombinação gênica** acontece quando há a mistura de fragmentos de material genético entre dois indivíduos durante a **reprodução sexuada**. Ela também ocorre aleatoriamente e aumenta drasticamente a variabilidade genética nos descendentes, uma vez que gera uma infinidade de novas combinações genéticas dentro dos **cromossomos**.

Esses dois fenômenos somam-se à seleção natural proposta por Darwin e compõem a teoria vigente para a evolução das espécies, na qual as variações mais vantajosas surgidas aleatoriamente através de **mutações** e **recombinações** prevalecerão através da **seleção natural**.

É por isso que a diversidade biológica tem um papel fundamental no sucesso evolutivo das espécies. Imagine, por exemplo, duas áreas de plantio. Na primeira, as plantas se reproduzem sexuadamente, através da polinização. Na segunda, todas as plantas são clones, reproduzidas assexuadamente através de técnicas como a micropropagação, onde pequenos fragmentos de uma planta são colocados no solo gerando novos indivíduos. Caso ocorra uma mudança ambiental, como o aparecimento de uma praga, a primeira área terá maiores chances de resistir, uma vez que seus



indivíduos são mais diversos e, naturalmente, alguns deles apresentarão maior resistência a essa praga. Já na segunda área, todos os indivíduos são geneticamente iguais. Assim, ou todos são resistentes à praga, ou nenhum é.

## Especiação

Antes de aprendermos como novas espécies surgem através da **evolução**, é preciso saber o que é uma **espécie**.

Existem vários conceitos diferentes (mais de 20) dependendo dos critérios utilizados. O mais comum e mais cobrado nos vestibulares é o **conceito biológico de espécie**. Nele, uma espécie é um conjunto de indivíduos muito semelhantes, capazes de reproduzirem entre si naturalmente e gerarem descendentes férteis, ou seja, que também possam gerar descendentes. Quando digo naturalmente, quero dizer que isso ocorre sem a interferência do ser humano, uma vez que esses seres vivem na mesma região geográfica. Existem casos em que indivíduos de espécies diferentes podem se reproduzir, mas seus descendentes não são capazes de gerar outros descendentes. Um exemplo disso é o cruzamento entre um jumento e uma égua gerando um burro (macho) ou uma mula (fêmea). Ambos são animais estéreis e isso, segundo o conceito biológico de espécie, indica que jumento e égua pertencem a espécies diferentes. Existem ainda casos em que indivíduos de espécies diferentes conseguem se reproduzir e gerar descendentes férteis, como o cruzamento entre tigres e leões de ambos os sexos. Porém, na natureza esses cruzamentos não acontecem, uma vez que esses animais não compartilham os mesmos territórios.

O conceito biológico de espécie só é válido, portanto, para aqueles seres vivos que realizam **reprodução sexuada**. No caso de bactérias, por exemplo, que realizam **reprodução assexuada**, não é possível aplicar esse conceito. Também não é possível utilizá-lo para **espécies fósseis**. Apesar disso, como eu disse antes, esse é o conceito mais utilizado por ser mais didático e de fácil compreensão.

Outros conceitos incluem o **morfológico**, que leva em consideração apenas as diferenças na forma entre os indivíduos e, por isso pode considerar organismos de reprodução sexuada ou assexuada e também aqueles apenas presentes no registro fóssil. No entanto, a subjetividade dos critérios considerados pode levar a divergências entre os taxonomistas e sistematas.

Um conceito de espécie muito interessante é o **filogenético**, que considera uma espécie como o menor grupo de indivíduos que partilham um ancestral comum diferente de outro grupo. Para isso são utilizadas características morfológicas e moleculares. No entanto, é difícil estabelecer a quantidade de diferenças que é suficiente para definir o limite entre uma espécie e outra.

O acúmulo das modificações selecionadas pelas condições ambientais leva, normalmente, uma população a ser cada vez mais diferente ao longo do tempo. Chega um momento que as diferenças acumuladas são tão grandes que se pode considerar o surgimento de uma ou mais espécies novas.

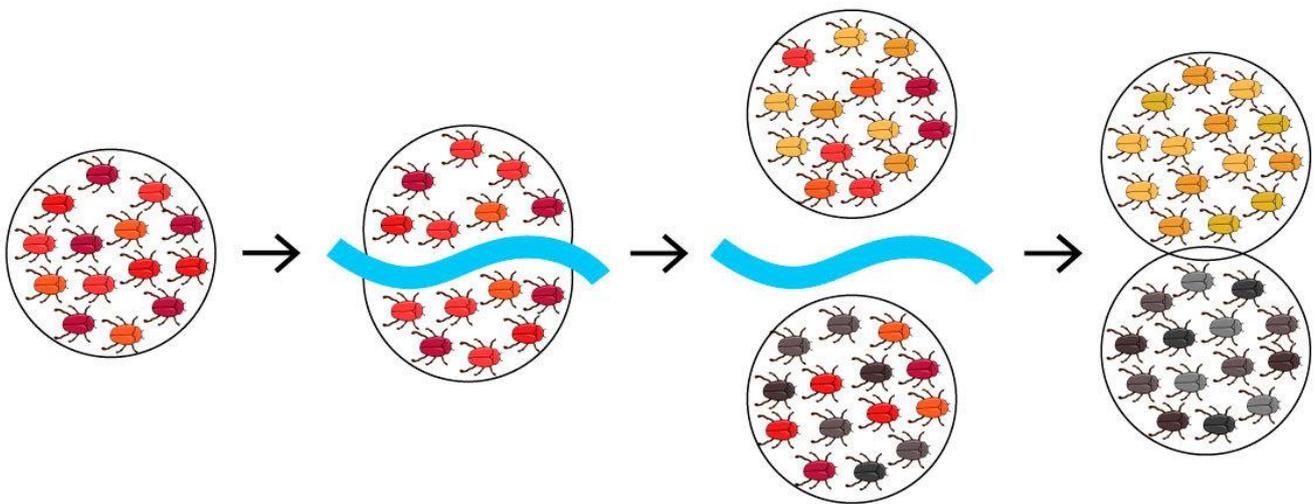


Fig. 35. Processo de especiação alopátrica, quando surge uma barreira geográfica que divide a população de uma espécie em duas.

