



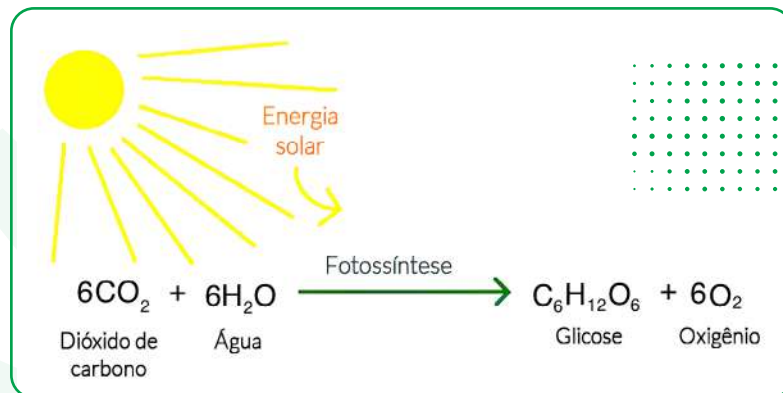
BIOLOGIA

com **Arthur Jones**

Fotossíntese

FOTOSSÍNTESE

O Sol é a fonte de toda energia da biosfera. A fotossíntese é o processo pelo qual a energia luminosa é captada e convertida em energia química. A fotossíntese pode ser realizada tanto por organismos procariontes, como por eucariontes. Mais da metade de toda a fotossíntese da biosfera ocorre nos seres unicelulares, particularmente nas algas, que formam o fitoplâncton. Todos os seres fotossintetizantes, exceto algumas bactérias, utilizam a água como fonte de hidrogênio para produção de glicose. A equação geral para o processo é:



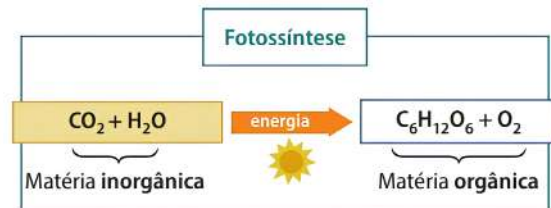
Fonte: Khanacademy.com



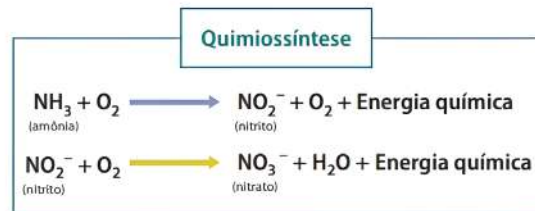
Se liga

mamífero

Existem dois mecanismos fundamentais pelos quais a energia é transferida para a matéria inorgânica, permitindo a sua conversão em matéria orgânica. O primeiro e mais proeminente é a fotossíntese, que aproveita a energia luminosa do sol. O segundo é a quimiossíntese, que utiliza a energia liberada na oxidação de compostos inorgânicos. Toda matéria orgânica que serve de fonte de nutrientes para os seres vivos é produzida por meio desses dois processos, sendo a fotossíntese predominante. Assim, a energia armazenada nas ligações químicas dos nutrientes é, de forma indireta, proveniente da energia solar. A fotossíntese é o processo biológico (autotrófico) pelo qual os vegetais e procariontes clorofilados podem produzir a partir do CO_2 e da H_2O , Glicose e oxigênio



► Esquema de fotossíntese



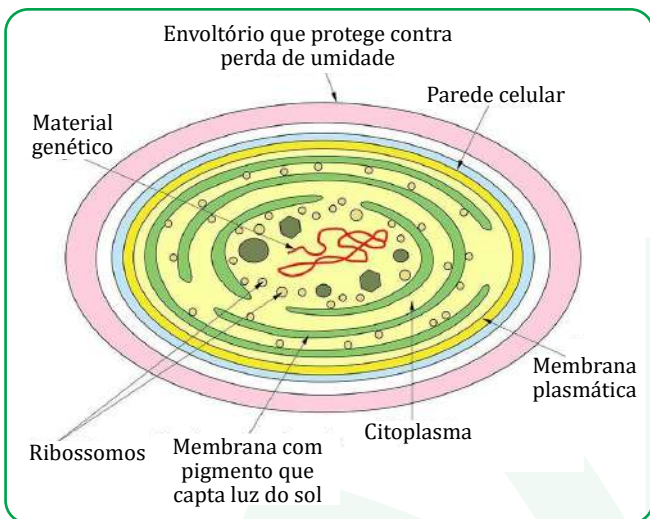
► Esquema de quimiossíntese

Fonte: Quizlet

OS PROCARIONTES CLOROFILADOS

- **Bactérias Fotossintetizantes (verdes e púrpuras):** Este tipo de bactéria utiliza um pigmento específico à **bacterioclorofila**. E durante o processo fotossintético não liberam o Oxigênio como produto por que utilizam o Sulfeto de Enxofre: H_2S .

