

ILUMINANDO OS CAMINHOS DA VIDA NA TERRA

EXPOSIÇÃO

A stylized graphic featuring a globe with a yellow sun in the upper left. The globe is composed of several overlapping circular segments in shades of green, blue, and grey. The text 'ILUMINANDO OS CAMINHOS da VIDA na TERRA' is overlaid on the globe. 'ILUMINANDO' is in white, 'OS CAMINHOS' is in red, 'da' is in orange, 'VIDA' is in blue, 'na' is in orange, and 'TERRA' is in green.

ILUMINANDO
OS CAMINHOS
da
VIDA
na
TERRA

JULIANE MARQUES-DE-SOUZA
FLÁVIA ANTUNES
IVANISE MARIA RIZZATTI
ELIZETE CELESTINO HOLANDA
ANDREIA SILVA FLORES
OSCAR TINTORER DELGADO
RODRIGO SCHÜTZ RODRIGUES
RAFAEL BOLDRINI
BIANCA MAÍRA DE PAIVA OTTONI BOLDRINI

JULIANE MARQUES-DE-SOUZA
FLÁVIA ANTUNES
IVANISE MARIA RIZZATTI
ELIZETE CELESTINO HOLANDA
ANDREIA SILVA FLORES
OSCAR TINTORER DELGADO
RODRIGO SCHÜTZ RODRIGUES
RAFAEL BOLDRINI
BIANCA MAÍRA DE PAIVA OTTONI BOLDRINI

ILUMINANDO OS CAMINHOS DA VIDA NA TERRA



UERR Edições
Boa Vista,
2017

Copyright © 2017

Juliane Marques-de-Souza, Flávia Antunes, Ivanise Maria Rizzatti, Elizete Celestino Holanda, Andreia Silva Flores, Oscar Tintorer Delgado, Rodrigo Schütz Rodrigues, Rafael Boldrini, Bianca Maria de Paiva Ottoni Boldrini

Todos os direitos reservados aos autores, na forma da Lei.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei n. 9.610/98) e é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Este livro foi impresso com recursos provenientes do Instituto Tim, por intermédio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq n.445881/2015-1) do Ministério de Ciência, Tecnologias, Inovações e Comunicações (MCTIC) e não pode ser comercializado.

Projeto gráfico, capa e diagramação:

Wallace Souza

Apoio técnico:

Adriana de Souza Trajano

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I29 Iluminando os caminhos da vida na Terra. / Juliane Marques-de-Souza [et al.]. –
Boa Vista : Editora da UERR, 2017.
60p. il. Color.

1. Luz – Natureza 2. Biodiversidade 3. Ciências – Ensino 4. Textos explicativos
- Exposições I. Marques-de-Souza, Juliane II. Antunes, Flávia III. Rizzatti, Ivanise Maria
IV. Holanda, Elizete Celestino V. Flores, Andreia Silva VI. Delgado, Oscar Tintorer VII.
Rodrigues, Rodrigo Schütz VIII. Boldrini, Rafael IX. Boldrini, Bianca Maria de Paiva
Otoni

17-003

CDD – 570.7 (21. ed.)

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Sônia Raimunda de Freitas Gaspar – CRB-11/273 – RR

ISBN 978-85-61924-15-7

EXPOSIÇÃO



ILUMINANDO
OS CAMINHOS
da
VIDA
na
TERRA

A EXPOSIÇÃO

O incremento da biodiversidade ao longo da história da vida na Terra é objeto de grande interesse da ciência, mas o que a luz tem a ver com isso? É justamente essa pergunta que guiou a estruturação da exposição "Iluminando os caminhos da vida na Terra".

Organizada em 5 estações, a exposição trata de temas como a natureza da luz, os primeiros organismos vivos, a expansão da vida para o ambiente terrestre, a última grande extinção em massa e a biodiversidade atual. Todas as estações trazem elementos interativos que permitem ao visitante conhecer o papel da luz nesses importantes processos que conduziram à biodiversidade atual. Não obstante, a exposição visa alertar o visitante da necessidade de conservar e respeitar todas as formas vivas, tendo em vista o longo caminho trilhado para chegarmos à natureza como ela é hoje.

Os temas são apresentados de maneira dinâmica em infográficos, vídeos, experimentos, jogos, entre outras atividades, que trazem os mais diversos conceitos das ciências. E, para que o professor possa levar para a sala de aula um pouco da exposição, organizamos esse livro, que traz todos os painéis da exposição associados a pequenos textos explicativos. Pretende-se, com isso, dar mais uma ferramenta para o professor utilizar em sua prática docente.

O projeto foi realizado por docentes pesquisadores da Universidade Estadual de Roraima (UERR) em colaboração com docentes pesquisadores da Universidade Federal de Roraima (UFRR) e pesquisadores do Instituto de Amparo à Ciência, Tecnologia e Inovação de Roraima (IACTI). Foi financiado pelo Instituto TIM, por intermédio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq n.445881/2015-1) do Ministério de Ciência, Tecnologias, Inovações e Comunicações (MCTIC).

A LUZ COMO ONDA

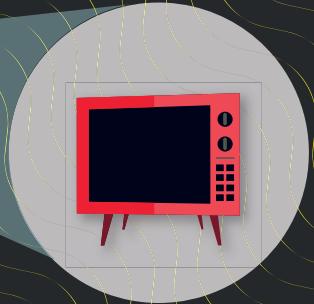
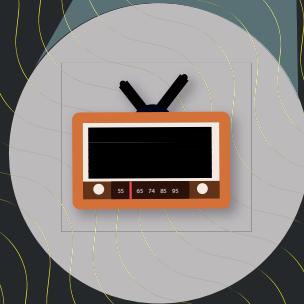
No núcleo solar, devido às altas temperaturas, acontece a fusão de núcleos de hidrogênio (H) que dão lugar a núcleos de hélio (He) produzindo uma enorme quantidade de energia. Esta energia é irradiada esquentando o restante do Sol e emitindo, para todo o espaço, energia em forma de ondas eletromagnéticas.

A maior parte da energia irradiada não chega à superfície da Terra, devido a processos de absorção e reflexão da luz pela atmosfera terrestre. A camada de ozônio, um gás formado por 3 moléculas de oxigênio, tem um papel importante nesse processo, pois ao absorver boa parte da radiação ultravioleta, ela funciona como barreira que ameniza seus efeitos nocivos sobre os seres vivos.

Da luz que chega a atingir a superfície da Terra boa parte é refletida por essa superfície, retornando à atmosfera. Quando essa luz (energia) não consegue se dissipar no espaço, ela retorna à Terra, produzindo o chamado efeito estufa.

A LUZ COMO ONDA

$H+H = He + \text{ENERGIA (ONDA)}$
(HIDROGÊNIO) (HÉLIO)



AS ONDAS EMITIDAS PELO SOL SÃO ELETROMAGNÉTICAS, SEMELHANTES ÀS ONDAS DO RÁDIO E DA TV.



A LUZ COMO PARTÍCULA

Os fenômenos de reflexão, refração, interferência e difração da luz podem ser explicados considerando sua natureza como ondulatória. Entretanto, fenômenos como o efeito fotoelétrico (transformação da luz em energia elétrica) e outros só são explicados considerando a luz como partícula.

A energia produzida pelo processo de fusão no núcleo solar é transmitida em forma de pacotes chamados fótons, de forma que esta energia sempre é igual a um número inteiro da energia de cada fóton.

A energia de um fóton é proporcional à frequência da luz transmitida e se calcula como $E=hf$ onde "h" é uma constante universal e "f" é a frequência da luz. Assim, por exemplo, a luz ultravioleta (UV), de maior frequência, transporta mais energia que a luz vermelha de menor frequência. Por esse motivo, não podemos ficar expostos à luz UV sem proteção.

A LUZ COMO PARTÍCULA

$H+H = He + \text{ENERGIA (FÓTON)}$
(HIDROGÊNIO) (HÉLIO)

FÓTONS SÃO PARTÍCULAS
QUE TRANSPORTAM
ENERGIA E TÊM
VELOCIDADE CONSTANTE
EM UM MEIO.



A LUZ COMO ENERGIA

A física moderna estabelece uma relação de conservação que conecta a massa com a energia na famosa fórmula de Einstein $E=mc^2$ onde "E" é a energia, "m" a massa e "c" a velocidade da luz. Assim o fóton, como transporta energia, tem uma massa associada.

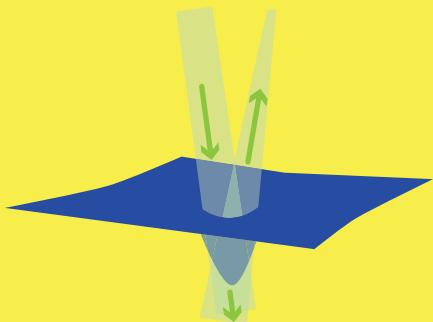
Uma característica muito especial da luz é que ela mantém sua velocidade constante em um mesmo meio, independentemente do sistema de referência que utilizemos. A velocidade da luz no vácuo, por exemplo, é 300 000 km/s, a maior velocidade que se conhece até hoje.

Quando um fóton interage com a matéria, esta pode absorver parte de sua energia, ou seja, variar sua frequência original. Essa variação produz uma nova quantidade de movimento no fóton, o que é equivalente a ação de uma força sobre a matéria. Assim, a luz é capaz de empurrar a matéria no nível microscópico.

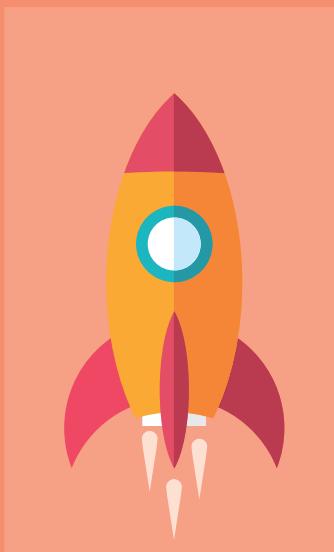
A história do conhecimento sobre a natureza da luz levou os físicos a classificá-la dentro de padrões estabelecidos para boa parte dos fenômenos naturais. Esses padrões são o comportamento corpuscular ou o comportamento ondulatório da luz. Hoje, existe outra compreensão de que a natureza da luz tem um comportamento dual, pois às vezes se comporta como onda e às vezes como partícula.