O tipo de especiação mais estudado é aquele que envolve o surgimento de uma barreira geográfica antes do isolamento reprodutivo (especiação alopátrica). No entanto, é possível que o mecanismo de especiação ocorra também dentro de uma população sem isolamento geográfico (especiação simpátrica), envolvendo diferenças comportamentais e um tipo específico de seleção natural.

## Questões Comentadas

### 1. (Colégio Naval – 2019)

Leia o texto abaixo.

“Musgo renasce 1.500 anos depois de ficar congelado na Antártica. Pesquisa descreveu pela 1ª vez espécie que sobreviveu por longo tempo.

Um musgo na Antártica renasceu após passar mais de 1.500 anos sob uma camada de gelo, um recorde que marca o maior ciclo vital de qualquer planta conhecida, revelou um estudo feito por cientistas britânicos e divulgado esta semana nos Estados Unidos.

Os cientistas capturaram amostras das profundezas de um banco de musgos congelados e os colocaram em uma incubadora, a temperaturas e níveis de luz que estimulariam seu crescimento em condições normais. Depois de algumas semanas, o musgo começou a crescer.”

Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/noticias/noticia18.php>>

Sobre os musgos é correto afirmar que:

- (A) pertencem ao grupo das pteridófitas, são plantas de grande porte e sua reprodução sexuada não depende de água para levar o gameta masculino ao encontro do gameta feminino.
- (B) pertencem ao grupo das pteridófitas, são plantas de pequeno porte e sua reprodução sexuada depende de água para levar o gameta feminino ao encontro do gameta masculino.
- (C) pertencem ao grupo das gimnospermas, são plantas de grande porte e sua reprodução sexuada não depende de água para levar o gameta masculino ao encontro do gameta feminino.
- (D) pertencem ao grupo das briófitas, são plantas de pequeno porte e sua reprodução sexuada depende de água para levar o gameta masculino ao encontro do gameta feminino.
- (E) pertencem ao grupo das briófitas, são plantas de grande porte e sua reprodução sexuada não depende de água para levar o gameta feminino ao encontro do gameta masculino.

### Comentários

Os musgos pertencem ao grupo das briófitas e, por não terem vasos condutores de seiva, são plantas de pequeno porte. Além disso, dependem da água do meio externo para que o gameta masculino, flagelado, se locomova até o gameta feminino, na reprodução sexuada. **Letra D.**

---

## 2. (Colégio Naval – 2018)

Sobre o processo de fotossíntese e respiração das plantas, é correto afirmar que:

- (A) durante a fotossíntese a planta utiliza a energia luminosa para gerar energia a ser utilizada na fabricação do seu próprio alimento.
- (B) a respiração e a fotossíntese ocorrem somente durante o dia.
- (C) ao final do processo de fotossíntese, a glicose é convertida em ácido láctico por meio da fermentação.
- (D) a mitocôndria é a organela responsável pela conversão da energia luminosa em energia química.
- (E) a respiração está ligada à captação de gás carbônico pelas folhas.

### Comentários

A letra A está correta pois o objetivo da fotossíntese é exatamente produzir alimento a partir da energia provida pelo Sol. A letra B está errada pois a respiração ocorre tanto de dia quanto de noite. A letra C está errada pois as células vegetais não realizam fermentação. A letra D está errada pois a organela responsável pela conversão da energia luminosa em energia química é o cloroplasto. A



mitocôndria é responsável pela respiração celular. A letra E está errada pois a fotossíntese é que está ligada à captação de gás carbônico pelas folhas. **Alternativa A.**

---

### 3. (Colégio Naval, 2015)

Observe as definições dos grupos vegetais I, II e III.

I - São vegetais simples que não possuem verdadeiras folhas, caules e raízes e nem possuem tecidos especializados no transporte de água e outras substâncias no interior da planta. Entretanto, apresentam rizoides que, além de absorver água, fixam esses organismos ao substrato em ambientes úmidos terrestres.

II - São vegetais que dependem da água para a reprodução e não apresentam sementes. Entretanto, apresentam caules, raízes e folhas verdadeiras e, também, apresentam tecidos especializados na condução de materiais no interior de seu corpo.

III - São vegetais que não dependem da água para a reprodução. Geralmente os grãos de pólen são levados pelo vento até os elementos reprodutores femininos. Apresentam sementes, mas não apresentam frutos.

Assinale a opção que apresenta os nomes dos grupos de vegetais I, II e III, nessa ordem.

- (A) Algas, Briófitas e Angiospermas,
- (B) Briófitas, Pteridófitas e Gimnospermas.
- (C) Algas, Pteridófitas e Angiospermas.
- (D) Briófitas, Gimnospermas e Angiospermas.
- (E) Pteridófitas, Angiospermas e Gimnospermas.

