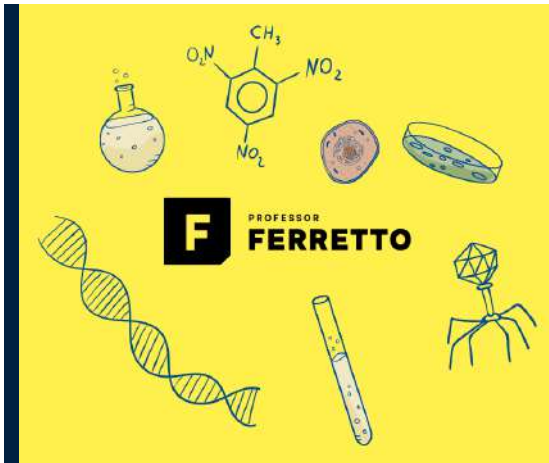


# Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM



## ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Morfogênese e diferenciação celular](#)
- [Germinação](#)
- [Condições para germinação](#)
- [Efeito da luz sobre a germinação](#)
- [Sementes quiescentes e sementes dormentes](#)

## DESENVOLVIMENTO E GERMINAÇÃO

O conjunto de processos e eventos que levam um organismo multicelular a atingir o tamanho e a forma típicos da espécie constitui o **desenvolvimento**. Na maioria das plantas vasculares, que são **cormófitas**, o desenvolvimento origina um organismo constituído por três partes básicas: **raiz, folhas e caule**. A raiz geralmente cresce sob o solo e suas principais funções são a fixação da planta e a absorção de água e sais minerais. As folhas são órgãos especializados em fotossíntese, processo pelo qual as plantas produzem substâncias orgânicas que lhes servem de alimento. O caule sustenta as folhas, conduzindo até elas a água e os sais absorvidos pelas raízes, e levando para outros órgãos as substâncias orgânicas produzidas nas folhas. O caule da maioria das plantas eleva as folhas, propiciando maior exposição à luz, especialmente nos locais onde a vegetação é mais densa.

## MORFOGÊNESE E DIFERENCIAÇÃO CELULAR

A organização básica do corpo de uma planta é estabelecida durante a formação da semente. Imediatamente após a fecundação, o zigoto passa a se dividir por mitoses sucessivas e cresce, alimentando-se das reservas nutritivas acumuladas nos tecidos do óvulo, agora semente. Nessa fase, as células embrionárias têm forma poliédrica, parede celular fina e flexível (parede celular primária), citoplasma denso com pequenos vacúolos e núcleo volumoso. Células com essas características são chamadas de **células meristemáticas** (do grego *merizein*, divisão) devido a sua grande capacidade de se dividir por mitose e originar novas células. As células meristemáticas nessa fase constituem o meristema primordial, tecido indiferenciado que compõe a estrutura do embrião. Meristemas como esse permanecerão por toda a vida da planta em algumas regiões da planta promovendo crescimento por divisão celular.

As primeiras divisões celulares do desenvolvimento embrionário formam um bastão de células. Na extremidade voltada para a micrópila do óvulo, as células dividem-se transversalmente, originando um cordão celular, o **suspensor**, que tem uma grande célula

na base. Na extremidade oposta, forma-se um bloco celular a partir do qual se formará a planta. Nesse bloco diferenciam-se os cotilédones e os meristemas apicais, assim chamados porque ficarão localizados nas extremidades da raiz e do caule, promovendo o crescimento desses órgãos. Em muitas espécies, a principal função do suspensor parece ser a de empurrar o embrião para o interior dos tecidos nutritivos que preenchem o gametófito feminino.

A contínua produção de novas células pelos meristemas apicais faz com que o embrião se alongue. Com isso, as células mais velhas se afastam progressivamente das extremidades do caule e da raiz em formação. À medida que se distanciam das extremidades do embrião, as células vão se especializando para a realização de funções definidas, processo conhecido como diferenciação celular. Os primeiros tecidos a se diferenciarem são os meristemas, isto é, tecidos dotados de células com grande capacidade de multiplicação. São eles a protoderme, que dá origem aos revestimentos da planta, o **meristema fundamental**, que dão origem aos tecidos de preenchimento e nutrição, e o **procâmbio**, que dá origem aos tecidos vasculares.