- **Cianobactérias:** Nas cianobactérias o processo de fotossíntese é semelhante ao que ocorre nos cloroplastos. Nos procariontes como no caso das cianobactérias a fotossíntese ocorre no sistema de membranas internas da célula como esquematizado na figura a seguir:



Fonte: Brainly

OS EUKARIOTES CLOROFILADOS

- Euglenas (protistas unicelulares Clorofilados)
- Algas Multicelulares
- Os vegetais



Protista unicelular clorofilado - Euglena

Fonte: Wikipedia.com

Nos vegetais a fotossíntese ocorre em organelas específicas conhecidas como **CLOROPLASTOS**.

OS PLASTOS

São organelas típicas de células vegetais, sendo responsáveis pelo armazenamento de substâncias ou pelos processos fotossintéticos. O **plasto**, semelhante à mitocôndria em sua estrutura membranosa, é composto por duas camadas: uma membrana externa e outra interna, com um espaço entre elas conhecido como espaço intermembranar. A membrana interna do plasto apresenta invaginações denominadas lamelas. Essas **lamelas** sofrem dobras que resultam na formação de estruturas achatadas chamadas tilacoides, que se assemelham a moedas empilhadas. Esses **tilacoides**, por sua vez, se agrupam formando unidades chamadas **grana** (singular: **granum**).

Nos plastos envolvidos no processo fotossintético, como os **cloroplastos**, a membrana interna apresenta, além dos fosfolipídios, a presença da **clorofila**, que é o pigmento primário responsável pela absorção da luz durante a fotossíntese. A clorofila é um tipo de lipídio carotenoide com uma estrutura anfipática, caracterizada por uma cauda longa e apolar, além de uma cabeça polar contendo um átomo de magnésio. Essa natureza anfipática da clorofila determina sua localização na membrana do cloroplasto, onde se encontra integrada à bicamada lipídica, junto com os fosfolipídios. Uma vez que as lamelas e tilacoides se originam a partir da membrana interna do cloroplasto, eles também contêm clorofila em sua estrutura, permitindo a absorção eficiente da luz necessária para a fotossíntese.

São encontrados: Células de plantas e alguns protistas.

Sinônimo:
Plastídios



Tecido vegetal

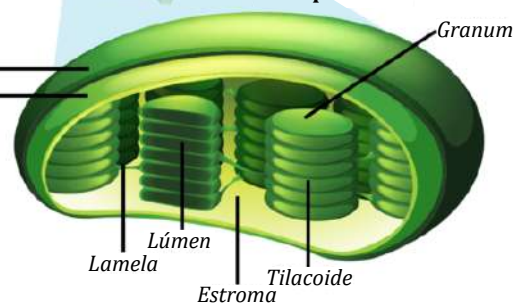


Célula vegetal



Cloroplasto

Membrana externa
Membrana interna

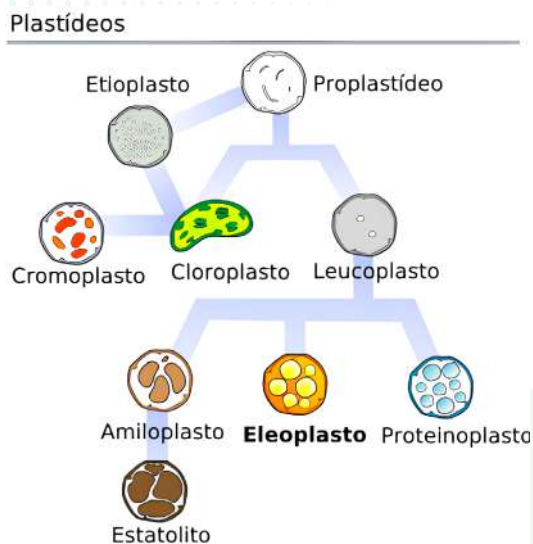


Fonte: Aprovatotal

Os plastos de acordo com a sua estrutura podem ser classificados como:

- **Cromoplastos:** armazenam pigmento fotossintetizantes;
- **Leucoplastos:** armazenam substâncias nutritivas;

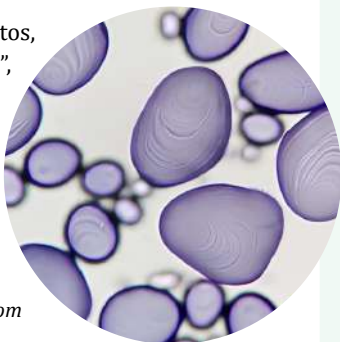
Todos os plastos derivam de estruturas conhecidas como: proplastídeos, que são plastos em forma jovem.



Fonte: Wikipedia.com

Os tipos de plastos:

- **Leucoplastos:** Os leucoplastos, derivados do grego “leukos”, que significa “branco”, não contém pigmentos fotossintéticos e são responsáveis pelo armazenamento de substâncias dentro da célula vegetal.



Fonte: Shutterstock.com

- São incolores devido à ausência de pigmentos;
- Funcionam como reserva de alimentos;

Exemplos:

AMILOPLASTO: armazenam amido e são encontrados em tubérculos, como batata inglesa, e raízes tuberosas, como mandioca, etc;

OLEOPLASTOS: armazenam óleo e são encontrados principalmente em sementes de oleaginosas, como amendoim, girassol, etc;

PROTEOPLASTOS: armazenam proteínas e são encontrados em sementes de leguminosas, como soja, feijão, etc.