### Comentários

São características dos respectivos grupos: I – briófitas; II – pteridófitas; III – gimnospermas. **Alternativa B.**

---

### 4. (Colégio Naval – 2014)

Observe a figura e o texto abaixo.



Pteridófitas, plantas vascularizadas com esporos. Fonte: <http://www.reocities.com/arturcarbonifero.html>

Há aproximadamente 400 milhões de anos, surgiram as primeiras pteridófitas. Florestas se desenvolveram formadas, basicamente, de pteridófitas com vários metros de altura. Milhões de anos depois, alterações climáticas sepultaram essas selvas. Com esse fato, as pteridófitas contribuíram para os atuais depósitos de carvão. Atualmente, a importância das pteridófitas para o homem restringe-se ao seu valor ornamental. Samambaias e avenças embelezam as casas e os jardins.

Adaptado de: Barros, C. & Paulino, W. Ciências. Os seres vivos. Editora Ática S. A. 2011.

Assinale a opção que apresenta as informações corretas sobre as pteridófitas,

- (A) Assim como as primeiras pteridófitas, a maioria das atuais só apresenta reprodução sexuada. Formam-se esporos na superfície inferior da folha, que liberam os gametas.
- (B) Divergindo das primeiras pteridófitas, a maioria das pteridófitas atuais possui folhas modificadas que produzem sementes. Elas não dependem da água para a fecundação, pois ocorre o desenvolvimento do tubo polínico.
- (C) Assim como as primeiras pteridófitas, as pteridófitas atuais apresentam um sistema de vasos condutores que favorece a adaptação ao ambiente terrestre, pois facilita o transporte de água pelo corpo do vegetal.
- (D) Diferindo da maioria das pteridófitas atuais, as pteridófitas ancestrais apresentavam vasos condutores de nutrientes, o que favoreceu o porte elevado dessas plantas no passado.
- (E) Divergindo das primeiras pteridófitas, a maioria das pteridófitas atuais apresenta caulóide e, assim, os nutrientes são transportados célula a célula. Esse tipo de transporte é lento e limita o tamanho das plantas atuais.

### Comentários

A alternativa A está incorreta, visto que todas as plantas são capazes de se reproduzir assexuadamente. Além disso, esporos não liberam gametas. A alternativa B está errada pois as pteridófitas não produzem sementes e são dependentes da água para sua reprodução. A alternativa C está correta, pois relaciona a presença de vasos condutores de seiva com a conquista do ambiente terrestre. A alternativa D está incorreta pois as pteridófitas atuais continuam apresentando vasos condutores de seiva. A alternativa E está incorreta pois as pteridófitas atuais não possuem caulóide e os seus nutrientes não são transportados célula a célula, sendo essa uma característica das briófitas. **Alternativa C.**

### 5. (Colégio Naval, 2009)

Leia o trecho abaixo.

O que os selvagens comem como pão e como plantam e preparam as raízes de mandioca

[...] enterram as mudas das plantas de raízes, que usam com pão, entre as cepas das árvores. Essa planta chama-se mandioca. É um arbusto que cresce até uma braça de altura e cria três



raízes. Quando querem preparar as raízes, arrancam o arbusto, retiram as raízes e os galhos e enterram novamente pedaços do tronco. Estes, então, geram raízes e crescem em seis meses, o necessário para que se possa consumi-los.

Fonte: Staden, H. Duas viagens ao Brasil: primeiros registros sobre o Brasil. Porto Alegre: L& PM, 2009.

Assinale a opção correta.

(A) A mandioca é classificada como alimento energético e regulador, cuja função é fornecer energia e regular as atividades vitais, porque é fonte de carboidrato do grupo dos aminoácidos.

(B) O modo de reprodução descrito é por muda, ou seja, um processo assexuado que, por gerar indivíduos iguais, é muito utilizado na agricultura.

(C) A raiz da mandioca é do tipo tuberosa, caracterizada pelo armazenamento de compostos nutritivos, por isso atua como órgão de reserva, e pela presença de gemas laterais.

(D) A digestão do pão de mandioca é iniciada na boca, através da atuação da enzima amilase salivar que degrada o amido em aminoácidos.

(E) O crescimento das raízes se deve ao processo de fotossíntese realizada nas folhas, e o açúcar produzido é enviado para as raízes através dos vasos lenhosos.

### Comentários

A alternativa A está incorreta pois a mandioca é rica em carboidratos energéticos, porém não reguladores. A alternativa B está correta, visto que a muda é um processo de reprodução rápido e eficiente para a agricultura. A alternativa C está incorreta pois as raízes tuberosas não apresentam gemas laterais. A alternativa D está incorreta pois o amido não é degradado em aminoácidos e sim em monossacarídeos. A alternativa E está incorreta pois a seiva elaborada produzida pela fotossíntese nas folhas é enviada para as raízes através dos vasos liberianos e não dos vasos lenhosos. **Alternativa B.**

---

### 6. (Colégio Naval, 2008)

Leia o trecho da música a seguir.

Salve As Folhas

(Gerônimo / Ildásio Tavares)

Sem folha não tem sonho

Sem folha não tem vida

Sem folha não tem nada

O trecho da música retrata a importância das folhas. Assinale a opção que, ressalta essa importância.