À medida que o desenvolvimento progride e a diferenciação dos tecidos primários prossegue, ocorre a **morfogênese**, processo em que se define a forma da planta, com o desenvolvimento dos primórdios de suas partes principais: raiz, caule e folhas. A morfogênese ocorre logo após a germinação da semente.

## GERMINAÇÃO

Após a diferenciação dos três primeiros meristemas (**protoderme, meristema fundamental e procâmbio**), o ritmo de desenvolvimento do embrião diminui sensivelmente no interior da semente. Esta se encontra dentro do fruto em formação e ainda está ligada ao organismo materno, crescendo graças ao acúmulo de reservas nutritivas nos **cotilédones ou no endosperma**. Os dois **cotilédones** de muitas eudicotiledôneas armazenam praticamente todo o alimento que nutrirá o embrião durante a germinação da semente (elas possuem então sementes chamadas de “**sem albume**”, uma vez que este está acumulado nos cotilédones). Cotilédones de outras dicotiledôneas e das monocotiledôneas contêm relativamente poucas reservas nutritivas; sua função primordial é transferir substâncias nutritivas do endosperma, onde estão armazenadas, para as células embrionárias (elas possuem então sementes “**com albume**”, nas quais o cotilédone

ou cotilédones são pouco desenvolvidos).

Após atingir o tamanho definitivo, as sementes amadurecem dentro dos frutos, os quais contribuem para a dispersão das sementes pelo ambiente. No devido tempo, e ao encontrar condições adequadas, a semente germina. **Germinação** é a retomada do crescimento e da diferenciação do embrião, e depende de uma série de fatores, principalmente de **água, gás oxigênio e temperatura adequada**.

A semente madura tem, em seu interior, um embrião envolto por substâncias nutritivas, acumuladas no endosperma, nos cotilédones ou em ambos. Em uma das extremidades do embrião situa-se a **radícula**, como é denominado o primórdio de raiz; nela localiza-se o meristema apical da raiz. Na extremidade oposta está o **caulículo**, como é denominado o primórdio de caule, em cuja extremidade localiza-se o meristema apical do caule, e, pouco abaixo, insere-se o **cotilédone** ou **cotilédones**.

A região inferior do embrião, localizada entre a radícula e o ponto de implantação do cotilédone (ou cotilédones), é denominada **hipocótilo**. A região superior, entre os cotilédones e o meristema apical do caule, recebe a denominação de **epicótilo**. Toda a porção acima do ponto de implantação do cotilédone (ou cotilédones), constituída pelo epicótilo, pelo meristema apical do caule e, algumas vezes, por primórdios de folhas, é denominada **plúmula**. Nas gramíneas, a plúmula fica envolta por uma lâmina foliar protetora, o **coleótilo**.

Um dos eventos iniciais da germinação é a absorção de água pela semente, fenômeno denominado **embebição**. A água é necessária para que as células retomem suas atividades metabólicas e possam mobilizar as reservas nutritivas estocadas no cotilédone e no endosperma. Em sementes que acumulam óleos como reserva, organelas conhecidas como **glioxissomas** convertem os lipídios em carboidratos para que sejam usados como fonte de energia.

Com a embebição, a casca da semente rompe-se e permite a entrada de gás oxigênio, necessário à respiração das células embrionárias. Até a casca romper-se, as células obtêm energia principalmente da fermentação de moléculas orgânicas das reservas nutritivas.