LUZ COMO ENERGIA

**A LUZ PODE EMPURRAR
OUTROS OBJETOS**



**A LUZ SE MOVE MUITO
RÁPIDO, COM UMA
VELOCIDADE DE 300.000
km/s NO VÁCUO.**



**MUITO, MUITO, MUITO
MAIS RÁPIDO QUE UM
FOGUETE**

**A LUZ POSSUI MASSA E É
CALCULADA COMO:**

$$m = E \div c^2$$

(massa) (energia) (velocidade da luz)



**A NATUREZA DA LUZ É UM MISTÉRIO, ÀS VEZES SE COMPORTA COMO ONDA
OUTRAS COMO PARTÍCULAS**

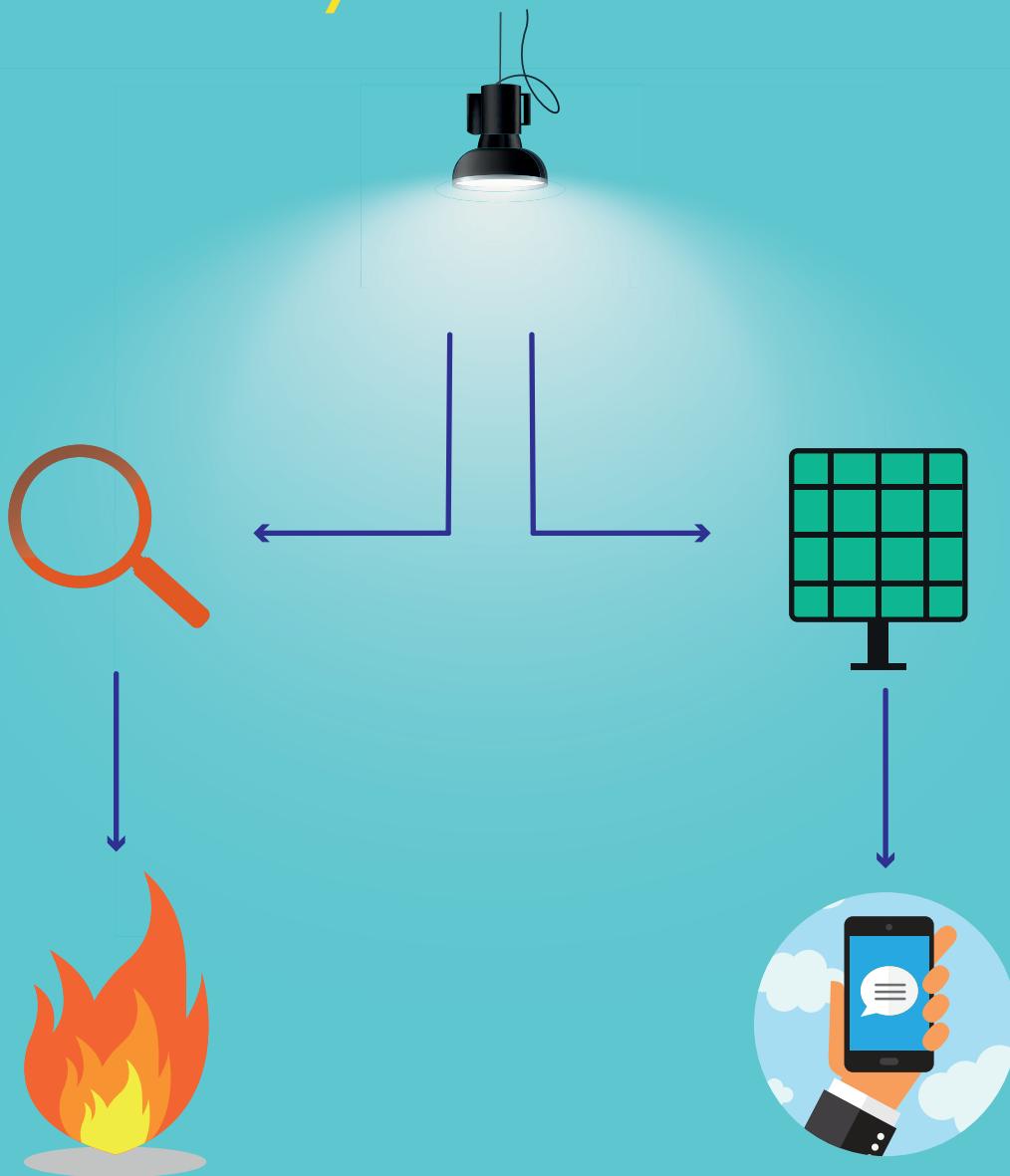
A ENERGIA DA LUZ PODE SE TRANSFORMAR

A principal fonte de energia da biosfera de nosso planeta provém do Sol. Dessa forma, quando utilizamos o aquecedor solar, as placas fotovoltaicas, a energia eólica e a biomassa, estamos consumindo, de maneira direta ou indireta, a energia do Sol.

Existe uma lei universal que postula que a energia total no universo se conserva, mas pode se transformar em outro tipo de energia. Assim, a energia luminosa se transforma em energia calorífica (calor do Sol), energia da biomassa (carvão vegetal), energia elétrica, entre outras.

O Sol fornece diariamente uma quantidade limitada de energia à Terra e, portanto, processos de consumo de energia em nosso planeta devem estar limitados a não consumir além dessa quantidade. Nos últimos anos, a ação humana tem consumido aproximadamente uma vez e meia a mais a quantidade de energia fornecida pelo Sol, tornando essa estrutura de consumo insustentável.

A ENERGIA DA LUZ PODE SE TRANSFORMAR EM CALOR E/OU EM ELETRICIDADE



OS ÁTOMOS ESTÃO EM TUDO

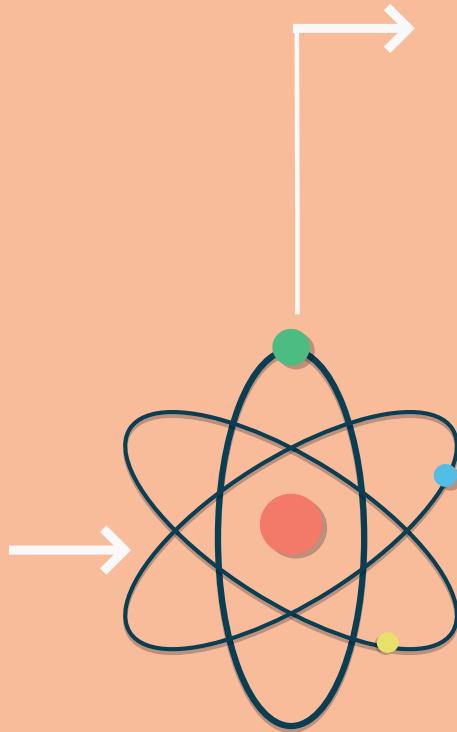
As folhas, as plantas, os animais, as roupas e os brinquedos, todos eles têm algo em comum. São formados por átomos que, unidos, dão origem a diferentes produtos.

Mas você sabe o que é um átomo? Um átomo é a menor unidade da matéria. A matéria, por sua vez, é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço.

Quando átomos iguais se arranjam eles formam o que chamamos de elemento químico. Um exemplo bastante conhecido é o diamante e o ouro. O diamante é formado apenas por átomos de carbono, enquanto que o ouro é formado por vários átomos de ouro.

Quando elementos químicos iguais ou diferentes se arranjam, eles formam o que chamamos de compostos químicos, que podem ser moleculares (a água, a glicose, o vinagre, o DNA, entre outros) ou iônicos (o sal de cozinha, a cal, o bicarbonato de cálcio, cloreto de magnésio, entre outros). Foi nesse arranjo de átomos em elementos químicos e de elementos químicos em compostos químicos que surgiu a vida na Terra.

VOCÊ SABE O QUE ELES TÊM EM COMUM???



TODOS SÃO FORMADOS POR ÁTOMOS

A união de elementos químicos iguais ou diferentes formam compostos químicos

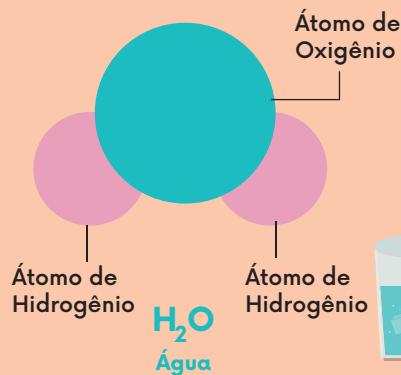
Átomos são os componentes fundamentais da matéria (tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço)

Um elemento químico é uma substância formada por um único tipo de átomo. Por exemplo, o prego é formado por vários átomos de ferro

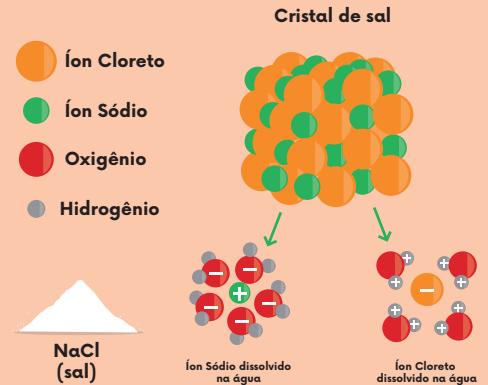


E ASSIM DAR ORIGEM A TODAS AS "COISAS"

MOLECULAR



IÔNICO



OS PRIMEIROS COMPOSTOS QUÍMICOS DA TERRA

Estudos indicam que na atmosfera da Terra primitiva estavam presentes os quatro elementos químicos: carbono (C), hidrogênio (H), nitrogênio (N) e oxigênio (O). Esses mesmos elementos compõem a atmosfera atual, porém a quantidade disponível desses elementos mudou ao longo do tempo.

Esses elementos foram se juntando e formando os primeiros compostos químicos. Acredita-se que esse arranjo entre os elementos aconteceu no ambiente aquático, onde a água encontrava-se em elevada temperatura e a Terra era bombardeada por incessantes descargas elétricas (raios). Essa combinação foi fundamental para o surgimento dos compostos mais simples (NH_3 , CH_4 , CO_2 , O_2 , N_2), os quais se recombinaram formando compostos mais complexos (aminoácidos).

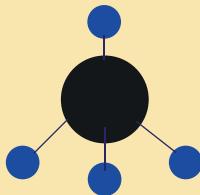
Esse aumento de complexidade segue até os dias atuais. Hoje podemos encontrar compostos químicos bastante complexos que formam os mais variados produtos, como o plástico, os hormônios, a clorofila, por exemplo.

VAMOS MONTAR AS PRIMEIRAS MOLÉCULAS QUE SURGIRAM NA TERRA???