- (A) As folhas são os únicos órgãos dos vegetais capazes de realizar o processo fotossintético, em que a energia luminosa é convertida em energia química.
- (B) As folhas são importantes, porque através do processo fotossintético produzem a matéria orgânica que irá circular pela cadeia alimentar do ecossistema.
- (C) As folhas são importantes, porque através da fotossíntese produzem a matéria orgânica, na forma de água e gás oxigênio, que irá circular pela cadeia alimentar do ecossistema.
- (D) As folhas são responsáveis por retirar da atmosfera o vapor de água, gás carbônico e nitrogênio, que são combinados na fotossíntese para formar a matéria orgânica.
- (E) As folhas são os únicos órgãos dos vegetais capazes de realizar o processo fotossintético, em que a energia luminosa é convertida em energia térmica.

### Comentários

A alternativa A está incorreta pois o caule também pode fazer fotossíntese. A alternativa B está correta, visto que as plantas são seres produtores da matéria orgânica que irá circular pelas cadeias alimentares. A alternativa C está incorreta pois água e gás oxigênio não são compostos orgânicos. A alternativa D está errada pois os vegetais não retiram nitrogênio da atmosfera e nem utilizam o mesmo na fotossíntese. A alternativa E está errada porque o caule também pode fazer fotossíntese e porque nesse processo a energia luminosa é convertida em energia química. **Alternativa B.**

---

### 7. (Colégio Naval, 2007)

Leia o texto abaixo.

Famílias importantes

São muitas as angiospermas importantes para os interesses humanos. Mas talvez nenhuma atinja as proporções das gramíneas e das leguminosas.

A família das gramíneas pertence às monocotiledôneas e incluem plantas, como o trigo, o arroz, o milho, a cana-de-açúcar e o bambu.

As leguminosas são pertencentes ao grupo das dicotiledôneas e compreendem as seguintes plantas de interesse econômico: o feijão, a soja, o amendoim e a ervilha.

(Adaptado de Barros & Paulino, 2004 - Ciências: os seres vivos. Editora Ática.)

Com base no texto acima, é correto afirmar que

- (A) o órgão utilizado da cana-de-açúcar e do bambu pelo homem é o caule, classificado como tronco.
- (B) o órgão utilizado do feijão, do amendoim e da ervilha é a semente, que é oriunda da fecundação do óvulo.
- (C) todas as espécies citadas compartilham a presença de semente, pois é uma característica exclusiva das angiospermas.



(D) os dois grupos de angiospermas são diferenciados principalmente quanto à estrutura dos caules e frutos.

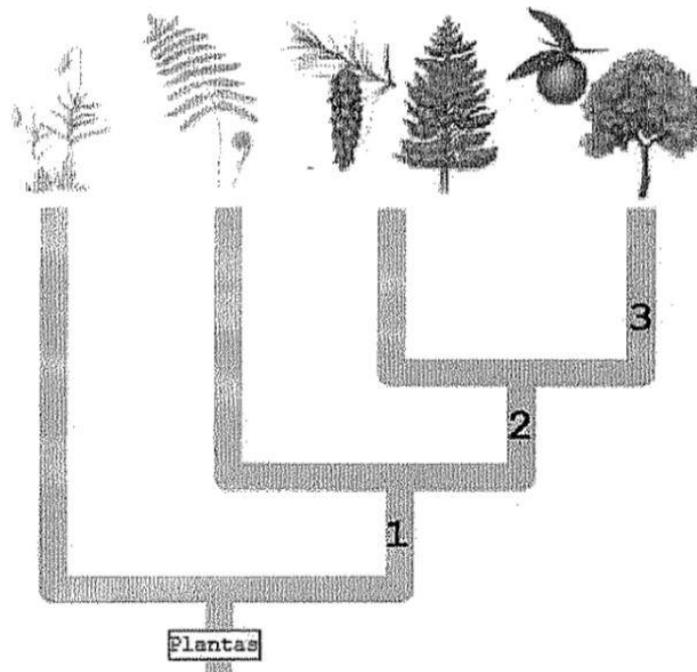
(E) o milho é classificado como um pseudo-fruto, pois não é originado do desenvolvimento do ovário da flor.

### Comentários

A letra A está errada pois os caules da cana-de-açúcar e do bambu são classificados como colmos. A letra B está correta pois feijão, amendoim e ervilha são sementes das leguminosas, oriundas da fecundação do óvulo. A letra C está errada pois as sementes não são exclusivas das angiospermas, aparecendo também nas gimnospermas. A letra D está errada pois a principal diferença dos 2 grupos reside nos seus frutos, sendo o das leguminosas chamado de vagem ou legume. A letra E está errada pois o milho é um fruto verdadeiro. **Alternativa B.**

### 8. (Colégio Naval, 2006)

Observa a figura abaixo.



Levando em consideração que, no diagrama acima, estão representados os principais grupos vegetais, é correto afirmar que:

(A) os grupos vegetais não compartilham um ancestral comum.

(B) o número 1 representa o grupo das plantas com sementes.

(C) o número 2 representa o grupo das plantas avasculares.

(D) o número 3 representa o grupo das plantas com flores contendo ovário.

(E) o número 1 representa o grupo de plantas independentes da água para a reprodução.

### Comentários



A letra A está errada pois todos os vegetais partilham um ancestral comum que, no diagrama, estaria posicionado onde está a palavra “Plantas”. A letra B está errada pois o número 1 não representa o grupo das plantas com sementes, visto que as pteridófitas não possuem essa estrutura e estão incluídas no 1 do diagrama. O número 1 representa as plantas vasculares. A letra C está errada pois o número 2 representa as plantas com sementes e porque não são avasculares. A letra D está certa pois apenas as angiospermas possuem ovário, representadas pelo número 3. A letra E está errada pois as pteridófitas não são independentes da água para reprodução. **Alternativa D.**

---

### 9. (Colégio Naval, 2006)

Um cientista, para testar a veracidade de uma teoria evolutiva, cortou a cauda de camundongos durante numerosas gerações, comprovando que os descendentes sempre nasciam com cauda. Ele realizou a amputação ao longo de cem gerações, e os camundongos continuavam nascendo com cauda, sem qualquer diminuição do comprimento ou na espessura dela. Assinale a opção que apresenta a teoria evolutiva testada pelo cientista.