- **Cromoplastos:** Os cromoplastos, do grego “kromos”, que significa “cor”, possuem pigmentos fotossintéticos e são responsáveis pela produção de cor nas células vegetais, além de desempenharem funções fotossintéticas.



Fonte: Lifider.com

- Têm cor devido a presença de pigmentos;
- São responsáveis pela coloração dos vegetais

Exemplos:

XANTOPLASTO: contêm pigmentos xantofilas, tendo cor amarela e sendo encontrados em algas verdes (clorofíceas) e vegetais;

ERITROPLASTOS: contêm pigmentos eritrofilas, tendo cor vermelha e sendo encontrados em algas vermelhas (rodofíceas);

CLOROPLASTO: Contêm principalmente o pigmento clorofila, tendo cor verde e sendo encontrados em algas verdes (clorofíceas) e vegetais.

A captação da energia da luz solar é viabilizada por substâncias chamadas pigmentos fotossintéticos, tais como:

- **CLOROFILA:** O pigmento mais comum e importante na fotossíntese, presente em plantas verdes, algas e cianobactérias. Existem diferentes tipos de clorofila, sendo as principais a clorofila a e clorofila b.
- **CAROTENOIDES:** Pigmentos acessórios que incluem caroteno, licopeno e xantofila. Eles ajudam a capturar uma gama mais ampla de comprimentos de onda de luz, além de protegerem as plantas contra danos causados pelo excesso de luz.
- **FICOERITRINA:** Encontrada em algumas algas rodofíceas, absorve principalmente a luz nas regiões azul e verde do espectro e é utilizada em regiões com pouca luz. Assim, são o grupo de algas mais eficazes na realização de fotossíntese em águas profundas, e por isso mesmo são recordistas de profundidade entre as algas.
- **FICOCIANINA:** Outro pigmento encontrado em algas, especialmente cianobactérias, que complementa a clorofila na absorção de luz, principalmente na região do espectro onde a clorofila é menos eficiente.



Anote aqui

**Se liga****mamífero**

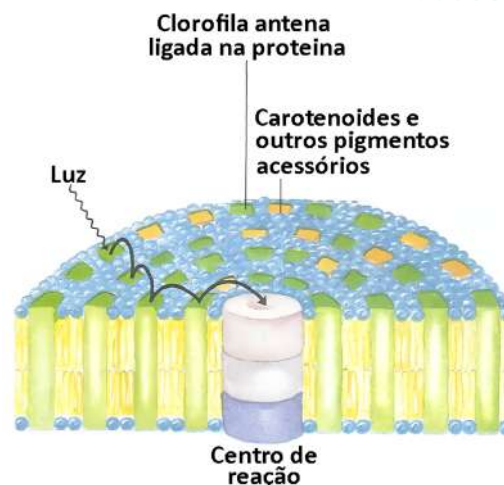
Quando um plasto se duplica, ele forma o que chamamos de pró-plasto ou proplastídeo. Esse pró-plasto tem a capacidade de se diferenciar em dois tipos distintos de plastos: os leucoplastos e os cromoplastos.

A diferenciação entre leucoplastos e cromoplastos depende do ambiente em que os pró-plastos estão localizados. Se os pró-plastos estiverem em um ambiente sem exposição à luz, eles se desenvolverão em leucoplastos. Por outro lado, se estiverem em um ambiente iluminado, os pró-plastos acumularão pigmentos fotossintéticos e se tornarão cromoplastos.

É importante ressaltar que a transformação entre leucoplastos e cromoplastos não é irreversível. Um leucoplasto exposto à luz adquirirá pigmentos fotossintéticos e se converterá em cromoplasto. Da mesma forma, um cromoplasto mantido em condições de escuridão perderá seus pigmentos fotossintéticos e retornará à forma de leucoplasto.

O COMPLEXO ANTENA

A captação de energia para o processo fotossintético, depende da presença dos pigmentos fotossintetizantes presentes no **complexo antena** nas membranas dos tilacóides.