1- Pegue um átomo de carbono  e dois átomos de oxigênio 
e vamos formar o dióxido de carbono (CO_2), o famoso gás carbônico que,
em excesso, é responsável pelo efeito estufa



2- Pegue um átomo de carbono  e quatro átomos de hidrogênio 
e vamos formar o gás metano (CH_4), que também é responsável pelo
efeito estufa e famoso por ser liberado pelo “pum” das vaquinhas

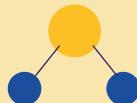


QUE TAL MONTAR SEU KIT DE MOLÉCULAS?

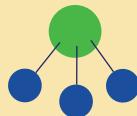
Você, professor, pode organizar seu kit de moléculas para tornar as aulas de ciências divertidas e até mais gostosas. Para tanto, basta juntar bolas de isopor de diferentes tamanhos, “espetos de churrasquinho” e tintas para colorir as bolas de isopor.

Caso não disponha de bolas de isopor você pode substituí-las por massa de modelar ou “balas de goma” de diferentes cores e tamanhos. Os “espetos de churrasquinho” podem ser substituídos por palitos de dente. Para que seu kit fique perfeito, observe o tamanho dos átomos e a geometria das moléculas. Mãos à obra!

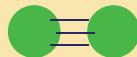
3- Pegue um átomo de oxigênio  e dois átomos de hidrogênio  e vamos formar a molécula de água (H_2O), aquela que você bebe todos os dias, que está nos rios, na chuva e que é essencial para os seres vivos



4- Pegue um átomo de nitrogênio  e três átomos de hidrogênio  e vamos formar a amônia (NH_3), utilizada na produção de explosivos



5- Pegue dois átomos de nitrogênio  e vamos formar o gás nitrogênio, que está em maior quantidade na atmosfera (78%) e no ar que você respira



6- Pegue dois átomos de oxigênio  e vamos formar o gás oxigênio, aquele que você respira todos os dias e é essencial para a sobrevivência dos seres vivos



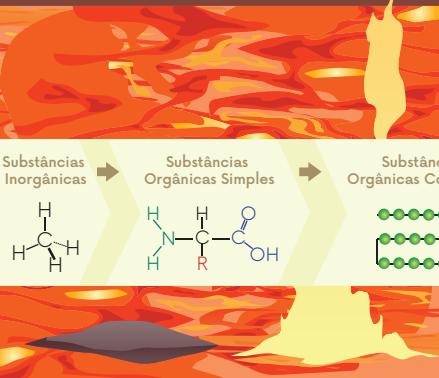
A ORIGEM DA VIDA

Quando a Terra se formou, há 4,6 bilhões de anos, a atmosfera e sua superfície eram inóspitas. Não havia condições da vida existir e, durante cerca de um bilhão de anos, ocorreram processos importantes (resfriamento e alterações na atmosfera primitiva) que viabilizaram o surgimento da vida.

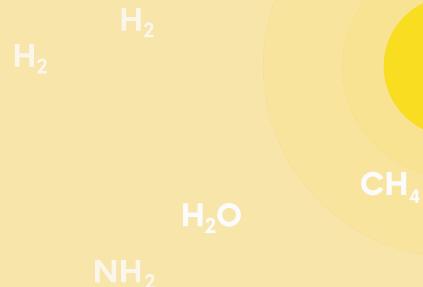
Alguns estudiosos acreditavam que os seres vivos surgiram espontaneamente da matéria bruta, ou seja, por meio da geração espontânea ou abiogênese. Contudo, diversos experimentos realizados por cientistas como Redi, Needham, Spallanzani e Pasteur permitiram descartar essa hipótese, sendo adotada então a biogênese, que afirma que os microrganismos surgiram de outros preexistentes.

Estudos sustentam que a vida surgiu a partir do arranjo entre moléculas mais simples (carbono, nitrogênio, oxigênio e hidrogênio) promovidas por descargas de relâmpagos e raios ultravioletas provenientes do Sol. Com o passar do tempo essas condições ambientais peculiares favoreceram a formação de moléculas cada vez mais complexas (amônia, água, gás carbônico e metano) até o surgimento de estruturas dotadas de metabolismo e capazes de se autoduplicar, dando origem aos primeiros seres vivos.

SURGIMENTO DA VIDA

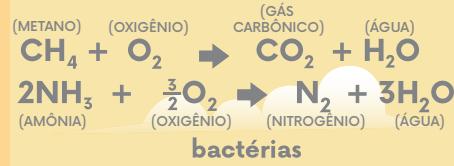


ATMOSFERA PRIMITIVA



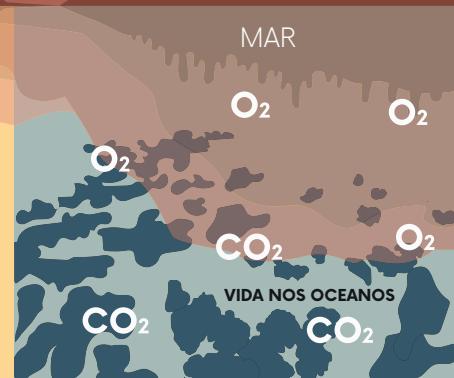
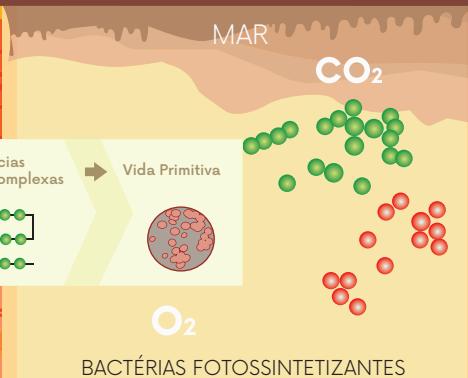
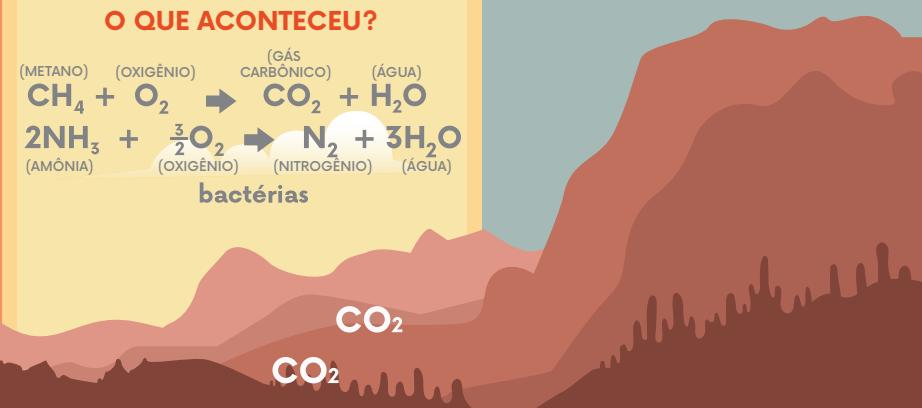
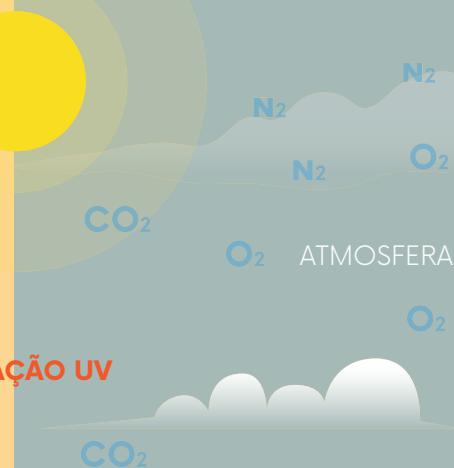
% gases na atmosfera primitiva

O QUE ACONTECEU?



RADIAÇÃO UV

CAMADA DE OZÔNIO



TEORIA DA ENDOSSIMBIOSE

Os primeiros organismos vivos na Terra foram as bactérias. As bactérias são seres unicelulares (compostos por uma única célula) que vivem solitárias ou em colônias. A célula das bactérias é pouco especializada e bastante simples, chamada procarionte. O DNA é circular e fica solto no citoplasma, pois não existe uma membrana compartimentalizando esse material em um núcleo.

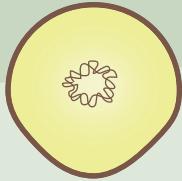
A origem das células eucariontes (células com núcleo) teria ocorrido pelo surgimento de dobras na membrana celular, que teriam sido incorporadas para o interior da célula, dando origem à membrana nuclear e às organelas membranosas (por exemplo, retículo endoplasmático)

Há mais de um século, alguns pesquisadores têm sugerido a possível origem bacteriana de determinadas organelas celulares. A norte-americana Lynn Margulis, defendeu na teoria da endossimbiose que algumas organelas teriam se originado da associação simbiótica (associação benéfica) entre organismos. Assim, cianobactérias (fotossintetizantes) e bactérias aeróbicas teriam sido incorporadas por células eucarióticas primitivas, tornando-se, após sucessivas gerações, no cloroplasto e na mitocôndria celular.

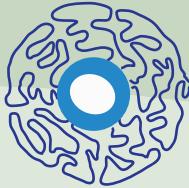
Existem algumas evidências que sustentam essa teoria. Uma delas é a presença de DNA próprio no interior das mitocôndrias e cloroplastos. A especialização das células eucarióticas conduziu ao aumento considerável de seu tamanho em comparação às pequenas células procariontes.

AS PRIMEIRAS CÉLULAS ERAM MUITO SIMPLES CHAMADAS PROCARIONTES

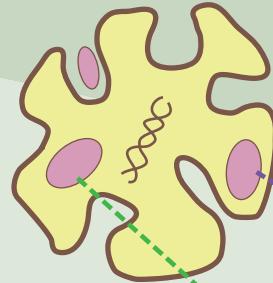
3,5 BILHÕES DE ANOS ATRÁS



DNA circular livre no interior da célula (**citoplasma**)



Dobras na membrana celular criaram um compartimento para o DNA (**núcleo celular**)



Células procariontes vizinhas são "capturadas" por células que continham essas dobras na membrana



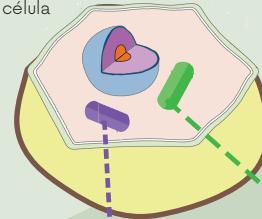
Bactérias



Cianobactérias autotróficas (que produzem seu próprio alimento a partir da luz)

TEORIA DA ENDOSSIMBIOSE

As células procariontes capturadas assumem funções específicas e passam a fazer parte da célula.

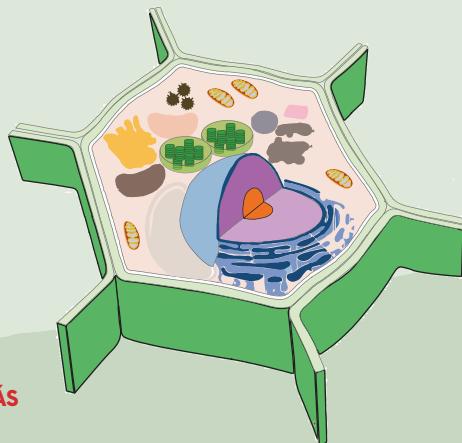


Cloroplasto



Mitocôndria

1,8 BILHÃO DE ANOS ATRÁS



CÉLULA EUCARIONTE

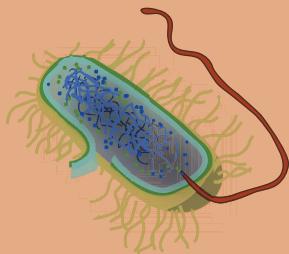
OS DIFERENTES TIPOS CELULARES

A unidade básica de todos os seres vivos (unicelulares ou pluricelulares) é a célula. Células são definidas como sendo uma solução aquosa de moléculas orgânicas envolta por uma membrana semipermeável (membrana plasmática).

As células podem ser classificadas em dois tipos: procariontes e eucariontes. As células procariontes foram as primeiras a existir na Terra e são constituintes dos organismos presentes nos domínios Archaea e Bacteria. Não apresentam um núcleo celular e seu material genético (DNA e RNA) se encontra disperso no citoplasma. São células pequenas e pouco especializadas, possuindo apenas ribossomos e parede celular.

As células eucariontes são aquelas que formam os organismos do domínio Eukarya. Esse domínio compreende basicamente os protozoários, os fungos, as plantas e os animais. São células que contêm um núcleo compartimentalizando o material genético e diferentes organelas especializadas. Assumem formas e tamanhos diversos como, por exemplo, as hemácias e os neurônios. Diferenciam-se em célula eucariótica animal e vegetal, sendo que essa última possui também parede celular, um grande vacúolo e plastos.

CÉLULA PROCARIONTE



- ⊕ Sem núcleo delimitando o material genético (DNA)
- ⊕ Tamanho: 0,5 a 5 μm
- ⊕ Exemplos: bactérias e cianobactérias



Bactérias



Cianobactérias

CÉLULA EUKARIOTE ANIMAL



- ⊕ Núcleo que armazena o material genético (DNA)
- ⊕ Centríolos
- ⊕ Tamanho: 10 μm a 1 m
- ⊕ Exemplos: todos os animais



Abelha



Besouro



Tuiuiu



Tucunaré



Tamanduá-bandeira

CÉLULA EUKARIOTE VEGETAL



- ⊕ Núcleo que armazena o material genético (DNA)
- ⊕ Parede celular que reveste a célula
- ⊕ Cloroplasto onde produz seu alimento (fotossíntese)
- ⊕ Grande vacúolo
- ⊕ Tamanho: 100 μm a 1 m
- ⊕ Exemplos: todas as plantas



VAMOS CONHECER ALGUMAS PARTES DAS CÉLULAS

As células eucariontes, além do núcleo e da membrana, possuem uma diversidade de estruturas em seu interior, distribuídas no citoplasma, que garantem o seu pleno funcionamento. Essas estruturas são as organelas.

As organelas realizam funções específicas da célula. Cada organela com sua função e, todas em conjunto, são fundamentais para o perfeito funcionamento celular. São as organelas que nos fazem compreender a célula como um sistema complexo, de funcionamento orquestrado.

O cloroplasto, por exemplo, é uma organela presente nas células eucariontes vegetais. Os cloroplastos são ricos em um composto chamado clorofila. A clorofila é um pigmento que absorve a luz e é o principal responsável pela fotossíntese. É este pigmento que confere a cor verde aos vegetais. A clorofila também está presente em outros organismos fotossintetizantes, como algumas algas e algumas bactérias.

Assim, enquanto algumas organelas sintetizam proteínas, outras produzem energia. Enquanto umas trabalham na divisão celular, outras digerem enzimas e organelas envelhecidas. Essa diversidade de organelas e a presença de um núcleo envolto por uma membrana são características que diferem as complexas células eucariontes das células procariontes.

VAMOS CONHECER ALGUMAS PARTES DAS CÉLULAS



RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO RUGOSO

Atua na síntese de proteínas



RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO LISO

Sintetiza lipídeos e esteróis (gorduras), como o colesterol nos animais



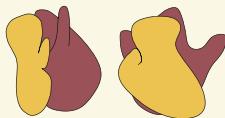
COMPLEXO DE GOLGI

Transforma, armazena e transporta os produtos do retículo endoplasmático



CENTRÍOLOS

Estão relacionados ao processo de divisão celular. São exclusivos das células eucariontes animais



RIBOSSOMOS

Responsáveis pela produção de proteínas que participam de várias atividades celulares



CLOROPLASTOS

Contêm clorofila, substância essencial para a produção de açúcares pelo processo de fotossíntese. Exclusivo de organismos fotossintetizantes



VACÚOLO

Atua na regulação osmótica e no armazenamento de diversas substâncias. Exclusivo da célula vegetal



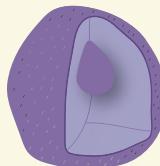
MITOCÔNDRIAS

Responsáveis pela respiração celular e pelo fornecimento de energia



LISOSSOMOS

Realizam a digestão celular. Suas enzimas degradam moléculas grandes e organelas envelhecidas



NÚCLEO

Centro de informações das células, onde está armazenada a maior parte do conteúdo genético (DNA)

PLANTAS PRODUZEM SEU PRÓPRIO ALIMENTO

A presença dos compostos químicos mais complexos favoreceu o surgimento da vida na Terra. Contudo, ainda não havia disponível na atmosfera oxigênio suficiente para a existência dos organismos como conhecemos hoje.

Os primeiros organismos a habitarem a Terra eram bactérias que sobreviviam alimentando-se dos compostos químicos simples, como a amônia (NH_3). Algumas bactérias (cianobactérias), no entanto, mostraram-se capazes de produzir seu próprio alimento, na presença de luz. Este processo é chamado fotossíntese.

A fotossíntese, hoje, ocorre em algumas algas, nas cianobactérias e nos vegetais. Estes organismos utilizam pigmentos para captar a energia luminosa, sendo a clorofila o pigmento mais importante. Exceto nas cianobactérias, a clorofila ocorre dentro do cloroplasto, que é a organela responsável pela realização da fotossíntese. A energia captada a partir da luz solar é utilizada nas reações químicas da fotossíntese. Estas reações envolvem moléculas de gás carbônico, obtidas da atmosfera, e a água, absorvida do ambiente. Como resultado, os organismos fotossintetizantes produzem seu alimento (açúcares), liberando moléculas de oxigênio na atmosfera.

Ao longo do tempo, o aumento da concentração de oxigênio na atmosfera da Terra primitiva foi fundamental para o desenvolvimento de formas mais diversas de vida. Assim, a vida como a conhecemos hoje, só é possível em virtude da fotossíntese.

PLANTAS PRODUZEM SEU PRÓPRIO ALIMENTO

Esse processo chamamos de:
FOTOSÍNTESE

LUZ DO SOL
(Energia Solar)

OXIGÊNIO

ALIMENTO

$C_6H_{12}O_6$
(Glicose)