- (A) A seleção natural proposta por Darwin.
- (B) A lei do uso e desuso proposta para explicar a origem das espécies. (C) A transmissão dos caracteres adquiridos.
- (D) A geração espontânea.
- (E) O fixismo.

### Comentários

Caso o cientista constatasse que os descendentes de camundongos que tiveram a cauda cortada nasceram com a cauda menor, ele teria indícios verdadeiros sobre a transmissão dos caracteres adquiridos. No entanto, isso não ocorreu, refutando essa teoria. **Alternativa C.**

---

### 10. (Colégio Naval, 2005)

Assinale a opção que apresenta exemplos de órgãos vegetais homólogos à macaxeira.

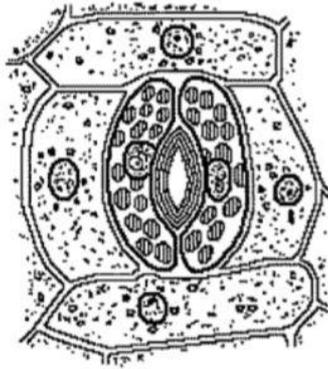
- (A) Batata-doce, nabo, rabanete e cenoura.
- (B) Cenoura, cebola, abóbora e rabanete.
- (C) Batata-inglesa, nabo, rabanete e gengibre.
- (D) Cebola, gengibre, beterraba e rabanete.
- (E) Abóbora, cebola, batata-inglesa e gengibre.

### Comentários

A macaxeira ou mandioca é uma raiz. Assim, a única alternativa que reúne 4 exemplos de raízes é a letra A. **Alternativa A.**

---

### 11. (Colégio Naval, 2004)



O esquema acima é de uma estrutura encontrada nos vegetais, cuja função é promover trocas gasosas. Para observá-la deve-se investigar

- (A) a epiderme inferior e superior do caule.
- (B) a epiderme inferior das folhas.
- (C) a epiderme superior do caule.
- (D) o parênquima lacunoso das folhas.
- (E) o parênquima paliçádico das folhas.

#### Comentários

A estrutura representada é um cloroplasto. Cloroplastos são encontrados na epiderme inferior da folha, a fim de ficarem protegidos em relação à perda de água. **Alternativa B.**

---

### 12. (Estratégia Militares, 2020)

Um cientista realizou um trabalho de campo em uma área florestal e coletou quatro espécimes vegetais. As características de cada um estão descritas abaixo.

- I – Vegetal de folhas largas, com frutos perfumados de coloração avermelhada.
- II – Vegetal de pequeno porte, sem vasos condutores de seiva.
- III – Vegetal de tronco largo, com sementes desprotegidas, sem flor ou fruto.
- IV – Vegetal de pequeno porte, com vasos condutores de seiva e numerosos soros na face inferior das folhas.

Marque a alternativa que relaciona corretamente as descrições aos grupos de vegetais atuais.

- a) I – angiosperma; II – briófitas; III – gimnosperma; IV – pteridófitas.
- b) I – gimnosperma; II – briófitas; III – angiosperma; IV – pteridófitas.
- c) I – angiosperma; II – pteridófitas; III – gimnosperma; IV – briófitas.
- d) I – pteridófitas; II – briófitas; III – gimnosperma; IV – angiosperma.
- e) I – pteridófitas; II – gimnosperma; III – briófitas; IV – angiosperma.

## Comentários

O espécime I é uma angiosperma, visto que é o único grupo que apresenta frutos. O espécime II é uma briófito, por ser uma planta avascular, ou seja, sem vasos condutores de seiva. O espécime III é uma gimnosperma, por apresentar sementes nuas sem flor nem fruto. O espécime IV é uma pteridófito, por ser uma planta vascular com soros contendo esporângios na parte inferior de suas folhas. I – angiosperma; II – briófito; III – gimnosperma; IV – pteridófito. **Letra A.**

---

### 13. (Estratégia Militares, 2020)

A araucária é a árvore símbolo da cidade de Campos de Jordão e sua origem remonta a mais de 200 milhões de anos. Infelizmente, sobrou pouco de sua área de distribuição original, devido à grande exploração de sua madeira.

Sobre a araucária são feitas as seguintes afirmativas:

- I. Seus frutos são nutritivos e muito utilizados na gastronomia local.
- II. É uma planta vascular, ou seja, que apresenta vasos condutores de seiva.
- III. Sua semente é formada dentro de estruturas chamadas estróbilos.
- IV. A ausência de flores indica uma polinização realizada pelo vento.

Estão corretas apenas:

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

## Comentários

A primeira afirmativa está errada pois a araucária é uma gimnosperma e, por isso, não possui frutos. A segunda afirmativa está certa pois gimnospermas são plantas vasculares. A terceira afirmativa está certa pois o estróbilo é a estrutura reprodutiva das angiospermas, onde a semente se desenvolve. A quarta afirmativa está correta pois como não há flores, não há atração para animais polinizadores. Estão corretas II, III e IV. **Letra A.**

---

### 14. (Estratégia Militares, 2020)

Sobre os vegetais, julgue as afirmativas abaixo e marque a alternativa correta.