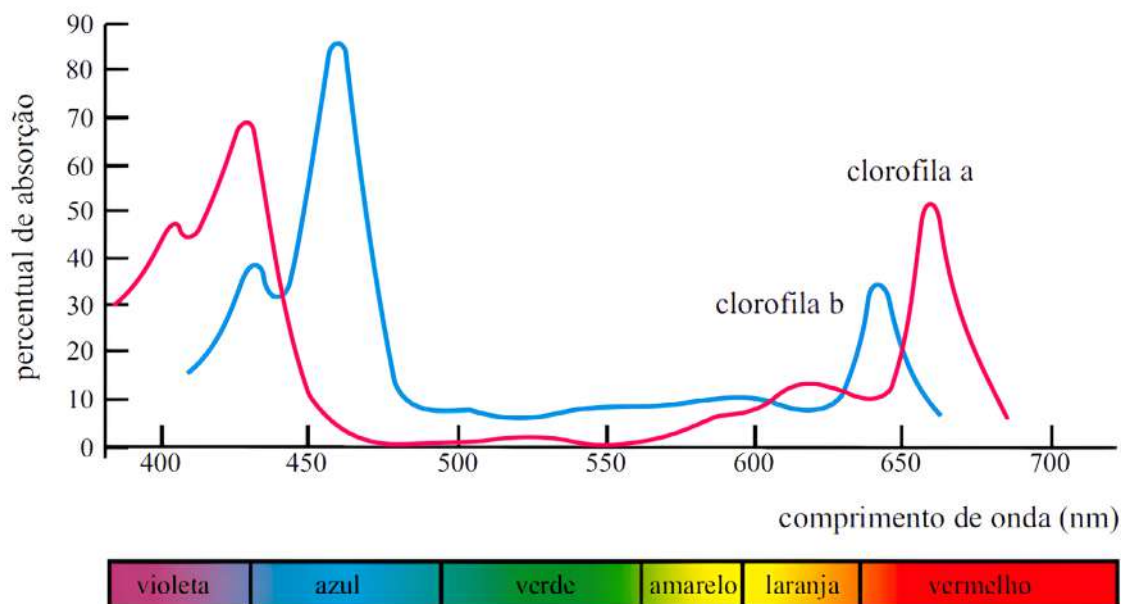


Fonte: Profdjalmasantos

A LUZ E PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES

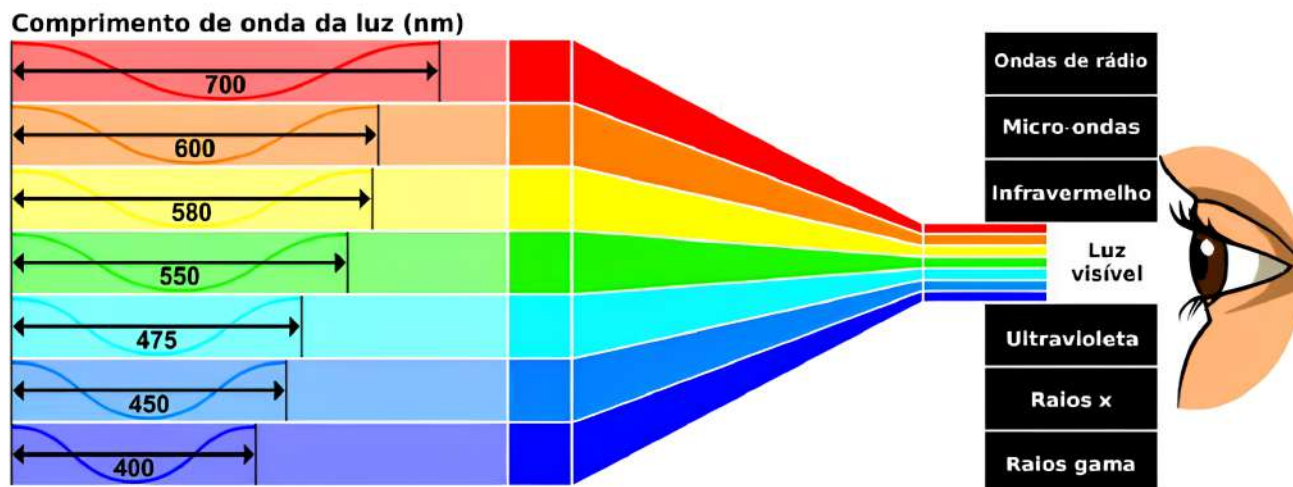
Os pigmentos têm a propriedade de absorver apenas certos comprimentos de onda, refletindo os demais. Assim, a cor do pigmento é determinada pelo comprimento de onda refletido.

A luz se comporta como comprimento de onda. Cada pigmento fotossintetizante é responsável pela captação de um comprimento de onda específico. No caso da CLOROFILA a maior absorção de energia luminosa se encontra dentro das faixas AZUL e VERMELHO.



Fonte: Blogdoenem

Observe:



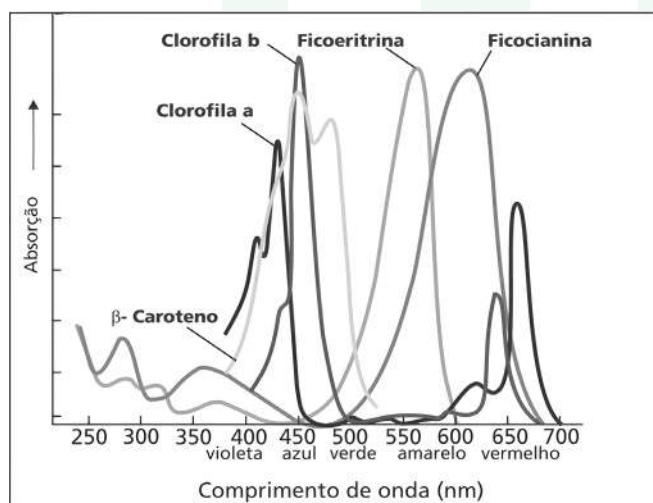
Fonte: Brasilescola

A luz

A luz é uma forma de energia radiante composta por vários comprimentos de onda. Dentre estes, o olho humano só consegue distinguir os compreendidos entre 390 a 760 nanômetros, que compõem, então, a luz visível ou luz branca. A luz branca, ao passar por um prisma, divide-se em vários comprimentos de onda, dos quais acabam formando as cores do arco-íris.

A luz utilizada na fotossíntese é absorvida por uma série de pigmentos fotossensíveis. Cada pigmento absorve determinados comprimentos de onda refletindo os que não absorvem como esquematizados na figura anterior deste material.