A primeira estrutura a emergir da semente após o rompimento da casca é a radícula, que se diferencia em raiz primária. Esta cresce para dentro do solo, ancora a planta e inicia a absorção de água e sais. Nas plantas eudicotiledôneas, a raiz primária se desenvolve e origina ramificações laterais, as raízes laterais ou secundárias, constituindo um sistema radicular ramificado que caracteriza a raiz pivotante ou axial. Na maioria das monocoti-

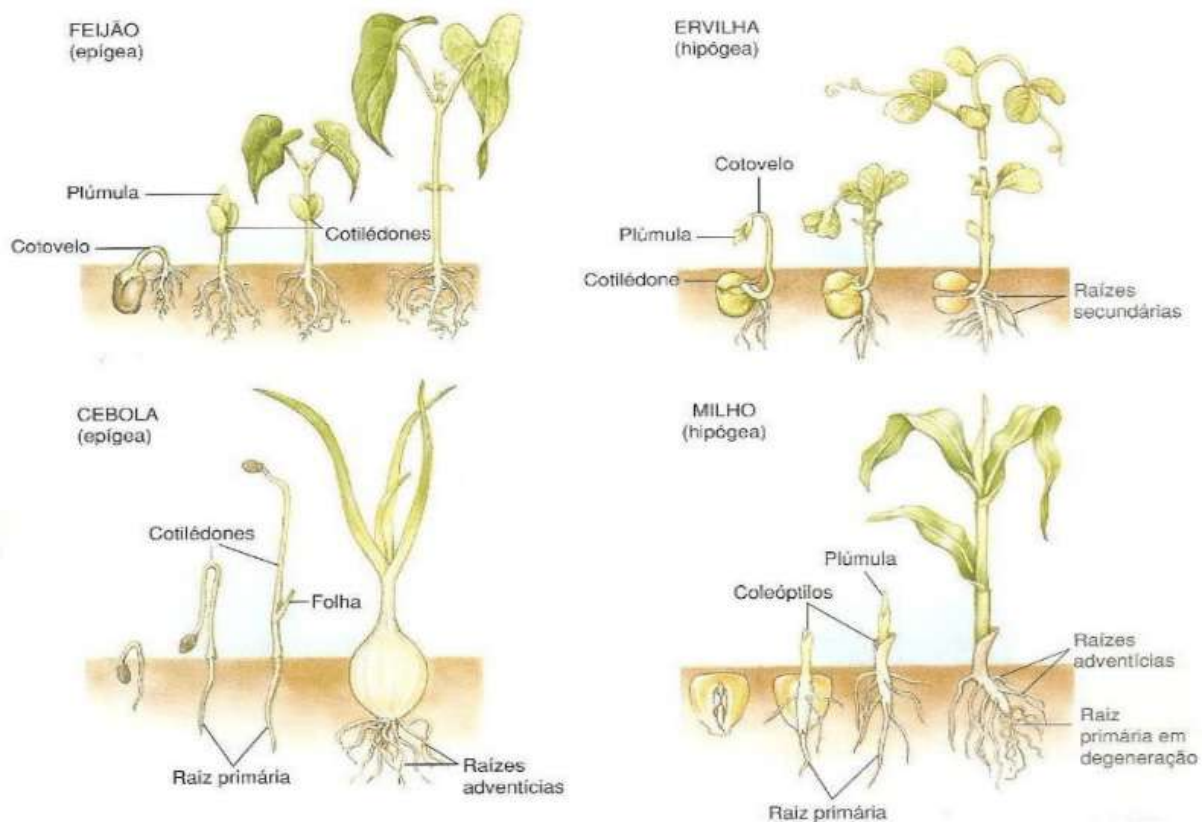
ledôneas, a raiz primária degenera e é substituída por raízes adventícias, que se desenvolvem a partir do caule, nos pontos de inserção das primeiras folhas, o que dá origem a uma raiz fasciculada.

### Germinação epígea e hipógea

A maneira como o caule emerge da semente varia entre as espécies. No feijão, por exemplo, o hipocótilo se alonga e se curva, emergindo do solo como um cotovelo, denominado gancho de germinação. O crescimento do hipocótilo puxa os cotilédones para fora do solo e leva ao desdobraimento do gancho. Os cotilédones separam-se, expondo a plúmula. Quando está dentro do solo, a plúmula fica protegida entre os dois cotilédones, o que evita que o meristema apical sofra eventuais lesões pelo atrito com a terra. Esse tipo de germinação, em que os cotilédones são trazidos para fora do solo, é denominada germinação **epígea** (do grego *epi*, acima, e *geo*, terra). A germinação em que os cotilédones continuam sob o solo é chamada de **hipógea** (do grego *hypo*, abaixo).