- I. Batatas são caules ricos em amido.



II. A maçã é o fruto da macieira.

III. Raízes escoras são características de plantas de manguezais.

IV. Flores hermafroditas são aquelas que apresentam tanto o gineceu quanto o androceu.

Estão corretas apenas

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

### Comentários

A primeira afirmativa está certa pois a batata é um tubérculo (tipo de caule subterrâneo) com grande reserva de amido. A segunda afirmativa está errada pois a maçã é um pseudofruto e não um fruto. A terceira afirmativa está certa pois raízes escoras dão sustentação às plantas no solo lodoso de manguezais. A quarta afirmativa está certa pois as flores hermafroditas possuem estruturas reprodutivas de ambos os sexos. **Letra A.**

## Lista de Questões

### 1. (Colégio Naval – 2019)

Leia o texto abaixo.

“Musgo renasce 1.500 anos depois de ficar congelado na Antártica. Pesquisa descreveu pela 1ª vez espécie que sobreviveu por longo tempo.

Um musgo na Antártica renasceu após passar mais de 1.500 anos sob uma camada de gelo, um recorde que marca o maior ciclo vital de qualquer planta conhecida, revelou um estudo feito por cientistas britânicos e divulgado esta semana nos Estados Unidos.

Os cientistas capturaram amostras das profundezas de um banco de musgos congelados e os colocaram em uma incubadora, a temperaturas e níveis de luz que estimulariam seu crescimento em condições normais. Depois de algumas semanas, o musgo começou a crescer.”

Disponível em: <<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/noticias/noticia18.php>>

Sobre os musgos é correto afirmar que:

- (A) pertencem ao grupo das pteridófitas, são plantas de grande porte e sua reprodução sexuada não depende de água para levar o gameta masculino ao encontro do gameta feminino.
- (B) pertencem ao grupo das pteridófitas, são plantas de pequeno porte e sua reprodução sexuada depende de água para levar o gameta feminino ao encontro do gameta masculino.
- (C) pertencem ao grupo das gimnospermas, são plantas de grande porte e sua reprodução sexuada não depende de água para levar o gameta masculino ao encontro do gameta feminino.



(D) pertencem ao grupo das briófitas, são plantas de pequeno porte e sua reprodução sexuada depende de água para levar o gameta masculino ao encontro do gameta feminino.

(E) pertencem ao grupo das briófitas, são plantas de grande porte e sua reprodução sexuada não depende de água para levar o gameta feminino ao encontro do gameta masculino.

## 2. (Colégio Naval – 2018)

Sobre o processo de fotossíntese e respiração das plantas, é correto afirmar que:

(A) durante a fotossíntese a planta utiliza a energia luminosa para gerar energia a ser utilizada na fabricação do seu próprio alimento.

(B) a respiração e a fotossíntese ocorrem somente durante o dia.

(C) ao final do processo de fotossíntese, a glicose é convertida em ácido láctico por meio da fermentação.

(D) a mitocôndria é a organela responsável pela conversão da energia luminosa em energia química.

(E) a respiração está ligada à captação de gás carbônico pelas folhas.

## 3. (Colégio Naval, 2015)

Observe as definições dos grupos vegetais I, II e III.

I - São vegetais simples que não possuem verdadeiras folhas, caules e raízes e nem possuem tecidos especializados no transporte de água e outras substâncias no interior da planta. Entretanto, apresentam rizoides que, além de absorver água, fixam esses organismos ao substrato em ambientes úmidos terrestres.

II - São vegetais que dependem da água para a reprodução e não apresentam sementes. Entretanto, apresentam caules, raízes e folhas verdadeiras e, também, apresentam tecidos especializados na condução de materiais no interior de seu corpo.

III - São vegetais que não dependem da água para a reprodução. Geralmente os grãos de pólen são levados pelo vento até os elementos reprodutores femininos. Apresentam sementes, mas não apresentam frutos.

Assinale a opção que apresenta os nomes dos grupos de vegetais I, II e III, nessa ordem.

(A) Algas, Briófitas e Angiospermas,

(B) Briófitas, Pteridófitas e Gimnospermas.

(C) Algas, Pteridófitas e Angiospermas.

(D) Briófitas, Gimnospermas e Angiospermas.

(E) Pteridófitas, Angiospermas e Gimnospermas.

## 4. (Colégio Naval – 2014)



Observe a figura e o texto abaixo.



Pteridófitas, plantas vascularizadas com esporos. Fonte: <http://www.reocities.com/arturcarbonifero.html>

Há aproximadamente 400 milhões de anos, surgiram as primeiras pteridófitas. Florestas se desenvolveram formadas, basicamente, de pteridófitas com vários metros de altura. Milhões de anos depois, alterações climáticas sepultaram essas selvas. Com esse fato, as pteridófitas contribuíram para os atuais depósitos de carvão. Atualmente, a importância das pteridófitas para o homem restringe-se ao seu valor ornamental. Samambaias e avenças embelezam as casas e os jardins.

Adaptado de: Barros, C. & Paulino, W. Ciências. Os seres vivos. Editora Ática S. A. 2011.