OBSERVE O GRÁFICO REPRESENTANDO O PODER FOTOSSINTETIZANTE DOS COMPRIMENTOS DE ONDA



Os pigmentos fotossintetizantes

Os pigmentos são substâncias que absorvem luz. A cor de um pigmento depende das faixas do espectro da luz visível que ele absorve ou reflete. A clorofila é verde; além das clorofilas,

os carotenóides são pigmentos que absorvem luz em comprimentos de onda diferentes da clorofila. Estes pigmentos transferem energia luminosa para a clorofila. Além da clorofila e dos carotenóides, outros pigmentos podem também participar do processo de fotossíntese, como a xantofila (amarelo), a eritofila (vermelho) e outros.

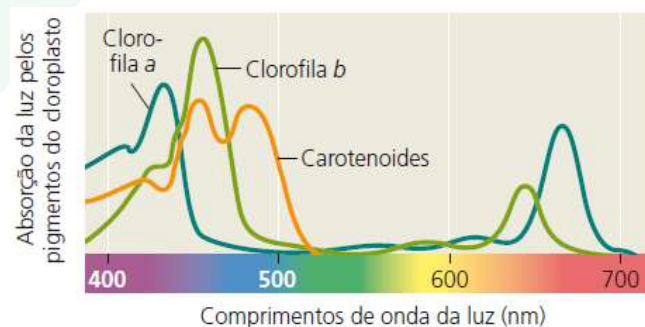
Os principais pigmentos fotossintetizantes:

- ▶ Clorofila A,B,C e D
- ▶ Caroteno
- ▶ Xantofila
- ▶ Ficocianina
- ▶ Ficoeritrina

Quais os comprimentos de onda da luz são mais eficazes na promoção da fotossíntese?

Experimento Os espectros de absorção e de ação, juntamente com um experimento clássico de Theodor W. Engelmann, revelam quais os comprimentos de onda são fotossinteticamente importantes.

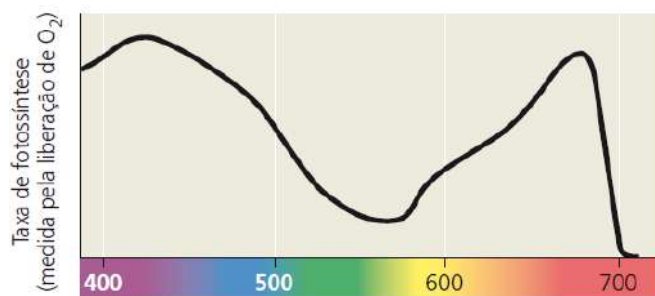
Resultados



(a) Espectro de absorção

Fonte: Googleimagens

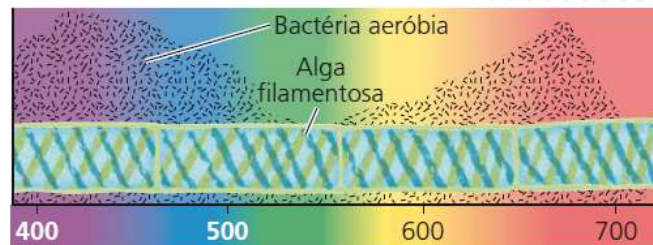
(a) Espectro de absorção. As três curvas apresentam os comprimentos de onda da luz mais bem absorvidos pelos três tipos de pigmentos do cloroplasto.



(b) Espectro de ação

Fonte: Googleimagens

(b) Espectro de ação. Este gráfico apresenta a taxa de fotossíntese versus o comprimento de onda. O espectro de ação resultante é semelhante ao espectro de absorção da clorofila a, mas não é exatamente igual (ver parte a). Isso se deve em parte à absorção da luz pelos pigmentos acessórios, como a clorofila b e os carotenóides.



(c) Experimento de Engelmann

Fonte: Googleimagens

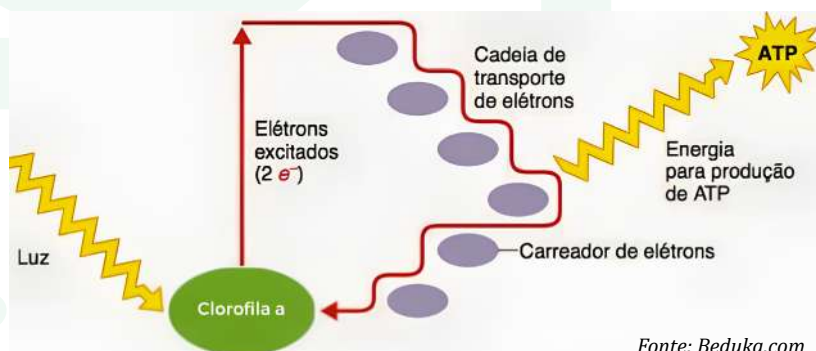
(c) Experimento de Engelmann. Em 1883, Theodor W. Engelmann iluminou um filamento de alga com uma luz que atravessou um prisma, expondo diferentes segmentos da alga a diferentes comprimentos de onda. Ele utilizou bactérias aeróbicas que se concentram próximas a fontes de oxigênio, para determinar quais segmentos da alga produziam maiores quantidades de O_2 fotossintetizado. As bactérias concentraram-se em maior quantidade ao redor das partes da alga iluminadas com luz azul-violeta ou vermelha.