A formação do gancho de germinação é uma proteção para a plúmula, pois é ele que abre caminho entre as partículas do solo até atingir a superfície. Em certas plantas, como na ervilha (uma eudicotiledônea), o gancho de germinação é formado pelo crescimento do epicótilo, de modo que os cotilédones permanecem dentro do solo (germinação hipógea). Em outras plantas, como na cebola (uma monocotiledônea), o gancho se origina pelo crescimento do cotilédone, abaixo do qual se formam mais tarde as primeiras folhas. Nesse caso, o cotilédone é trazido para fora do solo (germinação epígea).

Monocotiledôneas gramíneas como milho, arroz, aveia e trigo não formam gancho de germinação. Nessas plantas, a plúmula é protegida pelo **coleóptilo**, uma folha especial que permanece fechada até o caule emergir do solo e só então se abre para expor a plúmula. O coleóptilo protege o tecido meristemático contra possíveis lesões pelo atrito com as partículas do solo. As sementes de gramíneas permanecem abaixo do solo, ou seja, têm germinação hipógea. De modo geral, a maioria das eudicotiledôneas apresenta germinação epígea, mas há exceções, como a ervilha. Assim como a maioria das monocotiledôneas apresenta germinação hipógea, havendo também exceções, como a cebola.



## CONDIÇÕES PARA GERMINAÇÃO

Para que a semente germine é necessário que sejam satisfeitas várias condições internas e externas.

### Condições internas ou intrínsecas

Condições internas são aquelas que dependem da própria semente. São condições intrínsecas que devem ser satisfeitas para que a semente possa germinar: **maturidade, vitalidade e boa constituição.**

- **Maturidade ou aquisição do poder germinativo da semente:** Corresponde ao completo desenvolvimento da semente e de seu embrião. Esta maturidade da semente nem sempre corresponde à maturidade do fruto.

- **Vitalidade:** Corresponde ao fato de que o embrião esteja vivo, o que é obviamente essencial à germinação.

- **Boa constituição ou integridade:** Corresponde à presença de todos os elementos da semente bem constituídos. Caso algum componente esteja ausente ou danificado, pode ocorrer um desenvolvimento incompleto da semente, que fica atrofiada e não adquire seu poder germinativo. Somente uma semente íntegra em sua constituição consegue germinar.

### Condições externas ou extrínsecas

Condições externas são as que se referem ao meio em que se desenvolverá a semente. Depois de satisfeitas as condições internas, as sementes só germinam se lhes forem satisfatórias as condições mesológicas (isto é, do meio), no que se refere à **temperatura, água, ar (oxigênio) e luz.**

- **Água:** A germinação da semente começa com a **embebição** da água que penetra por toda a superfície da mesma, por difusão, assegurando as primeiras transformações vegetais. A água rompe a casca da semente possibilitando a entrada de oxigênio para ativar o metabolismo que leva à quebra das substâncias de reserva da semente, ativando o processo de germinação. Das condições externas é a mais importante e indispensável, pois, mesmo que sejam satisfeitas todas as outras, as sementes não podem germinar sem o devido umedecimento do solo. A água permite a dissolução das substâncias nutritivas que vão alimentar o embrião. Além disso, as células vivas só entram em atividade e elaboram as enzimas para a digestão das matérias nutritivas, depois que possuem uma tensão normal em água, a qual na maturidade havia desaparecido por forte desidratação.

- **Temperatura:** Cada espécie vegetal possui seu ponto ótimo, isto é, uma temperatura intermediária entre a máxima e a mínima acima ou abaixo da qual as sementes não germinam. Essas três temperaturas críticas (máxima, mínima e ótima) variam de acordo com a espécie.