Assinale a opção que apresenta as informações corretas sobre as pteridófitas,

- (A) Assim como as primeiras pteridófitas, a maioria das atuais só apresenta reprodução sexuada. Formam-se esporos na superfície inferior da folha, que liberam os gametas.
- (B) Divergindo das primeiras pteridófitas, a maioria das pteridófitas atuais possui folhas modificadas que produzem sementes. Elas não dependem da água para a fecundação, pois ocorre o desenvolvimento do tubo polínico.
- (C) Assim como as primeiras pteridófitas, as pteridófitas atuais apresentam um sistema de vasos condutores que favorece a adaptação ao ambiente terrestre, pois facilita o transporte de água pelo corpo do vegetal.
- (D) Diferindo da maioria das pteridófitas atuais, as pteridófitas ancestrais apresentavam vasos condutores de nutrientes, o que favoreceu o porte elevado dessas plantas no passado.
- (E) Divergindo das primeiras pteridófitas, a maioria das pteridófitas atuais apresenta caulóide e, assim, os nutrientes são transportados célula a célula. Esse tipo de transporte é lento e limita o tamanho das plantas atuais.

## 5. (Colégio Naval, 2009)

Leia o trecho abaixo.

O que os selvagens comem como pão e como plantam e preparam as raízes de mandioca

[...] enterram as mudas das plantas de raízes, que usam com pão, entre as cepas das árvores. Essa planta chama-se mandioca. É um arbusto que cresce até uma braça de altura e cria três raízes. Quando querem preparar as raízes, arrancam o arbusto, retiram as raízes e os galhos e enterram novamente pedaços do tronco. Estes, então, geram raízes e crescem em seis meses, o necessário para que se possa consumi-los.

Fonte: Staden, H. Duas viagens ao Brasil: primeiros registros sobre o Brasil. Porto Alegre: L& PM, 2009.

Assinale a opção correta.

- (A) A mandioca é classificada como alimento energético e regulador, cuja função é fornecer energia e regular as atividades vitais, porque é fonte de carboidrato do grupo dos aminoácidos.
- (B) O modo de reprodução descrito é por muda, ou seja, um processo assexuado que, por gerar indivíduos iguais, é muito utilizado na agricultura.
- (C) A raiz da mandioca é do tipo tuberosa, caracterizada pelo armazenamento de compostos nutritivos, por isso atua como órgão de reserva, e pela presença de gemas laterais.
- (D) A digestão do pão de mandioca é iniciada na boca, através da atuação da enzima amilase salivar que degrada o amido em aminoácidos.
- (E) O crescimento das raízes se deve ao processo de fotossíntese realizada nas folhas, e o açúcar produzido é enviado para as raízes através dos vasos lenhosos.

## 6. (Colégio Naval, 2008)

Leia o trecho da música a seguir.

Salve As Folhas

(Gerônimo / Ildásio Tavares)

Sem folha não tem sonho

Sem folha não tem vida

Sem folha não tem nada

O trecho da música retrata a importância das folhas. Assinale a opção que, ressalta essa importância.

- (A) As folhas são os únicos órgãos dos vegetais capazes de realizar o processo fotossintético, em que a energia luminosa é convertida em energia química.
- (B) As folhas são importantes, porque através do processo fotossintético produzem a matéria orgânica que irá circular pela cadeia alimentar do ecossistema.
- (C) As folhas são importantes, porque através da fotossíntese produzem a matéria orgânica, na forma de água e gás oxigênio, que irá circular pela cadeia alimentar do ecossistema.



(D) As folhas são responsáveis por retirar da atmosfera o vapor de água, gás carbônico e nitrogênio, que são combinados na fotossíntese para formar a matéria orgânica.

(E) As folhas são os únicos órgãos dos vegetais capazes de realizar o processo fotossintético, em que a energia luminosa é convertida em energia térmica.

## 7. (Colégio Naval, 2007)

Leia o texto abaixo.

Famílias importantes

São muitas as angiospermas importantes para os interesses humanos. Mas talvez nenhuma atinja as proporções das gramíneas e das leguminosas.

A família das gramíneas pertence às monocotiledôneas e incluem plantas, como o trigo, o arroz, o milho, a cana-de-açúcar e o bambu.

As leguminosas são pertencentes ao grupo das dicotiledôneas e compreendem as seguintes plantas de interesse econômico: o feijão, a soja, o amendoim e a ervilha.

(Adaptado de Barros & Paulino, 2004 - Ciências: os seres vivos. Editora Ática.)

Com base no texto acima, é correto afirmar que

(A) o órgão utilizado da cana-de-açúcar e do bambu pelo homem é o caule, classificado como tronco.

(B) o órgão utilizado do feijão, do amendoim e da ervilha é a semente, que é oriunda da fecundação do óvulo.

(C) todas as espécies citadas compartilham a presença de semente, pois é uma característica exclusiva das angiospermas.

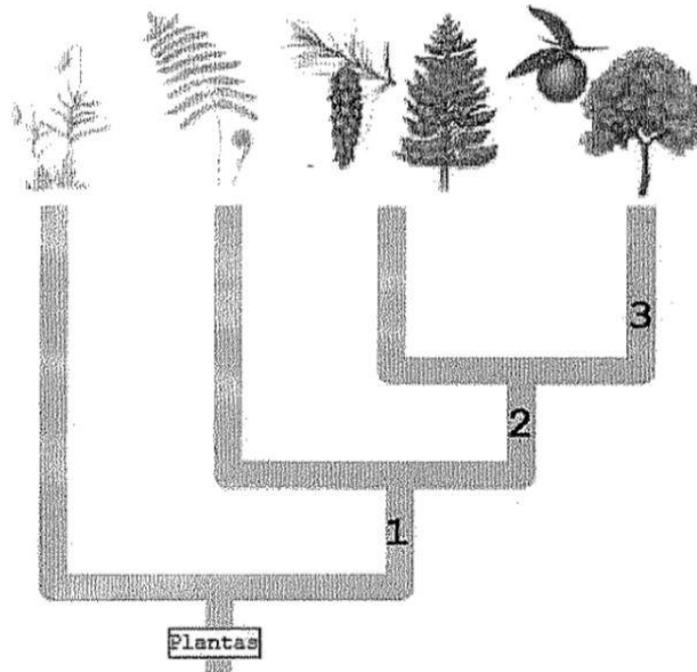
(D) os dois grupos de angiospermas são diferenciados principalmente quanto à estrutura dos caules e frutos.