Conclusão: As porções azul-violeta e vermelha do espectro de luz são mais eficientes na promoção da fotossíntese.

Fonte: T. W. Engelmann, *Bacterium photometricum. Ein Beitrag zur vergleichenden Physiologie des Licht-und Farbensinnes, Archiv. für Physiologie*. 30:95-124 (1883).

O papel da luz na Fotossíntese

Quando a clorofila (pigmento principal) é iluminada ocorre excitação dos elétrons, pois os mesmos absorvem pequenos pacotes de energia luminosa conhecida como **FÓTON**. Durante a excitação destes elétrons eles tendem a migrar para níveis mais altos de energia. Se não forem captados a energia que foi absorvida pelos elétrons é liberada na forma luz, processo conhecido como **FLUORESCÊNCIA**. Se forem captados serão transferidos para uma proteína aceptora de elétrons, presente na membrana dos tilacóides, e serão transportadas através de uma cadeia transportadora de elétrons e a energia do elétron será liberada aos poucos sendo aproveitada para a formação de moléculas de ATP.



Fonte: Beduka.com

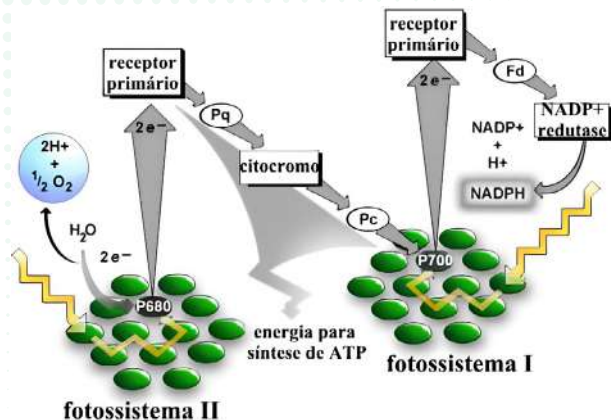


Anote aqui

Os processos fotossintéticos

Onde ocorrem: Nos cloroplastos

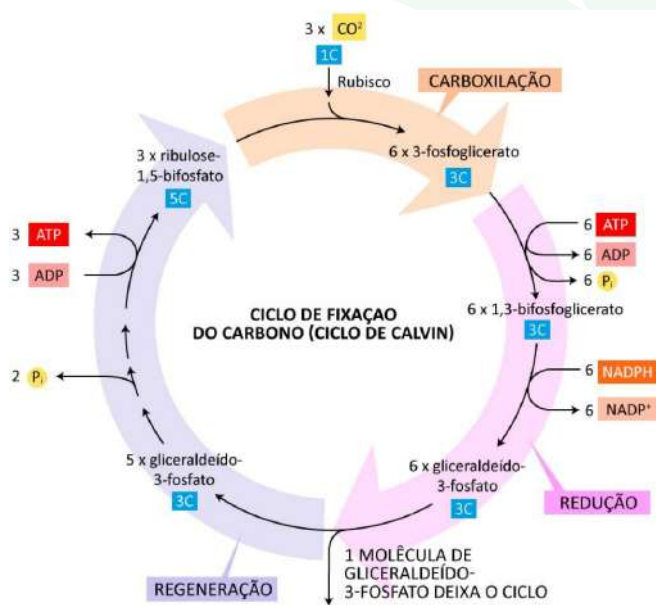
Visão geral da fotossíntese



Fonte: Todamateria

A fotossíntese é dividida em duas fases, as chamadas:

1. Fase Fotoquímica ou Fase Clara
2. Fase Escura, Química, Enzimática, Ciclo das Pentoses ou Ciclo de Calvin-Benson.



Fonte: Estratégiaconcursos

► FASE FOTOQUÍMICA ou FASE CLARA

A fase clara da fotossíntese depende diretamente da captação de luz pelos cloroplastos. Precisamos entender que esta captação de luz, ocorre nas membranas dos chamados tilacóides, que apresentam um complexo de pigmentos fotossintetizantes, que absorvem energia a energia luminosa e a transferem para as etapas mais adiantes. Na membrana dos tilacóides, encontramos uma estrutura responsável pela captura da energia luminosa chamada de complexo antena. No complexo antena encontramos os pigmentos fotossintetizantes que fornecem seus elétrons para a transferência de energia. No centro do complexo antena,

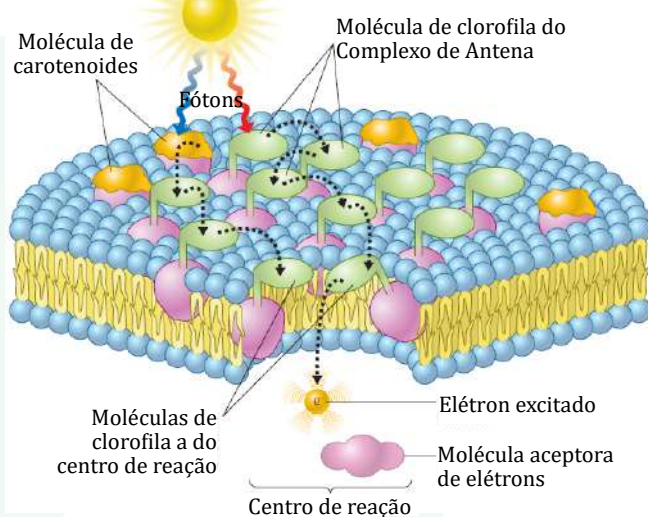
teremos a presença de duas moléculas de clorofila formando uma estrutura chamada de centro de reação.

► COMPLEXO ANTENA E O CENTRO DE REAÇÃO

Na membrana plasmática dos tilacóides os pigmentos fotossintetizantes formam verdadeiras antenas com a função de captar a energia luminosa. Após a captação da energia luminosa ela é transferida de pigmento a pigmento até um par de clorofilas A conhecida como centro de reação.

Esquema do complexo antena e centro de reação

Fotossistema



Fonte: Googleimagens

Após a energia chegar ao centro de reação e consequente excitação dos elétrons, os mesmos são mandados para as moléculas de clorofila A ou B que vão mudar de acordo com os chamados **FOTOSSISTEMAS**.

Fotossistemas

O fotossistema é um complexo formado por pigmentos e proteínas responsáveis pelo transporte dos elétrons nos processos fotossintéticos iniciais.

Existem dois tipos de fotossistemas presentes nas membranas dos tilacóides:

► Fotossistema (I) ou PS I ou P 700

Características:

1. Possui **clorofila A**
2. Possui um aceptor de elétrons que é a **FERREDOXINA**;
3. Está responsável pela síntese de moléculas de ATP;

► Fotossistema (II) ou PS II ou P680

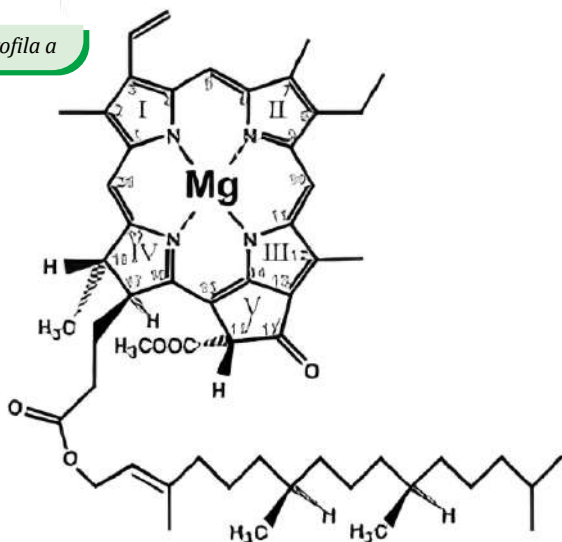
Características:

1. Possui **clorofila B**
2. Possui aceptor de elétrons que é a **PLASTOCIANINA**;
3. Está responsável pela síntese de ATP e NADPH₂

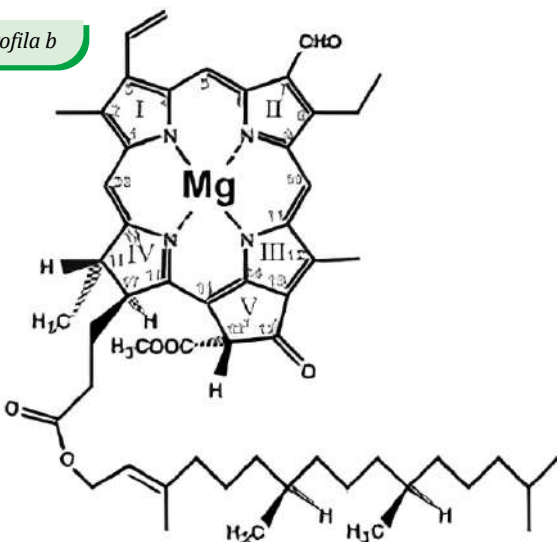
Molécula de clorofila:



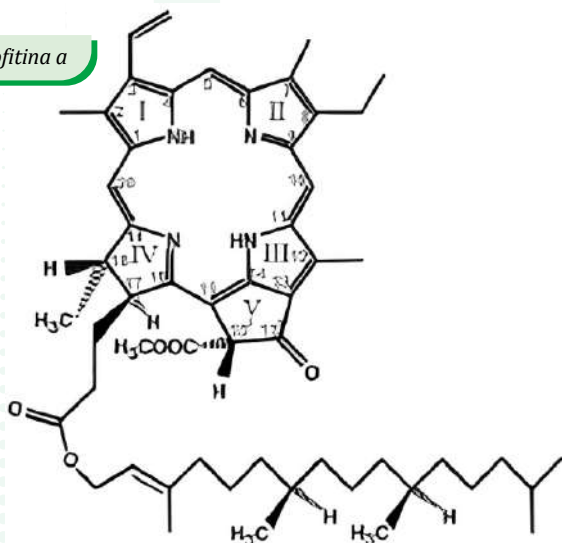
Clorofila a



Clorofila b



Feofitina a



TEXTO COMPLEMENTAR: ATIVIDADE DA CLOROFILA

Os pigmentos fotossintéticos possuem a capacidade de absorver determinados comprimentos de onda de luz e refletir outros, o que determina a cor que percebemos. Por exemplo, a clorofila, pigmento predominante nas plantas, não absorve a luz verde, refletindo-a de volta para nossos olhos, o que nos dá a percepção de que as plantas são verdes. Quando a luz incide sobre a clorofila, o átomo de magnésio presente em sua estrutura perde elétrons e se torna ionizado, assumindo a forma de cátion. Este processo é explicado pela teoria da mecânica quântica, onde os elétrons em torno de um núcleo atômico estão distribuídos em camadas com diferentes níveis de energia. Ao receber energia dos fótons da luz, os elétrons absorvem essa energia e podem transitar para camadas de energia mais externas. Se a energia fornecida for suficiente, os elétrons podem até mesmo sair do átomo.

A energia necessária para que um elétron salte de uma camada para outra mais externa é denominada quantum. Essa energia é fornecida pelos fótons, que são unidades de energia da luz. Cada fóton fornece um quantum de energia. Quando o elétron retorna à sua camada eletrônica original, a energia absorvida durante sua excitação é liberada na forma de luz, geralmente na cor vermelha. Esse fenômeno é conhecido como fluorescência. Por exemplo, quando a clorofila pura é irradiada com luz branca, ela emite fluorescência. Esse processo é essencial na compreensão da fotossíntese e na interação da luz com os pigmentos fotossintéticos, fornecendo energia para o início do processo de conversão de energia luminosa em energia química, que é a base da produção de alimentos pelas plantas. Quando irradiamos o cloroplasto com luz branca, não observamos fluorescência, pois a energia da luz é utilizada para excitar os elétrons da clorofila, permitindo que eles alcancem níveis de energia mais elevados. No entanto, quando esses elétrons retornam aos seus níveis de energia originais, a energia absorvida não é liberada na forma de fluorescência. Em vez disso, ela é aproveitada pelo cloroplasto para realizar importantes processos bioquímicos.

Essa energia é direcionada para a produção de ATP (adenosina trifosfato), a molécula de energia fundamental nas células. O ATP gerado durante esse processo é essencial para alimentar uma série de reações químicas que resultam na síntese de matéria orgânica a partir de dióxido de carbono e água, processo conhecido como fotossíntese.

Portanto, a energia luminosa capturada pelos pigmentos fotossintéticos desempenha um papel crucial na produção de ATP, impulsionando toda a cadeia de reações bioquímicas que ocorrem durante a fotossíntese e permitindo a síntese de moléculas orgânicas essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas.



Anote aqui

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

- AMABIS, Jose Mariano. Fundamentos da Biologia Moderna. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2002.
- BURNIE, David. Dicionário Temático de Biologia. São Paulo: Scipione, 2001.
- CORSON, Walter H. ed. Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. São Paulo: Augustos, 1996.
- FAVARETTO, Jose Arnaldo. Biologia. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2003.
- MORANDINI, Clezio & BELLINELLO, Luiz Carlos. São Paulo: Atual, 1999.
- PAULINO, Wilson Roberto. Biologia. São Paulo: Ática, 1998.
- SILVA Jr, Cesar da & SASSON, Sezar. Biologia. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- SOARES, Jose Luis. Biologia. São Paulo: Scipione, 1997.
- UZUNIAN, Armenio. Biologia. 2 ed. São Paulo: Harbra, 2004.
- ZAMPERETTI, Kleber Luiz. Biologia Geral. Rio Grande do Sul: Sagra-dc Luzzatto, 2003.
- FUTUYMA, Douglas J. Biologia Evolutiva. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1993.
- GOWDAK, Demetrio. Biologia. São Paulo: FTD, 1996.
- MORANDINI, Clezio & BELLINELLO, Luiz Carlos. São Paulo: Atual, 1999.
- PAULINO, Wilson Roberto. Biologia. São Paulo: Ática, 1998.
- SILVA Jr, Cesar da & SASSON, Sezar. Biologia. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- SOARES, Jose Luis. Biologia. São Paulo: Scipione, 1997.
- UZUNIAN, Armenio. Biologia. 2 ed. São Paulo: Harbra, 2004.
- ZAMPERETTI, Kleber Luiz. Biologia Geral. Rio Grande do Sul: Sagra-dc Luzzatto, 2003.
- FAVARETTO, J. A . e MERCADANTE, C.. Biologia, Vol. Único. São Paulo, Moderna, 2000.
- LINHARES, S. e GEWANDSZNAJDER. Biologia Hoje. Vols. 1, 2 e 3. Editora Ática, 1996.
- LOPES, S., Bio, Volumes 1, 2 e 3., Saraiva, 1997.
- SOARES, J. L.. Biologia no Terceiro Milênio, vols. 1, 2 e 3., São Paulo, 1998.
- EDITORA
- CHEIDA, L.E. Biologia Integrada, Vol. 1, 2, 3 , São Paulo, Moderna, 2002.
- AMABIS e MARTHO, Fundamentos da Biologia Moderna, vol. Único, Moderna, São Paulo, 2003.
- PAULINO, W. R., Biologia, Vols. 1, 2, 3, Ática, São Paulo, 2002



Estamos juntos nessa!



CURSO
FERNANDA PESSOA
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.