A LUZ É ABSORVIDA NO CLOROPLASTO E, JUNTO COM A ÁGUA E O GÁS CARBÔNICO, A PLANTA PRODUZ SEU ALIMENTO E LIBERA OXIGÊNIO

DENTRO DE CADA CÉLULA EXISTE UMA ORGANELA CHAMADA CLOROPLASTO

CADA FOLHA É FEITA DE MUITAS CÉLULAS

GÁS CARBÔNICO

ÁGUA
 H_2O

H_2O

H_2O

H_2O

CO_2

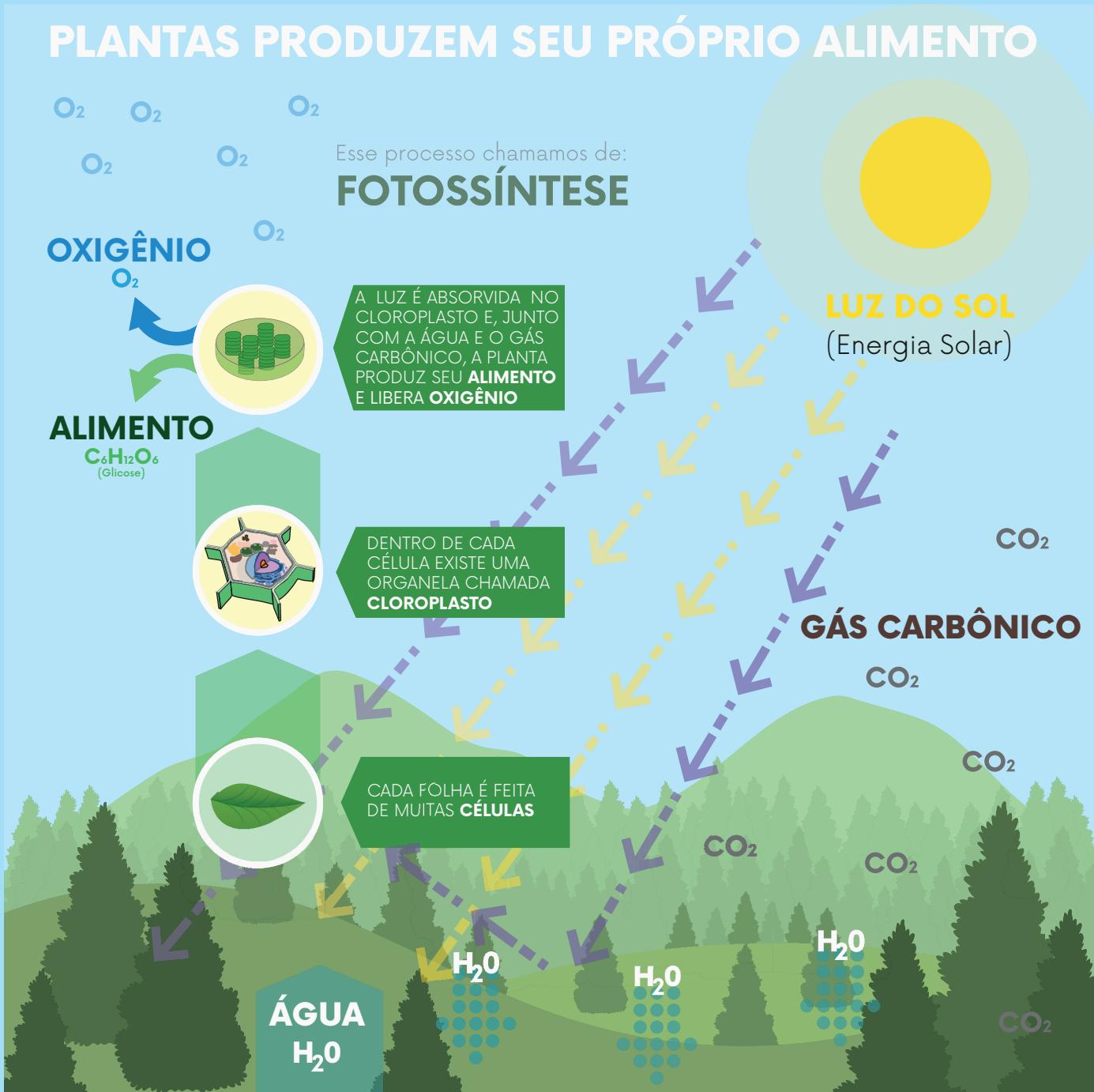
CO_2

CO_2

CO_2

CO_2

CO_2

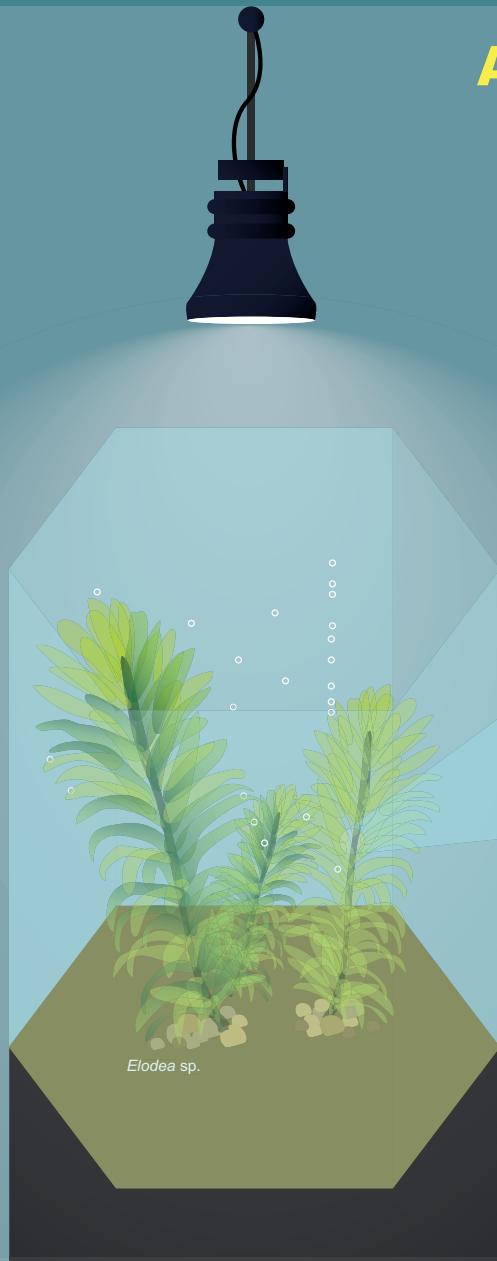


A FOTOSÍNTESE NA PRÁTICA

Um dos produtos da fotossíntese é o oxigênio, que é liberado na atmosfera em forma de O_2 . Em um simples experimento com plantas aquáticas é possível visualizar a liberação deste gás (O_2) por meio da formação de bolhas na água.

Para visualizar esse processo é fundamental expor as plantas à presença de gás carbônico (CO_2) e energia luminosa. Essa energia é responsável pela quebra da molécula de água (H_2O) presente nas células, liberando hidrogênio e oxigênio. Esse processo é chamado de fotólise. O hidrogênio é aproveitado pelo metabolismo celular como, por exemplo, na produção de energia para a célula (ATP) e o oxigênio é liberado na água, formando bolhas.

A FOTOSSÍNTESE NA PRÁTICA



REAÇÃO QUÍMICA DA FOTOSSÍNTESE

LUZ + GÁS CARBÔNICO (CO_2) + ÁGUA (H_2O) \rightarrow AÇÚCARES ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) + OXIGÊNIO (O_2) + ÁGUA (H_2O)

A VIDA SURTIU NA ÁGUA

Pesquisas indicam que, inicialmente, a vida na Terra só ocorria em ambientes aquáticos. Nesses ambientes, os organismos estavam protegidos dos raios ultravioleta (UV) emitidos pelo Sol. Ocupar o ambiente terrestre, sem estruturas especializadas na proteção contra os raios UV significaria a morte do organismo.

Dentro da água, a luz do Sol penetra até certa profundidade. Nos locais mais rasos e iluminados as algas se estabeleciam, realizavam fotossíntese e serviam de alimento para outros organismos como os Tardigrada, Crustacea e Hexapoda que, por sua vez, serviam de alimento para os primeiros peixes. Nos locais mais profundos dos mares, a ausência de luz impedia que as algas se instalassem. Eram locais profundos e sombrios, praticamente inabitados.

A VIDA DENTRO DA ÁGUA

RAIOS ULTRAVIOLETA (UV)

RAIOS ULTRAVIOLETA (UVA, UVB E UVC) SÃO ESSENCIAIS, MAS PODEM SER NOCIVOS À VIDA (UVB E UVC) PELA GRANDE ENERGIA QUE POSSUEM. É PRECISO PROTEÇÃO PARA FICAR EXPOSTO A ELAS

NÃO HAVIA VIDA NO AMBIENTE TERRESTRE

Marella

Haikouella

Anomalocaris

Amiskwaia

Hexápodes

Mylokunmingia

Trilobitas

Margaretia

540 - 480 MILHÕES DE ANOS ATRÁS

A TRANSIÇÃO PARA O AMBIENTE TERRESTRE

A conquista do ambiente terrestre pelas plantas foi um grande passo na evolução dos vegetais, o que também possibilitou a vida dos animais terrestres. Na transição da vida aquática para ocupar ambientes terrestres, as plantas ficaram expostas a condições desfavoráveis devido a menor disponibilidade de água e a intensa radiação solar no meio terrestre.

Assim, para diminuir a perda de água por ressecamento, estruturas como a cutícula de cera que envolve principalmente as folhas, tornando-as impermeáveis, e os estômatos responsáveis pelo controle das trocas gasosas da planta, passaram a ser adaptações que garantiram o sucesso dos grupos vegetais que conquistaram o ambiente terrestre.

No Devoniano (entre 410 e 358 milhões de anos atrás), os vertebrados ainda ocupavam somente o ambiente aquático, mas já haviam desenvolvido estruturas que permitiriam a ocupação do ambiente terrestre como, por exemplo, a respiração pulmonar e o surgimento das patas.

A TRANSIÇÃO PARA O AMBIENTE TERRESTRE

CUTÍCULA, ESTÔMATOS E TECIDOS CONDUTORES DE ÁGUA FAVORECERAM A VIDA FORA DA ÁGUA POR PROTEGEREM AS PLANTAS DA DESSECAÇÃO



Acanthostega



Cephalaspis



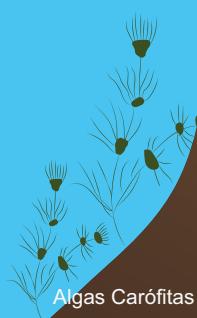
Peixe Acantódio



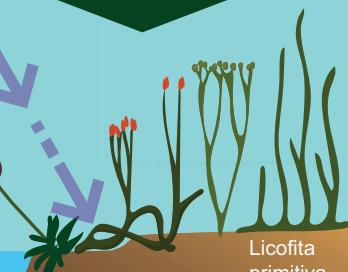
Tiktaalik



Silurolepis



Algas Carófitas



Briófitas

Traqueófitas primitivas

Licofita primitiva



Trilobitas

480 - 350 MILHÕES DE ANOS ATRÁS

ESTÔMATOS

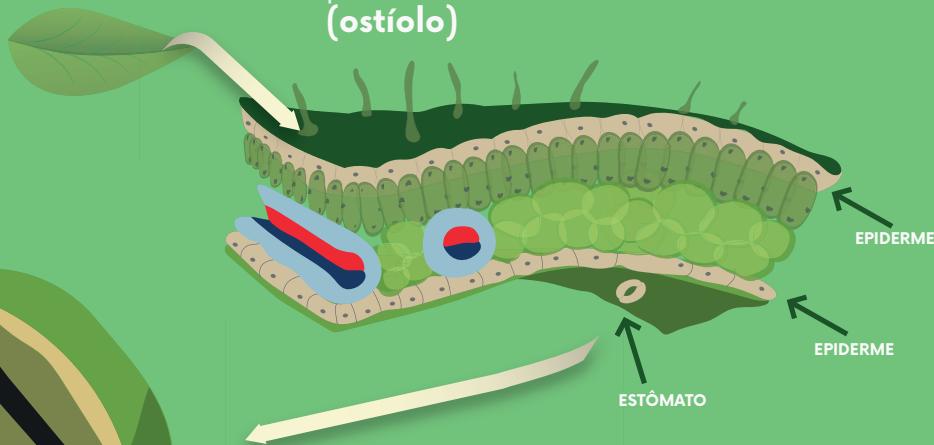
Adaptações não são características que se adquirem ao longo da vida, mas são características que se têm e que permitem sobrevivência em determinadas condições.

Os estômatos são um exemplo de adaptação que favoreceu o avanço das plantas para o ambiente terrestre. Assim, os grupos que o possuem são capazes de controlar as trocas gasosas com o meio, regulando, inclusive, a perda de água por transpiração.

Todas as plantas vasculares e algumas briófitas possuem estômatos, enquanto outros grupos possuem apenas poros, que são menos eficazes no controle das trocas gasosas. A capacidade de regular a perda d'água em ambientes em que esse recurso é escasso foi um importante passo para o domínio completo do ambiente terrestre pelos vegetais.