- **Ar:** É uma das condições importante para a germinação da semente, razão pela qual, não se lançam as sementes numa grande profundidade, ainda que sejam satisfeitas as outras condições internas e externas, porque nas camadas profundas do solo, o ar não circula e as sementes sem oxigênio para a respiração não passam do estado latente para a vida ativa. Há também uma pressão parcial do oxigênio do ar que tem influência sobre a germinação é a pressão ótima, intermediária entre a máxima e a mínima, nos limites das quais a germinação se processa muito latente.

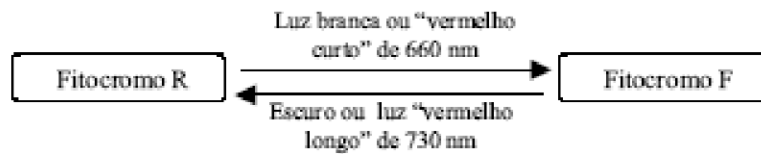
- **Luz:** A luz pode influenciar na germinação de acordo com a característica da semente. O efeito da luz sobre a germinação é conhecido como fotoblastismo.

## EFEITO DA LUZ SOBRE A GERMINAÇÃO

### PIGMENTO FITOCRÔMICO E PERCEPÇÃO DE LUZ NA PLANTA

A substância envolvida na percepção de luz por parte da planta, agindo é denominado **fitocromo**, uma **cromoproteína de cor azul-esverdeada**. O fitocromo possui a parte proteica e uma parte não proteica semelhante ao pigmento ficocianina encontrado em cianobactérias e algas vermelhas. Pesquisas recentes demonstraram que o fitocromo está presente no citoplasma bem como associado à membrana de determinadas organelas, como o **vacúolo**, e à própria **membrana plasmática**. Entretanto não foi localizado nos **cloroplastos**, apesar de alguns autores mencionarem que sim. O fitocromo existe em duas formas **interconversíveis**, uma inativa chamada **fitocromo Fv** ou **Pr** ou **R**, e outra ativa, chamada fitocromo **Fv** e ou **Pfr** ou **F**. O fitocromo R

ou Pr (do inglês red, vermelho, ou Pr (*phytochrome red*) se transforma em fitocromo F ou Pfr (do inglês *far red*, vermelho longo, ou p (*phytochrome far red*) ao absorver luz vermelha de comprimento de onda de 660 nm. O fitocromo F, por sua vez, transforma-se em fitocromo R ao absorver **luz vermelha longa**, no comprimento de onda na faixa dos 730 nm (vermelho de onda mais larga).



A luz solar contém ambos os comprimentos de onda (vermelho e vermelho-longo). Por isso, durante o dia, as plantas apresentam as duas formas de fitocromos (R e F), mas como o comprimento de onda do vermelho curto predomina, há **predominância do fitocromo F**. À noite, o fitocromo F, mais instável, converte-se espontaneamente em fitocromo R. Dependendo da duração do período de escuridão, essa conversão pode ser total, de modo que a planta, ao fim de um **longo período de escuridão**, pode apresentar apenas **fitocromo R**.

O **fitocromo F** é sempre a forma **ativa**, que pode ser no sentido de estimular ou inibir algum fenômeno.

### Luz na germinação: Fotoblastismo

**Fotoblastismo** é o efeito da luz sobre a germinação das sementes.

Dá-se o nome de **sementes fotoblásticas positivas** às sementes que só germinam quando estimuladas pela luz. Essas devem ser plantadas em **solo raso**, para que a luz possa atuar na germinação. Na presença de luz, o **fitocromo F** começa a se acumular e **induz** a germinação nas mesmas. São exemplos de sementes fotoblásticas positivas alface, bétula e estêvia. A dependência da luz para a germinação é uma característica adaptativa de sementes pequenas que não possuem muitas reservas nutritivas precisando germinar próximas ao solo para que logo recebam luz e possam iniciar sua atividade fotossintética.