(E) o milho é classificado como um pseudo-fruto, pois não é originado do desenvolvimento do ovário da flor.

## 8. (Colégio Naval, 2006)

Observa a figura abaixo.





Levando em consideração que, no diagrama acima, estão representados os principais grupos vegetais, é correto afirmar que:

- (A) os grupos vegetais não compartilham um ancestral comum.
- (B) o número 1 representa o grupo das plantas com sementes.
- (C) o número 2 representa o grupo das plantas avasculares.
- (D) o número 3 representa o grupo das plantas com flores contendo ovário.
- (E) o número 1 representa o grupo de plantas independentes da água para a reprodução.

### 9. (Colégio Naval, 2006)

Um cientista, para testar a veracidade de uma teoria evolutiva, cortou a cauda de camundongos durante numerosas gerações, comprovando que os descendentes sempre nasciam com cauda. Ele realizou a amputação ao longo de cem gerações, e os camundongos continuavam nascendo com cauda, sem qualquer diminuição do comprimento ou na espessura dela. Assinale a opção que apresenta a teoria evolutiva testada pelo cientista.

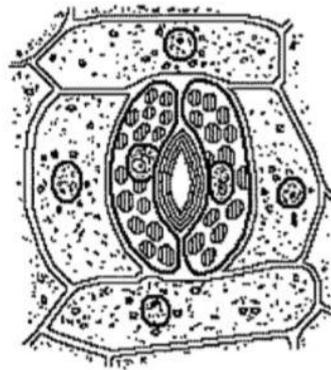
- (A) A seleção natural proposta por Darwin.
- (B) A lei do uso e desuso proposta para explicar a origem das espécies. (C) A transmissão dos caracteres adquiridos.
- (D) A geração espontânea.
- (E) O fixismo.

### 10. (Colégio Naval, 2005)

Assinale a opção que apresenta exemplos de órgãos vegetais homólogos à macaxeira.

- (A) Batata-doce, nabo, rabanete e cenoura.
- (B) Cenoura, cebola, abóbora e rabanete.
- (C) Batata-inglesa, nabo, rabanete e gengibre.
- (D) Cebola, gengibre, beterraba e rabanete.
- (E) Abóbora, cebola, batata-inglesa e gengibre.

**11. (Colégio Naval, 2004)**



O esquema acima é de uma estrutura encontrada nos vegetais, cuja função é promover trocas gasosas. Para observá-la deve-se investigar

- (A) a epiderme inferior e superior do caule.
- (B) a epiderme inferior das folhas.
- (C) a epiderme superior do caule.
- (D) o parênquima lacunoso das folhas.
- (E) o parênquima paliçádico das folhas.

**12. (Estratégia Militares, 2020)**

Um cientista realizou um trabalho de campo em uma área florestal e coletou quatro espécimes vegetais. As características de cada um estão descritas abaixo.

I – Vegetal de folhas largas, com frutos perfumados de coloração avermelhada.

II – Vegetal de pequeno porte, sem vasos condutores de seiva.

III – Vegetal de tronco largo, com sementes desprotegidas, sem flor ou fruto.

IV – Vegetal de pequeno porte, com vasos condutores de seiva e numerosos soros na face inferior das folhas.

Marque a alternativa que relaciona corretamente as descrições aos grupos de vegetais atuais.

- a) I – angiosperma; II – briófitas; III – gimnosperma; IV – pteridófitas.
- b) I – gimnosperma; II – briófitas; III – angiosperma; IV – pteridófitas.

- c) I – angiosperma; II – pteridófita; III – gimnosperma; IV – briófita.
- d) I – pteridófita; II – briófita; III – gimnosperma; IV – angiosperma.
- e) I – pteridófita; II – gimnosperma; III – briófita; IV – angiosperma.

### 13. (Estratégia Militares, 2020)

A araucária é a árvore símbolo da cidade de Campos de Jordão e sua origem remonta a mais de 200 milhões de anos. Infelizmente, sobrou pouco de sua área de distribuição original, devido à grande exploração de sua madeira.

Sobre a araucária são feitas as seguintes afirmativas:

- I. Seus frutos são nutritivos e muito utilizados na gastronomia local.
- II. É uma planta vascular, ou seja, que apresenta vasos condutores de seiva.
- III. Sua semente é formada dentro de estruturas chamadas estróbilos.
- IV. A ausência de flores indica uma polinização realizada pelo vento.

Estão corretas apenas:

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

### 14. (Estratégia Militares, 2020)

Sobre os vegetais, julgue as afirmativas abaixo e marque a alternativa correta.

- I. Batatas são caules ricos em amido.
- II. A maçã é o fruto da macieira.
- III. Raízes escoras são características de plantas de manguezais.
- IV. Flores hermafroditas são aquelas que apresentam tanto o gineceu quanto o androceu.

Estão corretas apenas

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



## Gabarito

1. D
2. A
3. B
4. C
5. B
6. B
7. B
8. D
9. C
10. A
11. B
12. A
13. A
14. A