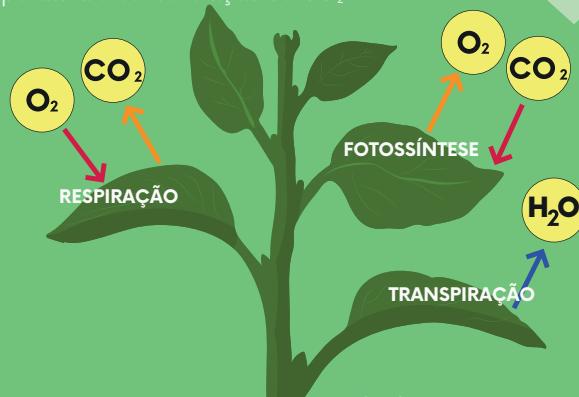
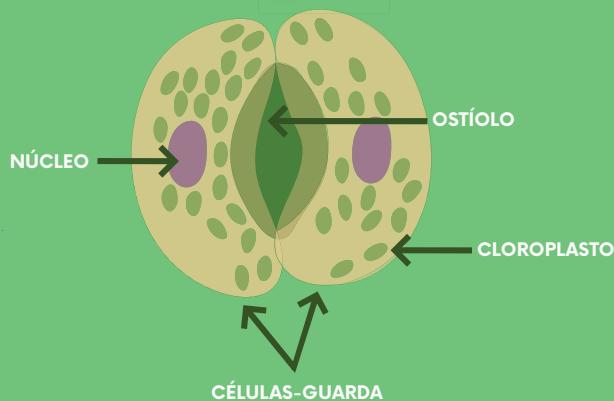
Estômatos

Os **estômatos** são pequenas aberturas presentes na superfície de quase toda a planta, principalmente nas folhas. Estas estruturas são formadas por duas células especializadas da epiderme (**células-guarda**) cujo movimento pode abrir ou fechar uma abertura (**ostíolo**)



Os estômatos controlam as trocas gasosas de processos como:

Diversos fatores ambientais controlam o movimento de abertura e fechamento do estômatos, como luz, temperatura e concentração de CO_2



Sempre que a perda de água por transpiração ameaçar a sobrevivência das plantas os estômatos se fecham evitando a desidratação

A CONQUISTA DEFINITIVA

Uma das maiores inovações que para a conquista definitiva do ambiente terrestre foi o surgimento das sementes nas gimnospermas. A semente protege e alimenta o embrião das plantas nas fases mais delicadas da germinação. As angiospermas apresentam estruturas ainda mais inovadoras, as flores e os frutos, que além de oferecer maior proteção ao embrião, também foram muito importantes para diversificar a polinização e a dispersão das sementes.

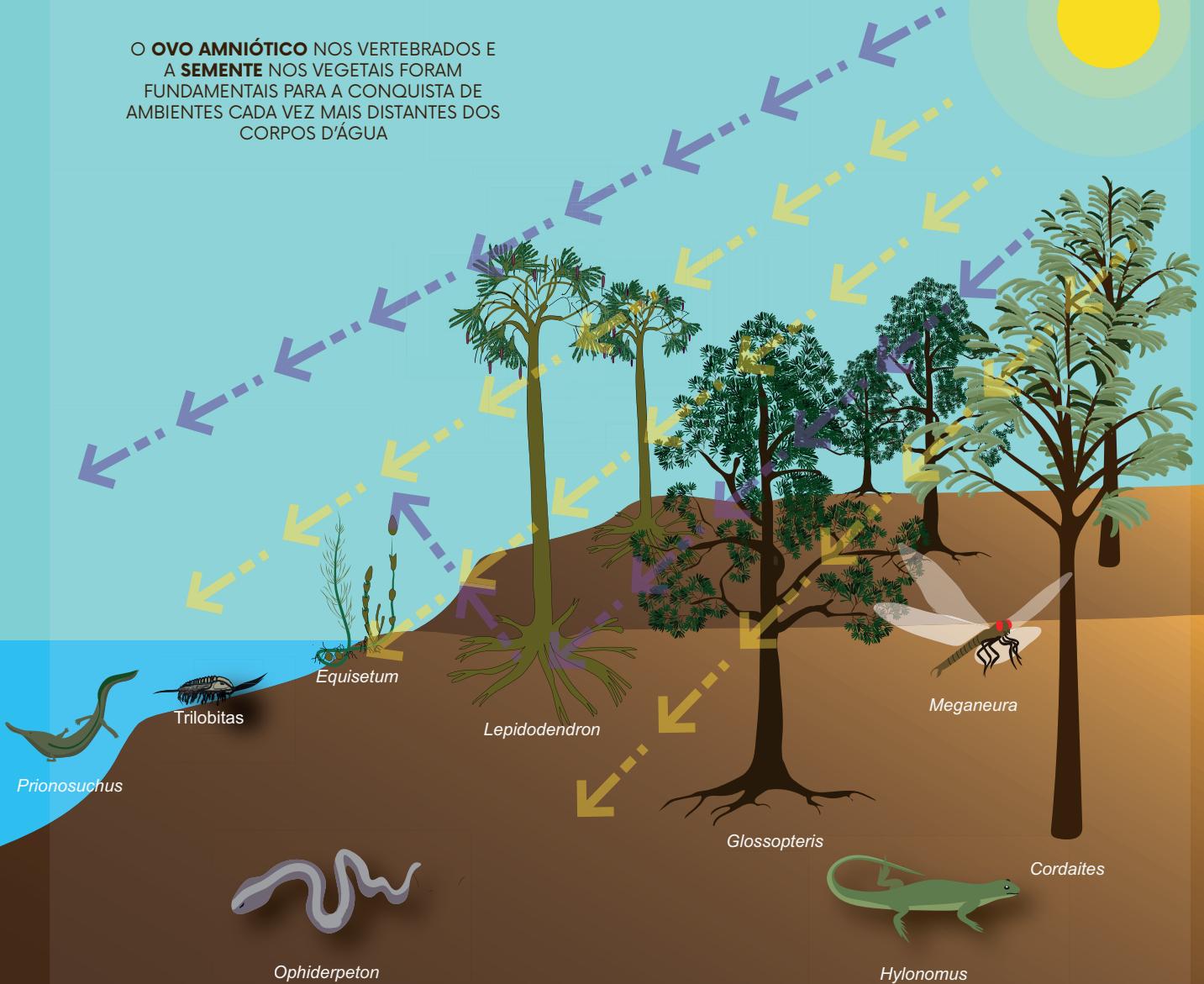
À medida que as plantas foram se instalando no ambiente terrestre, a competição por luz solar favoreceu o desenvolvimento de florestas cada vez mais diversificadas. Plantas capazes de sobreviver em ambientes mais sombreados e outras resistentes à luz solar intensa passaram a compor as paisagens.

Os vertebrados também apresentaram adaptações que impediam o ressecamento, como a produção de queratina para impermeabilizar a pele, além da reprodução em ambiente terrestre com o ovo amniótico.

Os insetos tinham cutícula com cera e espiráculos como mecanismo de abertura e fechamento para evitar a perda de água para o ambiente. Seus ovos com Córion e casca protegiam contra o ressecamento no ambiente terrestre.

A CONQUISTA DEFINITIVA

○ **OVO AMNIÓTICO** NOS VERTEBRADOS E
A **SEMENTE** NOS VEGETAIS FORAM
FUNDAMENTAIS PARA A CONQUISTA DE
AMBIENTES CADA VEZ MAIS DISTANTES DOS
CORPOS D'ÁGUA



350 - 250 MILHÕES DE ANOS ATRÁS

OVO AMNIÓTICO

Os anfíbios têm uma fase de vida aquática e outra terrestre e, quando são adultos, voltam para o ambiente aquático para se reproduzir. Os seus ovos não têm casca e por isso necessitam da água para proteção contra a radiação solar e os choques mecânicos.

Os répteis, aves e mamíferos monotremados podem se reproduzir fora da água porque possuem um ovo diferente, chamado amniótico. Este ovo possui uma casca dura para proteção e contém uma bolsa com líquido amniótico que o protege de impactos e impede a dessecação ocasionada pela radiação solar. Essa adaptação ao ambiente terrestre permitiu que os filhotes pudessem se desenvolver por mais tempo dentro do ovo. Assim, eles nascem como uma miniatura do adulto, sem precisar passar por metamorfose, como acontece com os anfíbios.

A evolução do ovo amniótico permitiu aos vertebrados ocuparem por completo o ambiente terrestre.

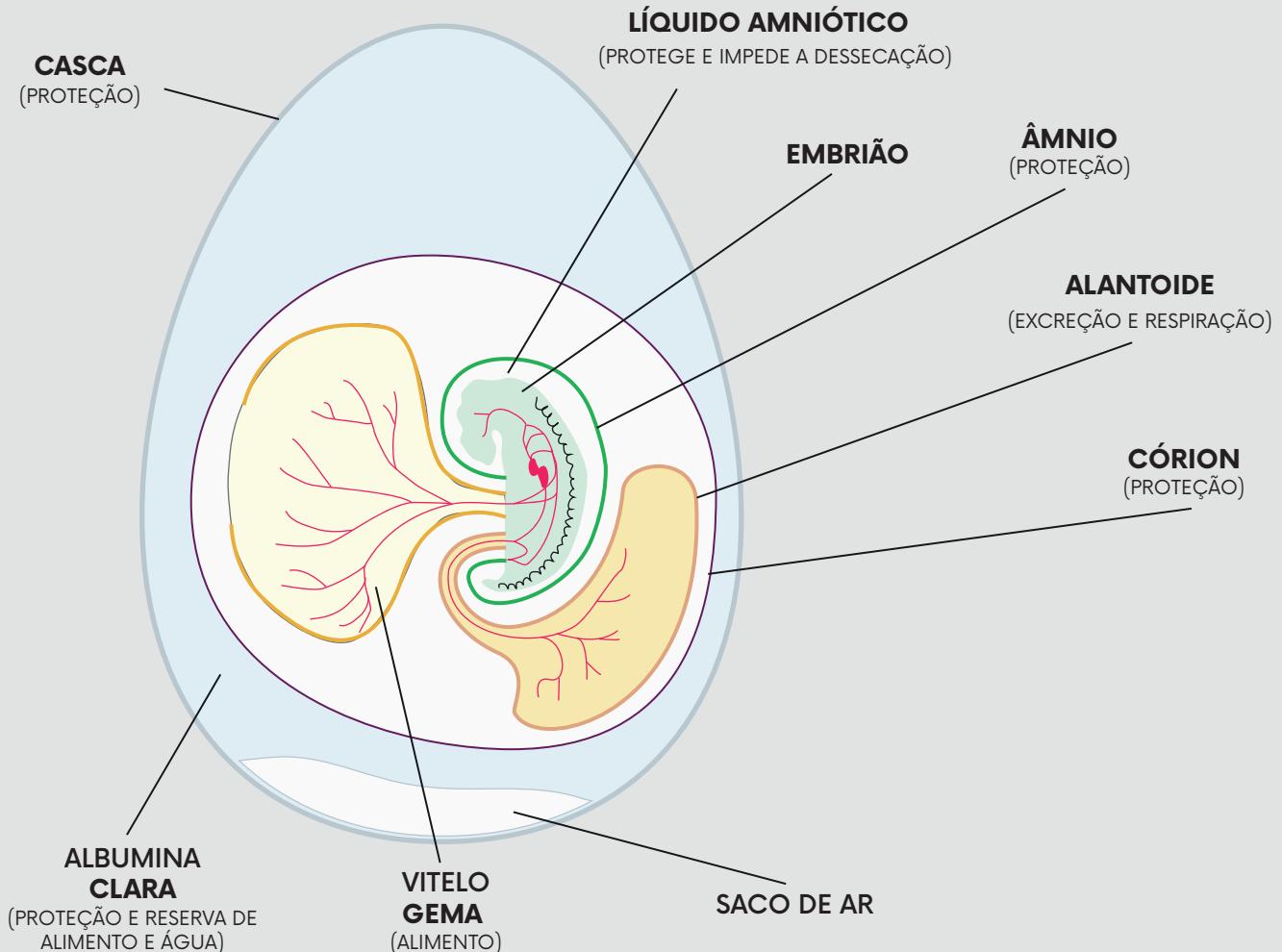
OVO AMNIÓTICO

O que é?

Ovo que possui uma casca dura e que contém líquido amniótico.

Quem se reproduz por este tipo de ovo?

RÉPTEIS, AVES E MAMÍFEROS MONOTREMADOS



BIODIVERSIDADE ANTES DA ÚLTIMA GRANDE EXTINÇÃO

A idade da Terra é datada de aproximadamente 4,6 bilhões de anos. Há aproximadamente 540 milhões de anos, houve um grande evento de diversificação de formas multicelulares de vida, a chamada explosão cambriana. Desde então, cinco grandes extinções atingiram a biodiversidade do nosso planeta. A última delas é a mais famosa, pois foi a extinção que dizimou os dinossauros. Antes dessa última grande extinção, as gimnospermas (plantas com semente e sem flor) e as samambaias dominavam a vegetação. A dispersão do grão de pólen e das sementes era feita basicamente pelo vento.

O ambiente aquático era dominado por moluscos, equinodermos, cnidários e crustáceos. No ambiente terrestre, a maioria dos insetos encontrados naquele período são observados até hoje.

Dentre os vertebrados, já estavam presentes as aves e os mamíferos, mas o grupo mais diversificado era os répteis, ocupando todos os ambientes. Os dinossauros, lagartos, crocodilos e as serpentes viviam nos ambientes terrestres, próximos a rios e lagos, já os pterossauros ocupavam os ares e os ictiossauros, plesiossauros e elasmossauros, por exemplo, ocupavam os mares.

BIODIVERSIDADE ANTES DA EXTINÇÃO

PLANTAS

**PTERIDÓFITAS
(COMO AS SAMAMBAIAS)
E GIMNOSPERMAS
(COMO OS PINHEIROS)
DOMINAVAM A VEGETAÇÃO**



**SEMENTES ERAM DISPERSAS
PELO VENTO**



INVERTEBRADOS

**OS PRIMEIROS INSETOS NÃO
VOAVAM E TINHAM CUTÍCULA COM
CERA E ESPIRÁCULOS COM
MECANISMO DE ABERTURA E
FECHAMENTO PARA EVITAR A PERDA
DE ÁGUA PARA O AMBIENTE**



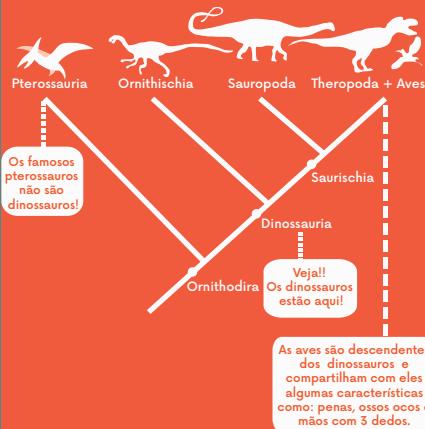
**OS INSETOS, COMO AS
LIBÉLULAS (ZIG-ZAG), JÁ EXISTIAM
ANTES DO SURGIMENTO DOS
DINOSSAUROS E DAS PLANTAS COM
FLORES E FRUTOS**



LIBÉLULA NO ÂMBAR

VERTEBRADOS

**OS MAMÍFEROS JÁ ESTAVAM
PRESENTES BEM ANTES DA ÚLTIMA
GRANDE EXTINÇÃO, MAS ELES ERAM
MUITO PEQUENOS E VIVIAM NO TOPO
DAS ÁRVORES OU EM TOCAS**



FÓSSEIS

O nome fóssil vem de *fossilis*, que quer dizer extraído da terra, já que são organismos encontrados preservados nas rochas sedimentares.

Eles podem ser chamados de restos, quando partes do organismo se preservam, por exemplo, ossos, dentes, conchas ou até mesmo o tecido mole. Eles também podem ser chamados de vestígios, quando apenas o registro da atividade do organismo se preserva na rocha, como as pegadas, as pistas, os ninhos e as fezes.

Para um organismo se transformar em um fóssil ele precisa morrer próximo ou dentro de um corpo d'água, como rios, lagos e oceanos. Se ele for rapidamente soterrado por sedimento (lama ou areia), os agentes que fazem a decomposição dos corpos não poderão atuar e o organismo entrará no ciclo de formação das rochas. As partes originais desse organismo (ossos e tecidos) podem ser substituídos por minerais ou sedimentos, tornando-o um fóssil.

FÓSSEIS

FOSSILIS

SER EXTRAÍDO DA TERRA

PODEM SER

Restos: partes de
um organismo

Vestígios: registro
da atividade do
organismo

COMO SE FORMAM?

MORTE

SOTERRAMENTO

FORMAÇÃO
ROCHA
SEDIMENTAR

MILHÕES DE ANOS



BACIAS SEDIMENTARES

Os fósseis, que são importantes registros da vida que ocorreu no passado da Terra, são recuperados de rochas sedimentares formadas há milhões/milhares de anos atrás. Essas rochas se formam pelo depósito de sedimentos em locais baixos do relevo, nas chamadas bacias sedimentares.

A Bacia Sedimentar do Araripe, por exemplo, é um dos principais sítios fossilíferos do Brasil e do mundo porque os fósseis são encontrados completos e muitas vezes se preservam até os tecidos moles. Ela está localizada entre os estados do Piauí, Ceará e Pernambuco e é constituída por rochas formadas há 126-113 milhões de anos no período que chamamos de Cretáceo.

Nesta bacia é encontrada uma grande quantidade e diversidade de peixes (tubarões e raias), répteis (jabutis, tartarugas, crocodilos, lagartos, dinossauros e pterossauros), aves, anfíbios, além de invertebrados (moluscos, crustáceos, insetos e aranhas) e plantas (troncos, folhas e frutos). Recentemente, o cogumelo mais antigo do mundo foi encontrado preservado nas rochas da Bacia do Araripe.

Em Roraima, na Bacia Sedimentar do Tacutu, também são encontrados fósseis que viveram praticamente na mesma época daqueles encontrados no Araripe. São conhecidos até agora fósseis de plantas (troncos e folhas) e vestígios de invertebrados.

BACIAS SEDIMENTARES

**BACIA
SEDIMENTAR
DO TACUTU**

E em RORAIMA???
Onde encontramos fósseis?

**BACIA
SEDIMENTAR
ARARIPE**

Ainda pouco conhecidos,
esses fósseis são de
organismos que viveram
praticamente na mesma
época daqueles encon-
trados no Araripe

São fósseis de organismos
que viveram cerca de
126-113 milhões de anos
atrás, no **CRETÁCIO**

Esses fósseis estão entre
os mais bem preservados
do mundo!

A ÚLTIMA GRANDE EXTINÇÃO

Considera-se extinção em massa quando mais de 75% da vida existente é perdida em um curto intervalo de tempo geológico. A última grande extinção que atingiu a Terra ocorreu no limite K-Pg, onde K remete ao último período da Era Mesozoica (Cretáceo) e Pg ao primeiro período da Era Cenozoica (Paleogeno). Essa extinção marca a passagem da Era dominada pelos dinossauros, para a Era de irradiação dos mamíferos.

As causas que levaram a essa extinção são ainda objetos de estudo da ciência. Os dados paleontológicos e geológicos apontam duas hipóteses. A primeira seria a queda de um asteroide há, aproximadamente, 66 milhões de anos. O impacto desse asteroide teria provocado um desequilíbrio no sistema Terra, iniciando uma série de erupções vulcânicas, incêndios florestais, terremotos e tsunamis. A cratera desse asteroide se encontra na península de Yucatán, no México. A segunda, relaciona a perda da biodiversidade à intensificação do vulcanismo na Terra. As rochas vulcânicas formadas nesse evento podem ser encontradas na Índia e datam também de, aproximadamente, 66 milhões de anos. Em decorrência do vulcanismo, teria ocorrido um aquecimento global e a formação de muita chuva ácida.

Nas duas hipóteses, o escurecimento completo da Terra provocado pela fumaça, impedindo a entrada plena da luz solar, teria provocado a extinção. A luz, como já vimos, é a energia fundamental para a realização da fotossíntese pelas plantas (produtores primários). A interrupção desse processo, teria provocado um colapso na cadeia alimentar.

A ÚLTIMA GRANDE EXTINÇÃO

IMPACTO DE UM ASTEROIDE

- 66 MILHÕES DE ANOS ATRÁS
- INCÊNDIOS FLORESTAIS
- TSUNAMIS / TERREMOTOS

A CRATERA DEIXADA PELO CHOQUE PODE SER VISITADA NO MÉXICO

VULCANISMO

- 66 MILHÕES DE ANOS ATRÁS
- AQUECIMENTO GLOBAL
- CHUVA ÁCIDA

AS ROCHAS FORMADAS PELOS VULCÕES ESTÃO NA ÍNDIA

COLAPSO NA CADEIA ALIMENTAR



VOCÊ SABIA?
DESDE A ORIGEM DA TERRA OCORRERAM 5 GRANDES EXTINÇÕES



BIODIVERSIDADE APÓS A ÚLTIMA GRANDE EXTINÇÃO

Quando uma extinção em massa atinge o planeta, os grupos extintos deixam nichos vagos para a irradiação e diversificação dos grupos sobreviventes. A cada extinção, portanto, é a vida que se renova. Grupos dominados podem vir a se tornar dominantes e novas formas podem evoluir.

Dentre as plantas, as angiospermas que existiam timidamente antes da última grande extinção, começam a se tornar o grupo dominante da vegetação. As gramíneas aparecem e os campos (como o lavrado) passam a existir como paisagem na Terra. A polinização e dispersão de sementes, que antes era feita basicamente pelo vento, agora é também realizada por insetos, aves e mamíferos.

Dentre os vertebrados, nem todos foram extintos. Peixes, anfíbios, tartarugas e crocodilos sobreviventes voltaram a se diversificar, deixando decedentes na Terra até os dias atuais. As aves, decedentes dos dinossauros Theropoda, é o segundo grupo de vertebrados mais diverso atualmente.

BIODIVERSIDADE APÓS A EXTINÇÃO

PLANTAS

APÓS A EXTINÇÃO, PLANTAS COM



PASSARAM A DOMINAR A VEGETAÇÃO



A DISPERSÃO DOS FRUTOS E A POLINIZAÇÃO POR ANIMAIS COLABOROU PARA O SUCESSO DESSAS PLANTAS (ANGIOSPERMAS)



INVERTEBRADOS

OS INVERTEBRADOS, COMO OS INSETOS, DIVERSIFICARAM-SE AINDA MAIS APÓS A EXTINÇÃO E, HOJE EM DIA, SÃO UM DOS MAIORES GRUPOS ENTRE OS ANIMAIS



MUITOS DOS INSETOS SÃO OS PRINCIPAIS RESPONSÁVEIS PELA POLINIZAÇÃO DAS PLANTAS COM FLORES



VERTEBRADOS

COM A EXTINÇÃO DOS DINOSSAUROS, OUTROS SOBREVIVENTES PASSARAM A OCUPAR A FUNÇÃO DE PREDADORES, COMO:



Aves do terror
Paraphysornis (brasiliensis)



Serpentes gigantes
(Titanoboa cerrejonensis)

DEPOIS, OS MAMÍFEROS PASSARAM A OCUPAR A FUNÇÃO DE GRANDES PREDADORES COM A EVOLUÇÃO DOS FELINOS, COMO O FAMOSO:



Tigre Dente de Sabre
(Smilodon populator)

FLORESTAS

Floresta é uma vegetação que apresenta predominantemente árvores cujas copas se tocam formando o que chamamos de dossel (cobertura superior da floresta onde as folhas e ramos das árvores se sobrepõem).

As florestas tropicais apresentam um mosaico vegetacional (ambiental e/ou sucessional) formado por áreas com manchas de clareiras e outras recobertas pelo dossel, criando ambientes mais ou menos iluminados. Essas áreas exibem diferentes regimes de luz, por isso as espécies apresentam diferentes adaptações para se desenvolver e de se distribuir nestes ambientes. Plantas emergentes vivem sob condições de muita luz, enquanto que aquelas plantas que vivem debaixo das copas exigem uma menor quantidade de luz.

Em Roraima, as florestas amazônicas cobrem cerca de 80% da sua superfície, principalmente ao sudeste e ao sul do estado. Nestas florestas, é possível observar diferentes fisionomias, como as florestas ombrófilas de terra-firme, as florestas sujeitas à inundação (matas de igapós e de várzeas), além de outras formações, geralmente mais abertas e sob areias brancas, as campinaranas e campinas. Algumas espécies são muito características nas florestas mais densas e altas, como a poderosa "Sumaúma" (*Ceiba pentandra*) e a nossa "Castanha-do-Brasil" (*Bertholletia excelsa*).

FLORESTA



Macaco-aranha



Onça-pintada



Veado-mateiro



Porco-do-mato



Anta

NA FLORESTA É POSSÍVEL OBSERVAR A **DISPUTA PELA LUZ**. GRANDES ÁRVORES FAZEM SOMBRA EM ARBUSTOS E ERVAS QUE POSSUEM MECANISMOS PARA VIVER COM POUCA LUZ.

RIOS, IGARAPÉS, LAGOS E ÁREAS DE BURITIZAIS

Os sistemas aquáticos de Roraima são muito influenciados pelo regime de chuvas da região. Os ambientes localizados acima da linha do equador começam a receber grandes volumes de água em abril, com pico em junho e entram em período de seca em setembro.

Os igarapés (pequenos córregos) e os alagados de áreas de buritizais drenam as águas para os sistemas aquáticos maiores, como os rios. Algumas vezes a água dos igarapés e áreas de buritizais drenam suas águas para os lagos.

A grande maioria dos pequenos lagos de Roraima, mais comuns em áreas de lavrado (cerrado de Roraima), são formados por drenagem de outras áreas ou pelas chuvas que caem no período de abril a junho.

Nesses locais podemos encontrar vários vertebrados, como os jacarés, anfíbios e peixes, e vários invertebrados como os insetos aquáticos, moluscos, minhocas e crustáceos. Muitos dos animais que vivem nesses ambientes, provavelmente, ainda não são conhecidos pela ciência e muitas dessas espécies poderão ser extintas devido as agressões humanas.

RIOS, IGARAPÉS, LAGOS E ÁREAS DE BURITIZAIS

APÓS A ÚLTIMA GRANDE
EXTINÇÃO OS **GRUPOS**
SOBREVIVENTES SE
DIVERSIFICARAM, PERMITINDO O
SURGIMENTO DE NOVAS
FORMAS E ESPÉCIES.



Tucano



Jacaré-açu



Ariranha



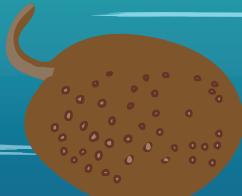
Surubim



Pirarucu



Tucunaré



Arraia



Piranha

LAVRADO

As savanas cobrem cerca de 1/5 da superfície continental do planeta e apresentam importância socioeconômica em relação ao uso da terra e biodiversidade. As savanas são um tipo de vegetação tropical ou subtropical onde a camada herbácea é dominante, originando paisagens predominantemente campestres.

As árvores e arbustos, se ocorrerem, estão dispersos e não formam um dossel como nas florestas. Nos ambientes abertos das savanas, os vegetais estão sujeitos a grande luminosidade. Secas e incêndios na estação mais desfavorável do ano são frequentes, fazendo com que muitas espécies tenham desenvolvido adaptações para lidar com estas adversidades. As árvores são geralmente baixas e tortuosas, e muitas espécies podem apresentar caules com casca grossa, suberosa e resistente ao fogo, além de folhas rígidas e cobertas por densa pilosidade. Muitas espécies investem sua energia na formação de estruturas subterrâneas, pois suas partes aéreas estão sujeitas a maior destruição pelo fogo ou secas intensas.

As savanas que ocorrem em Roraima são localmente conhecidas como "Lavrado", ocupando quase 20% da superfície do estado e apresentam desde áreas campestres até formações com uma maior densidade de árvores. Nestas paisagens, outros tipos de vegetação também são comuns, como as ilhas de matas e os buritizais. Algumas espécies vegetais são muito características como o "buriti" (*Mauritia flexuosa*), o "caimbé" (*Curatella americana*), o murici (*Byrsonima crassifolia*), a "paricarana" (*Bowdichia virgilioides*) e o "douradão" (*Palicourea rigida*). Entre os animais, destacam-se o "tamanduá-bandeira", além de aves como o "tuiuui" e diferentes papagaios.

LAVRADO

AS PAISAGENS SE
DIVERSIFICARAM E OS
CAMPOS, COMO O LAVRADO,
FORAM UM DOS ÚLTIMOS A
SURGIR NA HISTÓRIA DA VIDA
NA TERRA.

Papagaio



Tuiuiu



Cascavel



Sapo



Tamanduá-bandeira



Coruja

A DINÂMICA DA VIDA NA TERRA NUNCA PARA! O QUE SERÁ QUE VEM POR AÍ?

AUTORES

Juliane Marques-de-Souza, Bióloga, Doutora em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), professora do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima (UERR). Atua nas áreas de Paleontologia (paleobotânica) e Ensino de Ciências, com ênfase em metodologias de ensino e divulgação científica.

Flávia Antunes, Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), professora do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Roraima (UERR). Atua nas áreas de fisiologia e biotecnologia vegetal.

Ivanise Maria Rizzatti, Química, Doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), professora do Curso de Licenciatura em Química e do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima (UERR). Desenvolve pesquisas na área de química ambiental, ensino de química e divulgação científica.

Elizete Celestino Holanda, Bióloga, Doutora em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), professora adjunta no Departamento de Geologia e orientadora no Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal do Roraima. Atua nas áreas de Geociências e Zoologia, com ênfase em Paleontologia, Paleozoologia e Divulgação Científica.

AUTORES

Oscar Tintorer Delgado, Físico, Doutor em Ciências Técnicas. Universidade Central de Villa Clara, Cuba, professor do curso de Licenciatura em Física e do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima.

Andréia Silva Flores, Bióloga, Doutora em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), pesquisadora na área de taxonomia vegetal e curadora do Herbário do Museu Integrado de Roraima (Instituto de Amparo a Ciência, Tecnologia e Inovação de Roraima).

Rodrigo Schütz Rodrigues, Biólogo, Doutor em Biologia Vegetal pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), professor no Curso de Ciências Biológicas e curador do Herbário da Universidade Federal de Roraima. Atua na área de taxonomia vegetal.

Rafael Boldrini, Biólogo, Doutor em Ciências Biológicas (Entomologia) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), professor do Centro de Estudos da Biodiversidade (CBio) da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Realiza estudos com taxonomia de insetos, com ênfase na ordem Ephemeroptera.

Bianca Maria de Paiva Ottoni Boldrini, Bióloga, Doutora em Ciências Biológicas (Entomologia) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), professora do Colégio de Aplicação (CAP) da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Realiza estudos com decomposição foliar em riachos amazônicos, insetos aquáticos e ensino de ciências.

REFERÊNCIAS

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., Walter, P. (2011). Fundamentos de Biologia Celular. 3. ed. Porto Alegre: Artmed.

Atkins, P.W., Jones, L., (2012). Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman.

Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B. et al. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471, 51–57.

Douglas, P., Lamb, S., Angeles, G.G., et al. (2009). Prehistoric life: The definitive visual history of life on earth. DK Publishing, Inc., New York, NY.

Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (2014) Biologia Vegetal. 8.ed. Editora Guanabara Koogan.

Taiz, L., Zeiger, E. (2013). Fisiologia Vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.

Vojtěch, T., Jaroslav, M., Josef, B. (2004). Atlas ilustrado de los fósiles. Susaeta Ediciones.



ISBN 978-856192415-7



9

788561

924157

REALIZAÇÃO



FINANCIAMENTO

Instituto  TIM



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



APOIO