O papel do fitocromo F na germinação de **sementes fotoblásticas positivas** foi demonstrado experimentalmente em sementes expostas alternadamente a lampejos de luz vermelha (660 nm) e vermelho-longa (730 nm). Independentemente de quantos lampejos forem dados, a planta responde apenas ao último deles. Se o último lampejo, porém, for de luz vermelho-longa, as sementes permanecerão dormentes. A explicação para esses resultados é que os dois tipos de luz têm efeitos antagônicos. Luz vermelho-curta induz a conversão de fitocromo R em fitocromo F, enquanto a luz vermelho-longa induz à conversão de fitocromo F em fitocromo R. Como dito, as sementes só germinam na presença de fitocromo F.

Dá-se o nome de **sementes fotoblásticas negativas** às sementes que têm sua germinação inibida pela luz. Essas devem ser plantadas em **solo profundo**, para que a luz não iniba a germinação. Na presença de luz, o fitocromo F começa a se acumular e **inibe** a germinação nas mesmas; no escuro, o **fitocromo R** gerado não promove esse efeito e a germinação pode ocorrer. Um exemplo de semente fotoblástica negativa é a melancia.

### Estiolamento

Na maioria das espécies, a semente é fotoblástica negativa, germinando mesmo quando é enterrada em solo muito profundo, no escuro. **Estiolamento** é o conjunto de características desenvolvidas por uma planta que se desenvolve no escuro, como no caso de solos muito profundos.

O estiolamento é provocado pela ação do fitocromo R, ou melhor, pela ausência de fitocromo F, o que ocorre no escuro ou quando há iluminação com luz vermelha longa (730 nm). A planta estiolada apresenta **rápido crescimento de caule, folhas pequenas e aclorofiladas (amareladas) e ápice caulinar curvado, caracterizando um gancho apical**. O estiolamento é uma adaptação para dar maiores chances de sobrevivência a sementes que tenham sido enterradas muito profundamente no solo. Lá, quando elas germinam, enfrentarão um período de escuro, pois não encontrarão logo a superfície. Assim, o rápido crescimento no estiolamento permitiria que ela encontrasse rapidamente a superfície, e conseqüentemente luz para um eficiente desenvolvimento. As folhas pequenas reduzem o atrito com o solo. O ápice em gancho protege o meristema apical caulinar durante a saída do solo. A não produção de clorofila se dá para desviar o metabolismo da planta no sentido de economizar energia para que seja usada no crescimento, já que sem luz não há necessidade da clorofila.



## SEMENTES QUIESCENTES E SEMENTES DORMENTES

Dá-se o nome de **quiescência** ao fenômeno pelo qual a semente germina diante de requisitos mínimos de água, temperatura, ar e luz. Para que uma semente germine, ela precisa de condições favoráveis, caso contrário, elas podem permanecer vivas, mas inativas, em nível metabólico extremamente baixo, estado denominado quiescente. **Semente quiescente** é aquela que germina quando tiver à sua disposição requisitos mínimos para o seu desenvolvimento.

Dá-se o nome de **dormência** ao fenômeno pelo qual a semente não germina mesmo diante dos requisitos mínimos de água, temperatura, ar e luz, precisando de condições especiais para ativar a germinação. Em muitos vegetais, mesmo que as condições mínimas preencham os requisitos básicos para a germinação as sementes não germinam, necessitando dessas condições especiais. Neste caso, dizemos que tais sementes se encontram em atividade metabólica muito baixa, em estado de dormência, só podendo retomar seu metabolismo diante dessas referidas condições especiais, que são eventos capazes de quebrar a dormência. **Semente dormente** é aquela que necessita de requisitos normais e específicos para a sua germinação.

Para quebrar a dormência, algumas sementes precisam de um período de exposição ao frio, como ocorre com plantas que vivem em regiões temperadas. Essas sementes permanecem dormentes até passar o inverno germinando apenas quando as condições do meio se tornam mais favoráveis ao crescimento da planta.

### Tome nota: