

meSalva!

PARTE I

BIO LO GIA



meSalva!

CURSO ENEM ONLINE

O melhor cursinho para o ENEM 2019 é o que te aprova no curso dos seus sonhos



Conte com a melhor preparação para a Prova do ENEM:



CONTEÚDO COMPLETO PARA O ENEM

+5.000 vídeos, 10.000 exercícios e aulas ao vivo todos os dias para tirar suas dúvidas



PLANO DE ESTUDOS PERSONALIZADO

Organizamos para você um cronograma de estudos de hoje até o ENEM



CORREÇÃO DE REDAÇÃO ILIMITADA

Receba notas e comentários para cada critério de avaliação do ENEM



SIMULADOS COM CORREÇÃO TRI

Simulados com correção no mesmo formato da Prova do ENEM

QUERO SER APROVADO!

PARTE I

BIOLOGIA

01

ORIGEM DA VIDA E DO UNIVERSO

meSalva!

ORIGEM DA VIDA E DO UNIVERSO

A BIOLOGIA

E aí, galera do Me Salva!

Prontos para imergir no universo da Biologia? Ou melhor, do estudo da vida e tudo que envolve isso em nosso planeta? Durante o texto você vai aprender um pouco mais sobre a Biologia como uma disciplina científica e também sobre a origem da vida, do universo e tudo mais...

Muitas vezes a biologia surge como algo abstrato, subjetivo, que a gente não consegue entender muito bem nem saber direito qual o lugar dela na nossa compreensão do mundo. A Biologia é a ciência que estuda desde o menor ser vivo ao maior, e ela não está sozinha no mundo não. Ela se conecta com outras áreas de estudo, como a química, a geografia, a geologia, a física, a sociologia... e abrange as relações que os **seres vivos** apresentam entre eles com o **ambiente**, tentando entender os padrões e toda a dinâmica que resulta dessas interações.

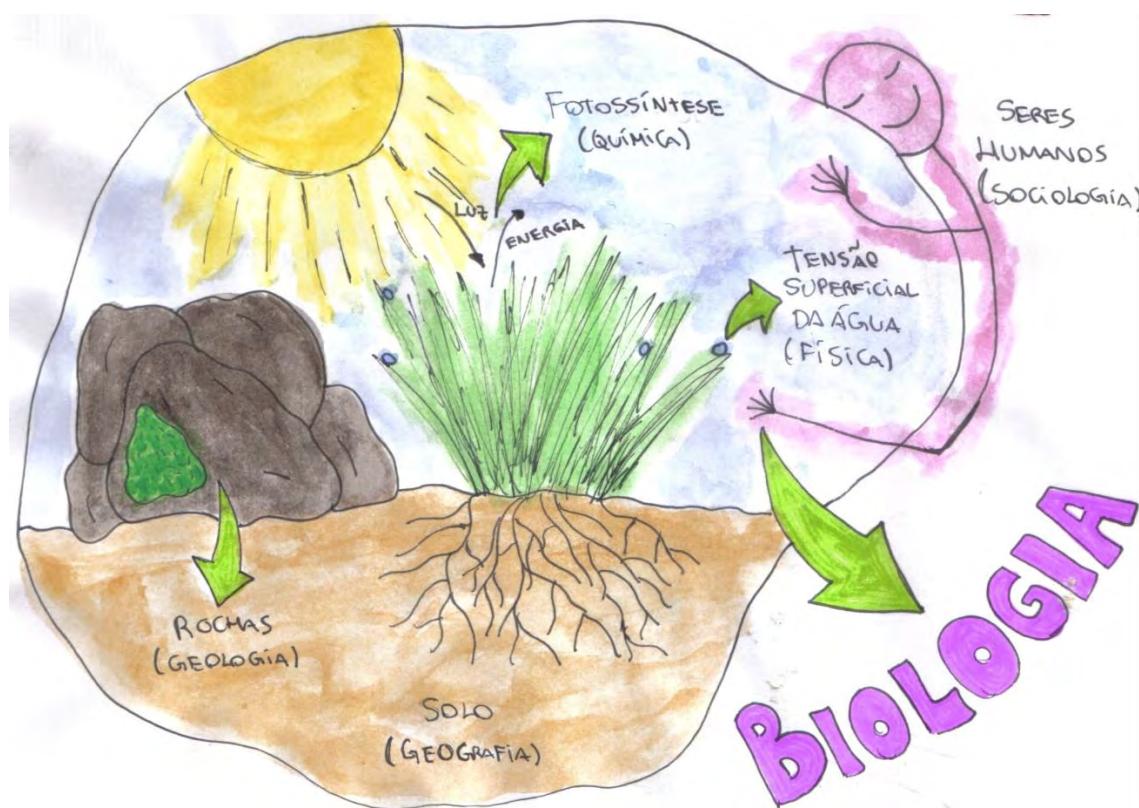


FIGURA 1: A BIOLOGIA E A INTERAÇÃO COM AS OUTRAS ÁREAS DO CONHECIMENTO.

Quando falamos de biologia é comum enxergarmos tudo em caixinhas separadas, cada uma no seu canto, realizando o seu papel. Isso dificulta a compreensão dessa área da ciência tão importante e bonita, e muitas vezes torna chata a tentativa de se conectar com algo que parece tão distante e isolado de todo o resto. Pois é exatamente isso que pretendemos mudar

com nossas apostilas. Queremos mostrar pra vocês a conexão entre as diferentes áreas da Biologia, proporcionando um entendimento contextualizado e integrado sobre o estudo da vida. Nas apostilas de Bio, vamos ver que podemos estudar essa disciplina em escalas muito diferentes, desde o mundo **microscópico**, não visível a olho nu, até sistemas bem maiores, como as florestas tropicais.

A **Ecologia** é o ramo da Biologia que estuda os seres vivos e sua interação com o ambiente onde vivem, e ela é simplesmente tudo. Tudo envolve ecologia. E para haver ecologia precisamos do que? Seres vivos. E é aí que entram as plantas, que são estudadas com a **Botânica**, os animais, estudados pela **Zoologia**, os fungos, foco de estudo da **Micologia**, e os vírus, bactérias e protozoários e algas, pesquisados pela **Microbiologia**. Para compreendermos melhor os seres vivos, precisamos estudar não só como eles interagem com o meio, mas também sua estrutura e funcionamento, ou seja, **morfologia** e **fisiologia**, que em biologia possuem relação muito próxima. Além disso, esses estudos podem ser realizados comparando diferentes organismos, o que chamamos de **Biologia Comparada**. Mas não pensem que a ecologia envolve só mato e bicho não! Têm outro animal aí que a gente ainda não falou: o ser humano. O ser humano interage tanto quanto qualquer outro ser vivo no espaço em que ele vive, às vezes tendo uma interação mais danosa do que benéfica. E é exatamente por isso, precisamos entender que fazemos parte da natureza, e de que forma afetamos o mundo à nossa volta. Compreendendo melhor a Ecologia dos seres humanos, teremos mais chances de manter nosso planeta vivo, habitável e saudável, vivendo de uma forma mais sustentável e harmônica.

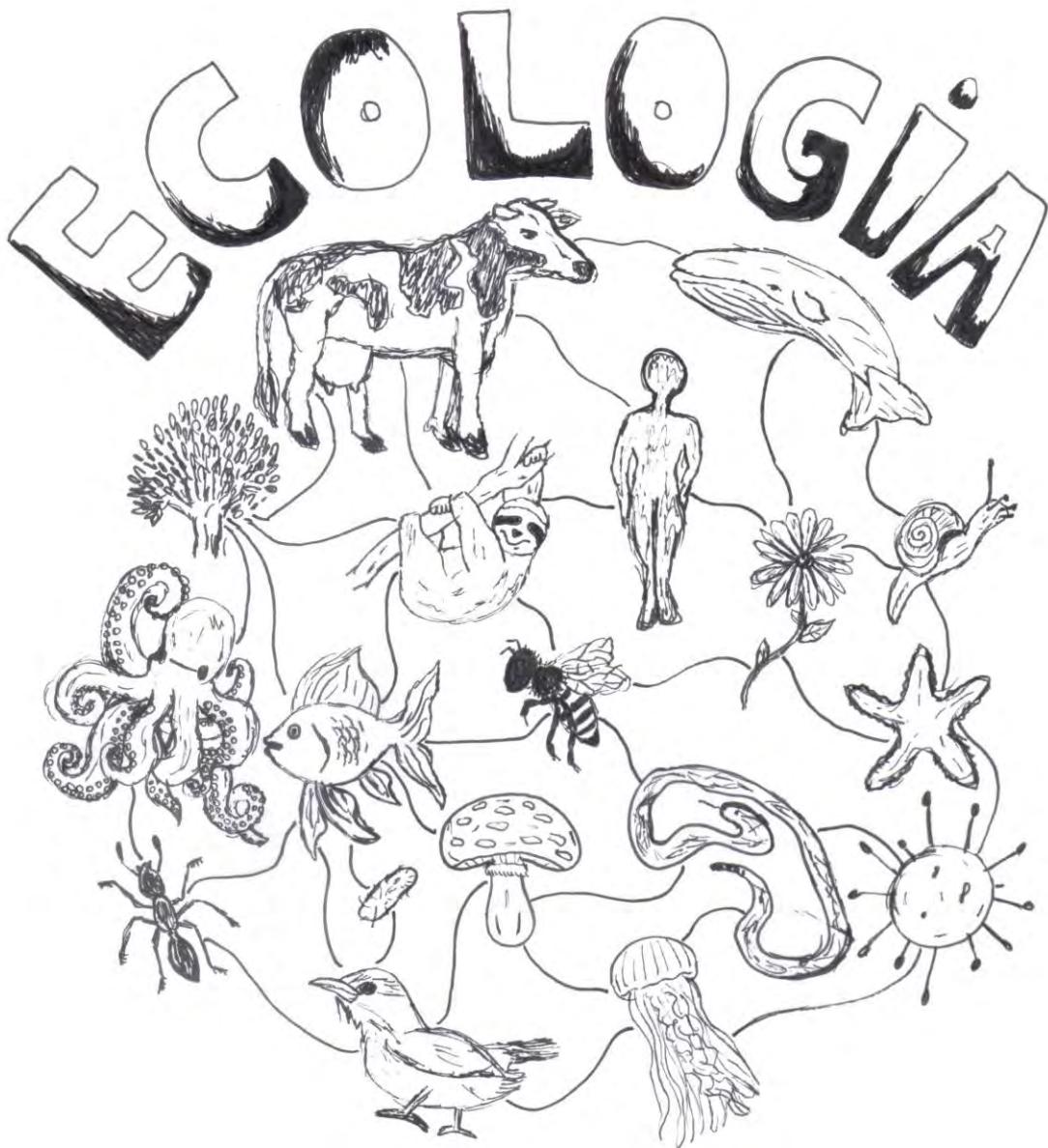


FIGURA 2: INTERAÇÕES ENTRE OS SERES VIVOS E O MEIO AMBIENTE (ECOLOGIA), MOSTRANDO QUE TODOS FAZEM PARTE DE UMA TEIA.

Já que estamos falando em seres humanos, da mesma forma que a morfologia e a fisiologia estudam os outros seres vivos, nossa espécie também pode ser estudada por essas disciplinas. Somos um **organismo**, formado por um conjunto de **órgãos** que são formados por **tecidos**. O estudo dos tecidos é chamado de **Histologia**. Mas o que todos esses seres vivos têm em comum (com exceção dos vírus)? São formados por **células**! Isso mesmo, células. De uma célula, temos um universo inteiro de seres vivos. Isso é, a maior parte dos seres vivos são formados por apenas uma célula, sendo por isso chamados de **unicelulares**. Os formados por mais células são chamados de **pluri** ou **multicelulares**. Nos organismos multicelulares, como os animais, incluindo os humanos, o estudo do desenvolvimento de um organismo a partir de uma única célula é o foco da **Embriologia**.

Ufa! Até aqui tudo certo? Deu pra perceber que as coisas estão conectadas? Pois então, agora a gente entra na parte mais “abstrata”, aquela que a gente não consegue ver sem a ajuda de equipamentos especiais, que já não é tão palpável: o universo das células. Esse universo é estudado através da **citologia**. Tá, mas e as células fazem o quê? Como uma bactéria e um ser um humano são formados a partir de uma mesma coisa microscópica? Pois existem tipos de células diferentes, as células que deram origem aos primeiros seres vivos são mais simples, e a partir delas surgiram, muito tempo depois, um tipo de célula mais complexa, capaz de originar seres como a gente. As células dos seres humanos apresentam uma estrutura que envolve o **material genético**, chamada de **núcleo**. Células como as nossas, que apresentam núcleo, são chamadas de **eucarióticas**. As células das bactérias também apresentam material genético, mas ele não está organizado na forma de um núcleo. Células como as das bactérias, sem núcleo, são chamadas de **procarióticas**. Entretanto, tanto humanos como bactérias são derivados de um tipo de célula mais simples, que é ancestral de todos os seres vivos conhecidos. E essa é a parte da origem da vida, que de um pequeno serzinho foi se originando tudo que conhecemos hoje no planeta terra. Mas como? Através da **divisão celular**! Que é responsável por originar mais células a partir de uma. Células que podem vir a se diferenciar e não serem iguais as que deram origem a ela.

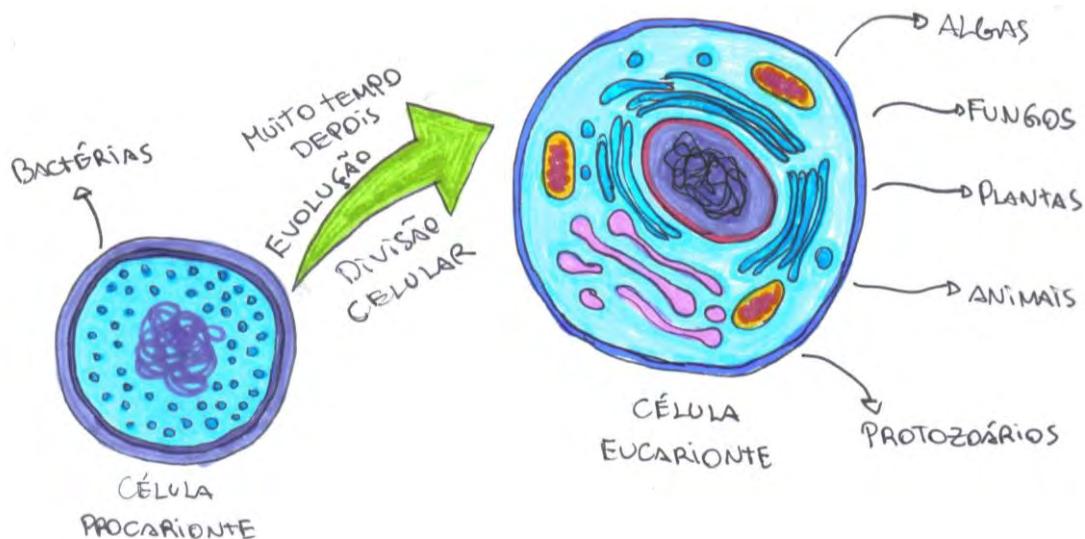


FIGURA 3: CÉLULA PROCARIONTE E EUCHARIONTE E A ORIGEM DOS SERES VIVOS.

Isso é explicado pela **Evolução**, que mostra como as espécies mudam ao longo do tempo. Isso inclui o a célula ancestral que originou ao longo do tempo todas as espécies que conhecemos ou mesmo as que já não existem mais, que foram extintas. Essa noção, de que todos os organismos possuem um ancestral comum, origina a ideia de "árvore da vida". Abaixo vocês podem ver um dos ramos da árvore: o dos animais.

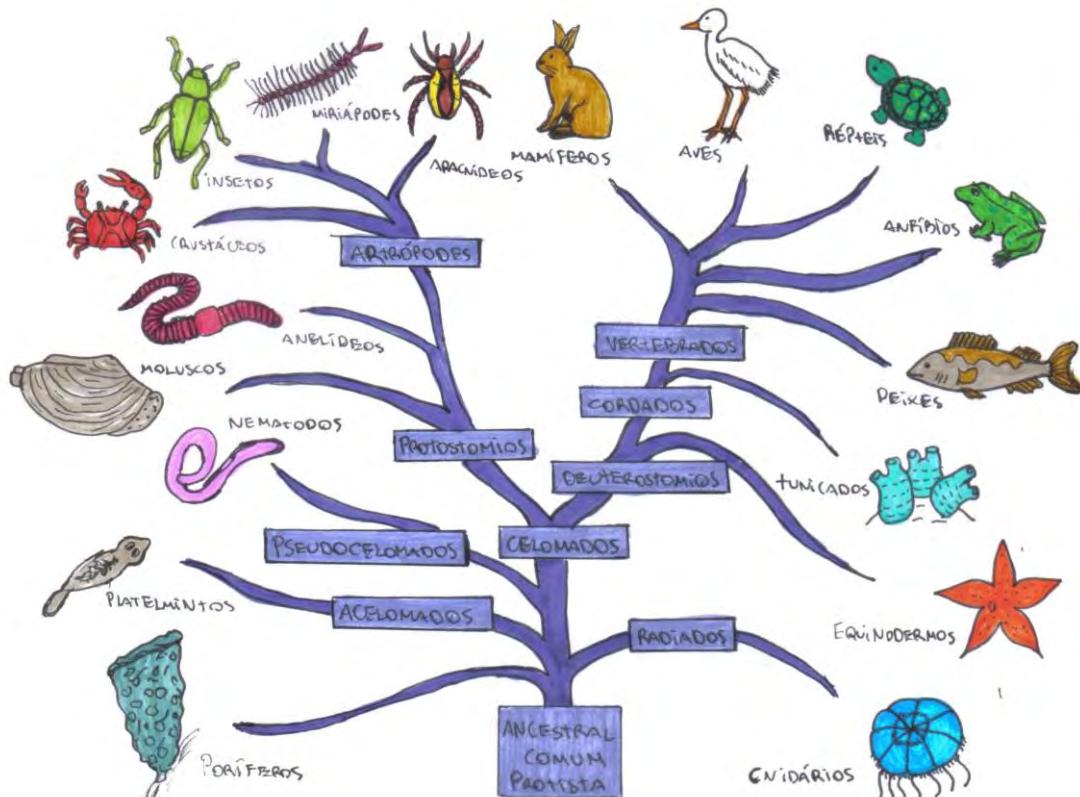


FIGURA 4: RAMO DA ÁRVORE DA VIDA MOSTRANDO OS DIFERENTES GRUPOS DE ANIMAIS.

Como podem perceber na imagem, a evolução é muito mais parecida com um grande arbusto, do que uma linha reta que todos organismos seguem. Assim, dentro do leque de possibilidades, os organismos podem mudar de diferentes formas ao longo do tempo, ficando maiores, ou menores, mais fortes ou mais fracos, sem nenhum caminho que seja o único "trajeto" evolutivo. Por exemplo, a vida se originou de um organismo simples, unicelular. Bilhões de anos depois, a maior parte dos seres vivos ainda é unicelular, e não precisaram desenvolver cérebros grandes para sobreviver bem. Desenvolver cérebros grandes, é apenas um dos caminhos que a vida seguiu, entre muitos e muitos outros.

Como, então, todos esses seres evoluem? Uma forma de entender isso é da perspectiva da **Biologia Molecular** e da **Genética**, que não servem apenas para estudar doenças ou explicar os padrões que vemos nas características **hereditárias**. Muita informação importante para o desenvolvimento dos organismos está em seu material genético, organizado na forma de **cromossomos**, em estruturas que chamamos de **genes**. Os genes são a base informational para a produção de **proteínas**. **Mutações**, que são mudanças aleatórias na informação que os genes codificam, podem alterar os organismos. Se essas alterações forem benéficas, podem se acumular ao longo no tempo e originar espécies diferentes das ancestrais. Esse mecanismo de sobrevivência diferencial de organismos com características hereditárias que os favorecem na luta pela existência, é o que chamamos de **Seleção Natural**.

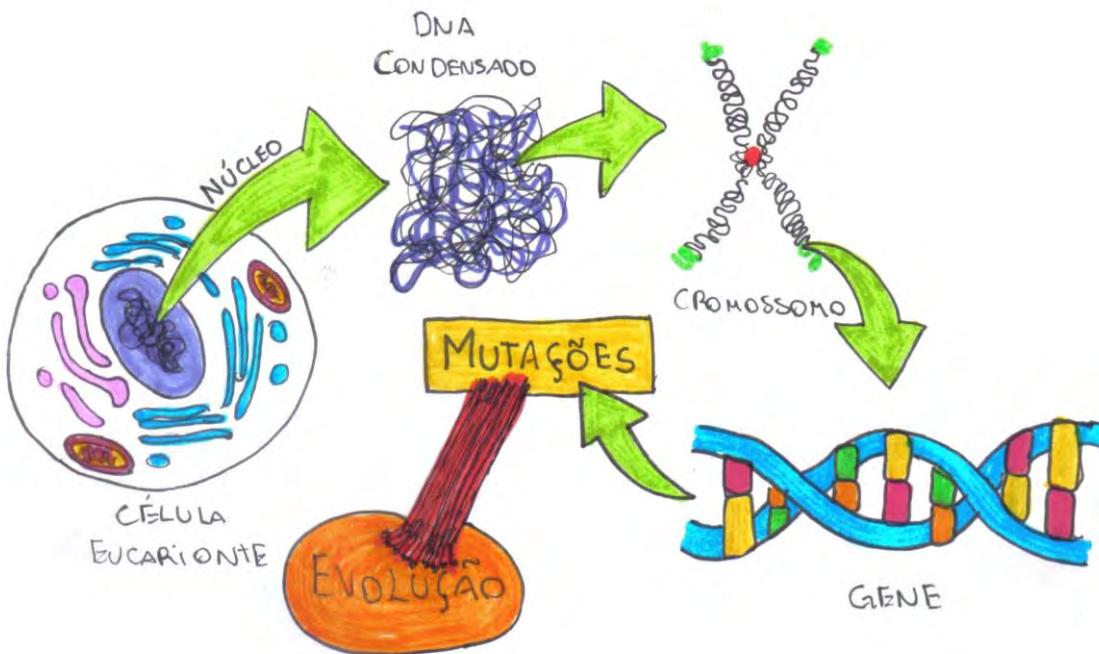


FIGURA 5: RELAÇÃO ENTRE A BIOLOGIA MOLECULAR COM A EVOLUÇÃO.

Parece complicado sobreviver com tanta coisa acontecendo em seu organismo, não é não? E perceba, que a interação dos seres vivos com o seu ambiente, envolvem a troca de **matéria** e **energia**.

Os organismos precisam de compostos presentes no ambiente (e isso inclui outros seres vivos) para manter seu **metabolismo**, ou seja, as reações químicas necessárias para sua sobrevivência. Por exemplo, um tatu, quando se alimenta, utiliza energia e matéria presente no alimento para fabricar a matéria de seu próprio corpo!

Existem grandes moléculas que formam todos os seres vivos, chamadas de **biomoléculas**, como **proteínas**, **lipídios** e **carboidratos**. Essas moléculas, por sua vez, são formadas por diferentes átomos. Entre os mais abundantes nos seres vivos estão o carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. Viram como tudo na biologia tá conectado? Existe uma teia de interação desde o macro (ecologia) até o micro (células e biomoléculas), que envolve todos os seres vivos e o meio ambiente em que eles estão inseridos.

Agora que estamos mais por dentro da Biologia como uma ciência vamos falar um pouco mais especificivamente sobre as ideias para a origem do universo e da própria vida?

É muito louco pensar sobre a forma como a vida se originou em nosso planeta. Qual foi o primeiro ser vivo? Ou ainda, como nosso planeta se formou? E a nossa galáxia? Vocês já pararam para pensar sobre todas essas coisas? Sim? Não? Então se preparem, porque nessa apostila iremos descobrir tudo isso e muito mais. Prontos? Então, vamos lá!

A ORIGEM DO UNIVERSO

A vida é formada pelos mesmos elementos básicos que formam os **planetas**, as **estrelas**, as **galáxias**... Esses elementos podem ser chamados de **átomos**. Sendo assim, sabendo como se formou o universo, e de onde vieram seus elementos mais fundamentais, podemos compreender melhor a origem da própria vida.

No séc. XX, conhecimentos sobre física, astronomia e **telescópios** possibilitaram a proposição da teoria do **Big Bang** (grande expansão), que explica a origem do universo e reforça a ideia já antes lançada por Albert Einstein de que o universo estaria se expandindo. Essa teoria sugere que em um dado momento o universo, o que era um ponto muito denso, sofreu uma grande pressão, ficando cada vez mais denso, até o momento que ele expandiu. No momento dessa "explosão", ele deu origem ao **espaço**, ao **tempo**, à **matéria** e à **energia**: formando o universo. Atualmente, as estimativas apontam que as condições iniciais relacionadas com o Big Bang tenham ocorrido entre 13,3 e 13,9 BILHÕES de anos atrás! Galera, isso é tempo demais. Complicado até de imaginar!

Após essa expansão inicial, a temperatura no universo era tão alta que não permitia a formação de elementos químicos. Com o passar do tempo, e isso significa muitas centenas de milhares de anos, a temperatura diminuiu, possibilitando a formação de elementos simples, principalmente o hidrogênio (H).

A galáxia na qual nosso planeta está localizado, é a **Via Láctea**, que obviamente não é tão antiga quanto o próprio universo, mas possivelmente possui mais de 13 bilhões de anos. Essa galáxia é apenas uma das bilhões que existem no universo. Todas elas apresentando quantidades gigantescas de estrelas. O nosso Sol, por exemplo, é apenas uma das centenas de bilhões de estrelas que existem na Via Láctea. Já percebeu que quando falamos em astronomia o termo "bilhões" aparece bastante, né? O Sol, e o sistema solar, não são tão antigos quanto a galáxia. Eles se formaram há aproximadamente 4,6 bilhões de anos, que também é a idade de formação de nosso próprio planeta. E como se formou o sistema e seus planetas? De uma forma bem superficial, podemos dizer por causa da força gravitacional, partículas de gases e poeira se juntaram, aumentando de massa, que por sua vez aumentava a força gravitacional...

Logo após sua formação, a Terra não era exatamente um lugar muito agradável para se passar as férias. Era muito quente, com grandes erupções vulcânicas, uma atmosfera bem diferente, além de ser frequentemente bombardeada por matéria vinda de fora. Apesar disso, ao longo do tempo, a Terra foi mudando, e em algum momento as condições permitiram a origem dos primeiros seres vivos.

TEORIAS DE ORIGEM DA VIDA

Bom, entendo então as condições que permitiram que a vida surgisse no planeta, começamos a nos perguntar como essa vida surgiu. E os estudiosos daquela época também tinham essa dúvida, e levantaram duas hipóteses para explicar a origem da vida na Terra: a da **abiogênese** e da **biogênese**.

A teoria da abiogênese é muito antiga: perdurou desde a antiguidade até o Século XIX. Segundo ela, os seres vivos surgem espontaneamente a partir da **matéria inanimada**: acreditava-se, por exemplo, que sapos surgiam a partir da lama. Mais tarde, a partir dos

experimentos de Francesco Redi (em 1668), Lazzaro Spallanzani (1770), uma nova teoria chamada biogênese ganhou força. De acordo com ela, um ser vivo só pode surgir a partir de outro ser vivo.

OS EXPERIMENTOS DE REDI

Redi acreditava que o surgimento dos seres vivos não se dava por **geração espontânea** e investigou a suposta origem de vermes a partir da carne em decomposição. Redi tinha uma hipótese diferente para explicar a origem desses vermes. Eles eram simplesmente larvas que se desenvolviam na carne a partir de ovos de moscas. Para testar sua hipótese, Redi realizou o experimento ilustrado no esquema abaixo, que corroborou sua hipótese.

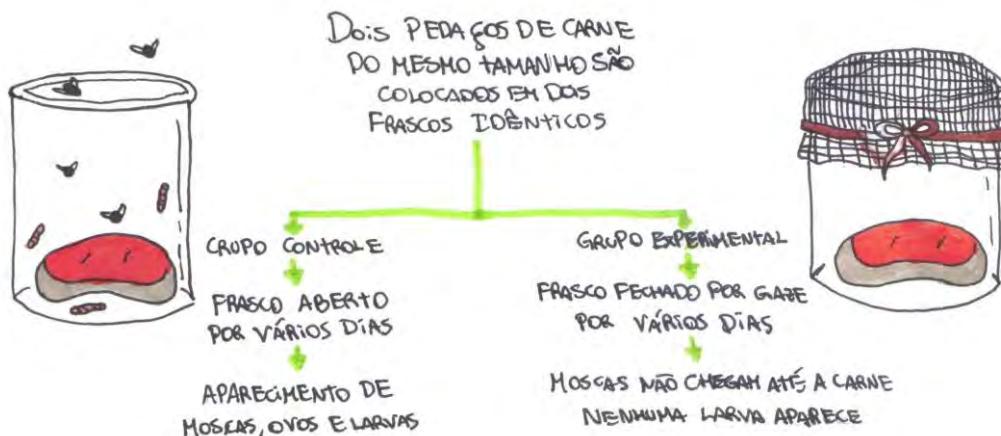


FIGURA 1. ESQUEMA EXEMPLIFICANDO O EXPERIMENTO DE REDI. A HIPÓTESE DE QUE A GERAÇÃO ESPONTÂNEA DE VERMES A PARTIR DE CARNE EM DECOMPOSIÇÃO NÃO OCORRE FOI CORROBORADA.

Como você pode perceber na imagem, Redi utilizou dois frascos contendo pedaços de carne, um que manteve aberto e outro que tapou com gaze para impedir que moscas coloassem seus ovos. Os resultados sustentaram a hipótese de Redi, porque os vermes só apareceram no frasco que ficou aberto, permitindo que as moscas deixassem seus ovinhos.

OS EXPERIMENTOS DE NEEDHAM E SPALLANZANI

Os trabalhos de Redi ajudaram na diminuição da aceitação da teoria da abiogênese. Entretanto, para muitos, a origem de organismos microscópicos ainda era explicada pela geração espontânea. Um dos mais conhecidos defensores dessas ideias foi John Needham. Ele realizou experimentos utilizando caldos nutritivos que haviam sido aquecidos e tapados de forma não muito eficiente. Observou que vários microrganismos apareciam nos caldos depois

de um tempo. Ele defendia a existência de uma "força vital" que atuava para o surgimento dessas formas de vida.

Entretanto, outro pesquisador, chamado Spallanzani, refez os experimentos de Needham fazendo algumas adaptações. Ele ferveu os caldos por muito mais tempo e os tapou completamente, para evitar que qualquer microrganismo entrasse nos mesmos. Depois de vários dias os caldos continuavam sem nenhum ser vivo microscópico, sustentando mais uma vez a hipótese de que a geração espontânea não ocorria. Apesar disso, Needham argumentou que a fervura em excesso feita por Spallanzani acabou com todo o ar presente nos potes com os caldos, e o ar seria necessário para a geração de novos microrganismos. Para entender como essa situação foi resolvida, precisamos falar sobre os experimentos de Louis Pasteur.

OS EXPERIMENTOS DE LOUIS PASTEUR

Os experimentos de Pasteur, por volta de 1860, contribuíram para reforçar a hipótese da biogênese. Eles estão esquematizados na figura a seguir. O caldo nutritivo é despejado em um frasco de vidro (1); em seguida o gargalo desse frasco é esticado e curvado após ser aquecido em uma chama (2); o caldo é então fervido e esterilizado (3); ao final do experimento observa-se que o caldo nutritivo do frasco com "pescoço de cisne" manteve-se livre de microorganismos (4); também observou-se que quando quebrado o gargalo do frasco, microorganismos surgiam no caldo (5).

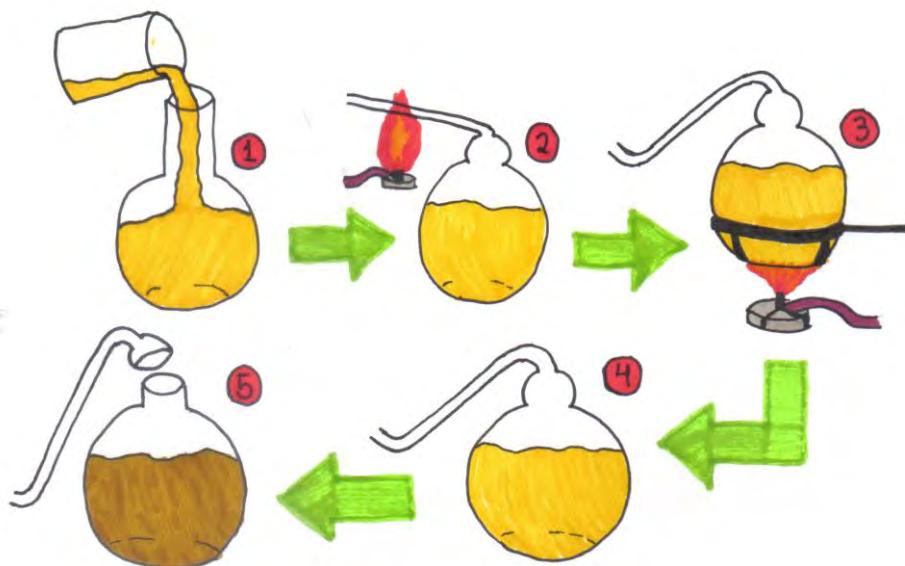


FIGURA 2. ESQUEMA DO EXPERIMENTO DE LOUIS PASTEUR, MOSTRANDO OS FRASCOS COM GARGALOS CURVADOS, COMO O PESCOÇO DE UM CISNE.

Perceba que em seu experimento, da mesma forma que Spallanzani, Pasteur ferveu os caldos nutritivos. Mas para testar se o ar era importante ele utilizou o gargalo em formato de pescoço de cisne. O gargalo com esse formato permitia que o ar entrasse no frasco, mas fazia com que os microrganismos do ar ficasse "presos" em suas curvas, que agiam como filtros. Em seus resultados não observou o desenvolvimento de seres vivos por geração espontânea mesmo na

presença de ar. Microrganismos só surgiam nos frascos após quebrar o gargalo. Esse experimento demonstrou que mesmo microrganismos só surgem a partir de outros microrganismos, desacreditando a hipótese da abiogênese.

O SURGIMENTO DO PRIMEIRO SER VIVO

A aceitação da biogênese levou a um novo questionamento: se todos os seres vivos surgem de outros preexistentes, como surgiu o primeiro? Existem pelo menos três possibilidades levantadas para responder a esta pergunta:

- ✓ *Criação Divina*: força superior cria a vida;
- ✓ *Origem por evolução química*: para essa hipótese, a vida se originou a partir de compostos não vivos mais simples, que acabaram se combinando devido a condições ambientais particulares. Ao longo do tempo, esses compostos originaram moléculas orgânicas, como proteínas e gorduras. Quando sistemas compostos por essas moléculas adquiriram a capacidade de se isolar do ambiente (membranas), de se duplicar (reprodução) e realizar reações químicas (metabolismo) para manter sua organização, a vida teria se originado;
- ✓ *Panspermia*: essa hipótese defende a ideia de que a vida ou os compostos necessários para o desenvolvimento dela vieram de outros lugares do universo. Entretanto, independente de isso ter ocorrido ou não, o problema da evolução química da vida continua, mudando apenas o local onde ocorreu primeiro.

A hipótese da evolução química é a mais aceita atualmente. Mesmo porque os seres vivos são formados pela mesma matéria presente em rochas, lagos, estrelas... Simplesmente organizada de maneira diferente e interagindo de formas complexas. Assim, resumindo, de acordo com a Hipótese de Evolução Gradual dos Sistemas Químicos, a vida seria fruto das condições primitivas do ambiente da Terra. Alguns cientistas pioneiros dessa área, na década de 1920, tentaram imaginar como isso teria ocorrido, estudando sobre o passado da terra e que tipo de ambiente seria necessário para o surgimento de moléculas complexas e para a própria vida se desenvolver. Entre eles, Oparin e Haldane são dois nomes tradicionalmente lembrados.

HIPÓTESES METABÓLICAS

Como vimos, Oparin e Haldane foram pioneiros nessa área. Eles acreditavam que a condição ambiental da Terra primitiva teria possibilitado a formação de **coacervados**, um aglomerado de moléculas proteicas circundadas por água, e que da mesma forma que coacervados se formavam, outros sistemas, até mesmo mais elaborados, envoltos por membrana poderiam ter originado os primeiros seres vivos.

OS EXPERIMENTOS DE MILLER

Na década de 1950, Stanley Miller desenvolveu um experimento para testar as ideias de Oparin e Haldane. Utilizando um aparelho, ele tentava imitar as condições que eram imaginadas para o ambiente da Terra primitiva. Assim, uma mistura de gases servia como

"atmosfera". Entre esses estavam a **amônia** (NH_3), o **metano** (CH_4), **hidrogênio** (H_2) e **vapor d'água** (H_2O). Além disso, descargas elétricas eram utilizadas como equivalente de raios presentes durante tempestades. No aparelho também existia uma imitação dos mares e lagos, que era aquecida para simular a evaporação da água. Toda essa mistura era acabava condensando "chovendo" novamente para o "mar". Miller deixou a simulação ocorrendo durante vários dias e após examinou a composição dos líquidos acumulados. Os resultados foram surpreendentes. Mesmo após poucos dias, várias tipos de moléculas complexas que não existiam no início do experimento foram formadas. Entre elas várias substâncias orgânicas, como **aminoácidos**, que são os constituintes básicos das proteínas. Atualmente sabemos que a composição de nosso planeta era diferente da utilizada nos experimentos de Miller.

De qualquer forma em seus trabalhos ficou claro que muitos dos compostos presentes nos seres vivos podem "evoluir" quimicamente a partir de moléculas muito simples. Isso reforçou a hipótese de que a vida se originou pela evolução química. Quase 60 anos depois, muitos outros trabalhos apresentaram resultados semelhantes, mesmo utilizando informações mais acuradas sobre as condições primitivas de nosso planeta. Além disso, moléculas complexas já foram detectadas em diversos locais fora de nosso planeta, como em meteoros. Tudo isso mostra que apesar de o surgimento da vida provavelmente ser um evento raro, os componentes necessários para isso são facilmente produzidos em condições ambientais adequadas. E perceba, apesar de raro, em tese, esse evento só precisou ocorrer uma vez!

COMO ERAM OS PRIMEIROS SERES VIVOS?

Ok, entendemos que a vida provavelmente se originou por evolução química. Também podemos imaginar que esses primeiros seres eram envoltos por algum tipo de **membrana**, que conseguiam **reproduzir**, e que apresentavam alguma forma de metabolismo. Existem duas hipóteses sobre a natureza do metabolismo dos primeiros seres vivos: a **autotrófica** e a **heterotrófica**. A hipótese autotrófica afirma que os primeiros organismos fabricavam seus próprios compostos orgânicos, como a glicose, através da **quimiossíntese** (processo que utiliza substâncias inorgânicas para produção de energia).

Já para a hipótese heterotrófica os primeiros organismos eram heterotróficos, que precisam conseguir suas fontes energéticas a partir de matéria orgânica presente no ambiente. Nas condições da terra primitiva, como vimos, muita matéria orgânica pode ter sido formada, resultando em fontes abundantes de energia para esses organismos. Em um ambiente pobre em oxigênio, uma das vias metabólicas mais simples para a obtenção de energia é a **fermentação**. Com o passar do tempo, a quantidade de matéria orgânica provavelmente diminui, limitando a quantidade de alimento para esses organismos. O CO_2 , produto da fermentação, teria se acumulado na atmosfera. Em um cenário como esse, com disponibilidade de CO_2 e pouca matéria orgânica, organismos com a capacidade de utilizar a luz solar para produzir seu alimento, utilizando o CO_2 , teriam sido beneficiados (eles faziam **fotossíntese**!). Então alguns organismos começam a fazer fotossíntese e um dos produtos da fotossíntese é o oxigênio, que começa a se acumular na atmosfera. Alguns organismos conseguiram utilizar o oxigênio em um processo mais eficiente do que a fermentação para a obtenção de energia, chamado de **respiração aeróbica**. Perceba que, dentro da hipótese heterotrófica, podemos resumir o surgimento dos processos metabólicos na seguinte ordem: Fermentação - Fotossíntese - Respiração aeróbica.

ORIGEM DOS EUCARIOTOS

Então, pessoal, tudo certo até aqui? Falamos que os primeiros seres vivos conseguiam reproduzir, tinham metabolismo, e além disso possuíam um **envoltório** que os isolava do ambiente. Isso é muito parecido com a descrição de uma célula. O primeiro ser vivo era provavelmente muito parecido com as células mais simples, procarióticas.

A característica mais marcante das células eucariontes, e que dá o nome para elas, é a presença de uma membrana envolvendo seu material genético, que é chamada de carioteca. Essa estrutura formada pela membrana e o material genético em seu interior é chamada de núcleo! As células procariontes apresentam material genético, mas ele não está organizado na forma de um núcleo, e sim disperso pelo citoplasma. Além disso, a célula eucarionte possui diversas **organelas membranosas** que não estão presentes nas células procariontes. Organismos que apresentam células eucariontes incluem as plantas, fungos, protozoários e animais (lembra que a gente é animal). Organismos com células procariontes incluem as bactérias e arqueas. Os ancestrais de todos esses seres era muito provavelmente mais parecido com as células procariontes do que com as eucariontes. Como será que ocorreu essa mudança?

A TEORIA ENDOSSIMBIÓTICA

Muitas das organelas membranosas das células eucarióticas, como o **retículo endoplasmático** e o **complexo de Golgi**, tem sua origem a partir de invaginações da própria membrana plasmática. Entretanto, existem duas organelas com uma origem mais interessante! As **mitocôndrias** e os **cloroplastos**. Para explicar a origem dessas duas organelas foi proposta a **teoria endossimbiótica**, com Lynn Margulis sendo sua maior defensora. Segundo ela, essas organelas teriam sido bactérias independentes, capazes de respirar e realizar a fotossíntese, respectivamente. Posteriormente, podem ter sido **fagocitadas** (“engolidas”) por um organismo fermentador maior. Dessa forma, surge a célula eucariótica animal, que apresenta mitocôndrias, e a vegetal, que apresenta mitocôndrias e cloroplastos.

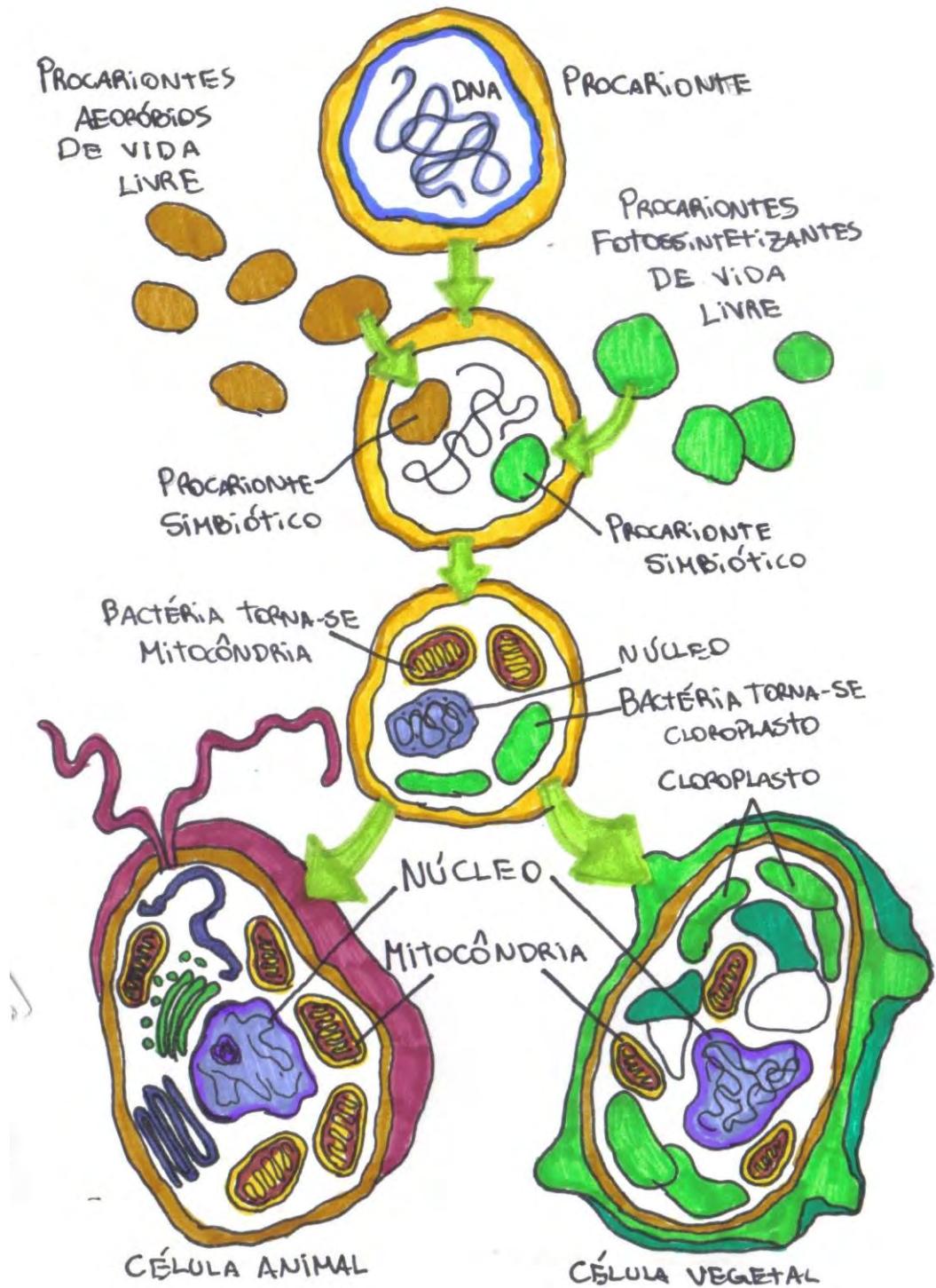


FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA TEORIA ENDOSSIMBIÓTICA.

PRINCIPAIS EVENTOS NA HISTÓRIA DA VIDA

Muitas vezes a evolução da Terra e dos seres vivos é algo difícil de quantificar e fica abstrato de relacionar os eventos com o passar dos anos. Uma linha do tempo com os principais momentos da história da vida nos possibilita relacionar os acontecimentos da vida na Terra com as eras geológicas desde sua formação até os dias de hoje, nos mostrando também o quão ínfima é a história humana quando comparada com a história de nosso planeta.



Perceba pela imagem que o planeta se formou faz muitos e muitos anos. Após, destacamos a solidificação da crosta, ou seja, a Terra ficar “dura”. Isso tudo antes da origem da vida, que ocorreu faz tanto tempo... E por aí vai...

PARTE I

BIOLOGIA

02

CITOLOGIA I A CÉLULA E SUAS ORGANELAS

meSalva!

CITOLOGIA I: A CÉLULA E SUAS ORGANELAS

E aí, galera do Me Salva!, tudo bem? Vocês já pararam para pensar em como funcionam as células que compõem os nossos corpos, das plantas e do restante dos animais? Do que são feitas essas células? Que universo habita neste mundo microscópico dentro de cada ser vivo? E como é possível que elas trabalhem de forma integrada tão harmonicamente? Esse é o tema da nossa apostila. Preparados? Vamos lá!

INTRODUÇÃO À CITOLOGIA

Pessoal, as células são muito pequenas, e por muito tempo as pessoas não sabiam nem da sua existência. Isso começou a mudar com o desenvolvimento de instrumentos especiais que permitem a observação de estruturas microscópicas, como as próprias células. Chamamos esses instrumentos de microscópios. Uma das primeiras pessoas a utilizar esses equipamentos para observar material biológico foi Robert Hooke, que em 1665 publicou um trabalho mostrando desenhos realizados a partir dessas observações. Quando Hooke observou células vegetais de cortiça, percebeu uma estrutura geométrica muito parecida com favos de mel. Ele chamou cada uma dessas estruturas de célula, que significa basicamente "compartimento pequeno". Ao longo do tempo, diversas pessoas contribuíram para o conhecimento relacionado com as células. Por exemplo, Robert Brown, em 1833, descobriu o núcleo celular em células eucarióticas. A estrutura básica de uma célula é formada por membrana, citoplasma e núcleo. Mas será que todos os organismos possuem células? Qual a importância delas para a vida? Vamos falar de Teoria Celular!

A TEORIA CELULAR

Formulada em 1838 por Matthias Schleiden e Theodor Schann, a teoria celular defende que todos os seres vivos são formados por células. Os vírus são as únicas exceções a essa teoria, pois claramente não são formados por células, apesar de dependerem de uma célula viva para sua reprodução. Por esse motivo, os estudiosos ainda discutem se eles são vivos ou não. Por serem acelulares, os vírus também não se incluem em nenhum dos três domínios de classificação dos seres vivos.

ENVOLTÓRIOS EXTERNOS DAS CÉLULAS

As células possuem envoltórios externos e internos que são de grande importância para que suas funções possam ser realizadas, denominados de envoltórios celulares. São eles: a membrana plasmática, o glicocálice e a parede celular. Vamos estudar eles em seguida!

MEMBRANA PLASMÁTICA

A membrana plasmática é um envoltório celular presente em todas as células, e é muito importante para elas. Entre suas funções estão a de revestimento, proteção e seleção do que pode ou não entrar na célula, uma capacidade chamada de permeabilidade seletiva. Sua constituição é lipoproteica, sendo principalmente de fosfolipídios e proteínas. Na constituição da membrana das células animais, também existe colesterol. O modelo de membrana plasmática aceito atualmente é o **modelo do mosaico fluido** (S. J. Singer e G. Nicholson, 1972): um conjunto de peças (mosaico), porém com movimento, dinâmico (fluido). As proteínas inseridas aqui podem se movimentar no plano da membrana e os fosfolipídios (pela sua natureza polar em contato com os meios externos e internos) garantem esse aspecto não rígido à membrana.

As moléculas presentes nesse envoltório selecionam as substâncias que podem ou não entrar na célula: a **permeabilidade** da membrana plasmática é, então, **seletiva**. Algumas destas proteínas estão aderidas apenas superficialmente à bicamada lipídica, e outras atravessam a membrana. Isso é possível graças à mobilidade das moléculas de fosfolipídio.

Devido a natureza química dos fosfolipídios, as "cabeças" polares de uma das camadas lipídicas ficam em contato com a água, também polar, do lado extracelular (fora da célula); já as "cabeças" polares, da outra camada lipídica, ficam em contato com a água do meio intracelular (dentro da célula). Já as "caudas" apolares de ambas as camadas acabam se "escondendo" da água, e ficam voltadas para o interior da membrana".

Por ser fluida, a membrana plasmática é muito delicada. Ao longo da evolução, algumas modificações surgiram na superfície das células e foram mantidas por favorecerem a resistência da membrana sem interferir em sua permeabilidade. São os envoltórios externos à membrana.

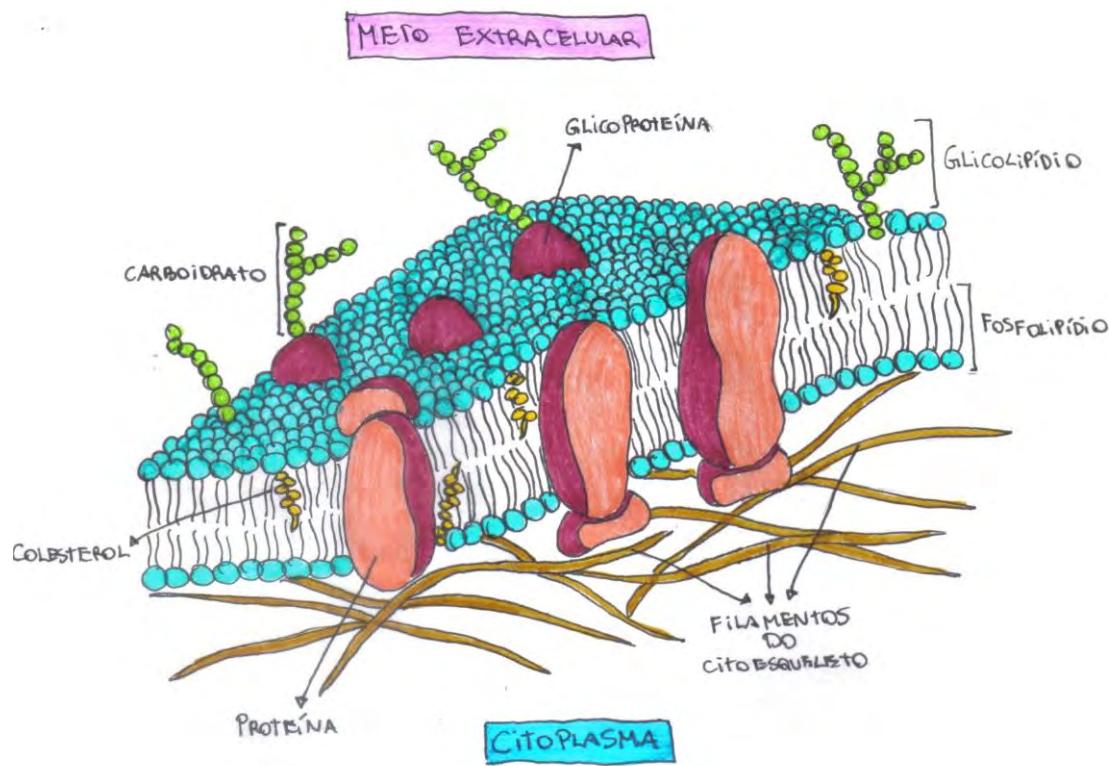


FIGURA 1. MODELO DO MOSAICO FLUIDO PARA A ESTRUTURA DA MEMBRANA PLASMÁTICA.

GLICOCÁLICE

O glicocálice, também chamado de glicocálix, é composto por moléculas de carboidratos que formam uma rede em torno da célula e podem estar associados à lipídios e proteínas da membrana. Esse envoltório extracelular faz parte de boa parte das células animais, bem como de certos protozoários.

O glicocálice proporciona resistência à membrana plasmática, funcionando como uma barreira aos agentes do meio externo e retém nutrientes e enzimas ao redor das células, proporcionando a manutenção do microambiente externo. Além de proporcionar proteção, e estar relacionado com a adesão celular, o glicocálix também possui importância para o reconhecimento celular. Isso ocorre porque a os carboidratos e lipídios presentes em células diferentes varia. Em alguns casos, o não reconhecimento de células relacionado com as características do glicocálice está relacionado com a rejeição de órgãos após transplante.

PAREDE CELULAR

A parede celular é um envoltório mais rígido que o glicocálice, fazendo com que células que apresentam parede celular tenham menor possibilidade de modificar sua forma. Seus componentes são produzidos pelo citoplasma celular e depositados na superfície externa da membrana plasmática.

Está presente em bactérias, cianobactérias, alguns protistas, fungos e plantas. As células de bactérias e cianobactérias possuem parede celular constituída por peptidoglicano e algumas possuem (além da parede celular) outro envoltório externo, denominada de cápsula. Protistas podem possuir parede celular constituída por celulose ou sílica. Fungos possuem parede celular de constituição quitinosa.

Células vegetais possuem a parede celular formada por celulose. Células jovens possuem parede celular fina (parede celular primária). Todo espaço delimitado por essa estrutura denomina-se lúmen celular e é ocupado pelo protoplasma (parte viva da célula). A parede celular da célula adulta é mais espessa e pode possuir plasmodesmos (pontos em que não há deposição de celulose e por onde as células se comunicam).

A parede celular serve como suporte estrutural e proteção. Evita também a citólise, quando a célula ganha água em excesso. Ela não exerce controle das substâncias que passam por ela.

O CITOPLASMA DAS CÉLULAS E SUAS ORGANELAS

Além da membrana plasmática e dos envoltórios celulares, as células são compostas por uma substância que preenche o espaço interno da célula: o citoplasma. Como células procarióticas se diferem das eucarióticas por não apresentarem membrana nuclear, existem algumas diferenças a respeito do citoplasma que compõe cada uma delas.

O CITOPLASMA NAS CÉLULAS EUCAРИÓTICAS E PROCARIÓTICAS

As células eucarióticas são dotadas de membrana nuclear (carioteca). Seu citoplasma é constituído por citosol (contém água, íons, e substâncias necessárias à síntese de moléculas orgânicas) e preenche então o espaço entre a membrana plasmática e a membrana nuclear. Nele estão imersos os ribossomos, responsáveis pela síntese de proteínas; as inclusões citoplasmáticas temporárias, um meio de reservar substâncias nas célula; o citoesqueleto, que dá forma e

sustenta a célula permitindo que o citoplasma se movimente e as células musculares se contraiam; e as organelas membranosas, como o retículo endoplasmático, complexo de Golgi, lisossomos, peroxissomos, mitocôndrias e cloroplastos e vacúolos de suco celular, presente apenas em plantas e certas algas.

As células procarióticas não possuem organelas delimitadas por membranas. Estas organelas foram formadas ao longo da evolução celular, a partir de expansões da membrana plasmática de procariotos primitivos, com exceção de mitocôndrias e cloroplastos, que sofreram um processo de formação diferenciado (endossimbiose). Estas expansões também originaram a carioteca. Nem todas as células passaram pelo processo descrito acima, e as que mantiveram sua estrutura simplificada, deram origem às atuais células procarióticas.

Em procariotos é no citoplasma que está disperso o material genético, circular, constituído por uma única molécula de DNA. O citoplasma também pode conter moléculas circulares menores de DNA, chamadas de plasmídeos, que contêm genes relacionados com resistência a antibióticos. Além disso, o citoplasma também pode conter inclusões citoplasmáticas.

Ribossomos, organelas responsáveis pela síntese proteica, ocorrem tanto em células eucarióticas quanto em procarióticas, imersos no citoplasma.

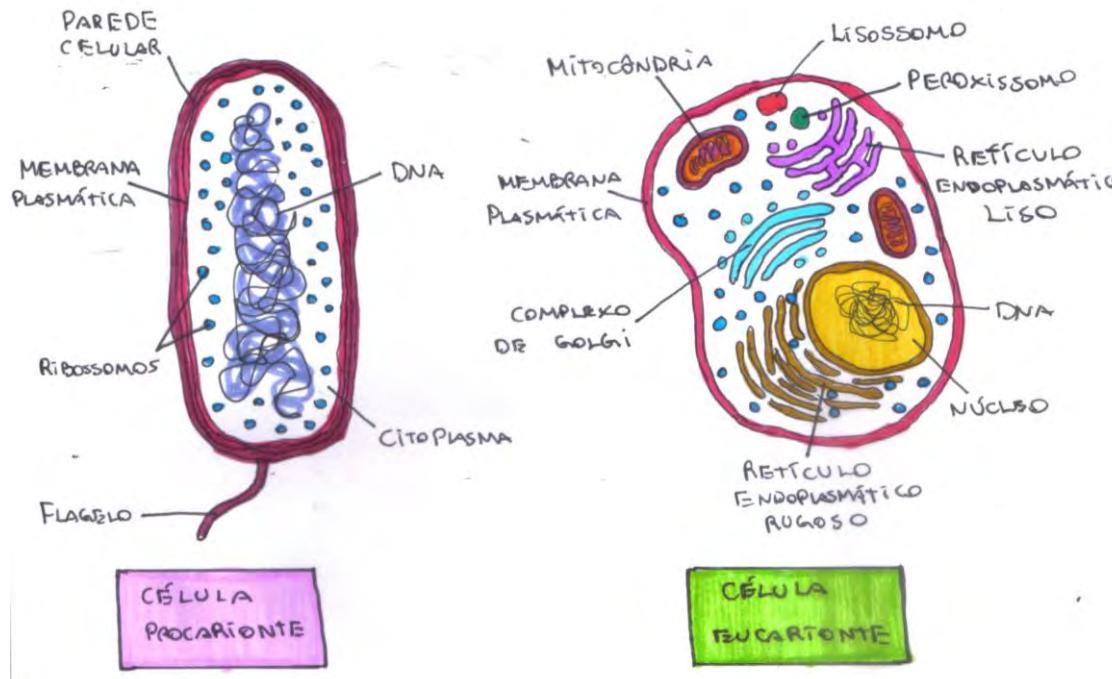


FIGURA 2. DIFERENÇA ENTRE UMA CÉLULA PROCARIÓTICA E UMA EUKARIÓTICA.

PARTE I

BIOLOGIA

03

VIDA E DIVERSIDADE BIOLÓGICA

meSalva!

VIDA E DIVERSIDADE BIOLÓGICA

Olá pessoal! Vamos falar sobre diversidade biológica? Nesta apostila você vai aprender mais sobre assuntos importantes dentro da Biologia. Ao longo de seu estudo, iremos falar mais sobre como os biólogos nomeiam e classificam os seres vivos. Além disso, vamos aprender sobre as diferentes estratégias reprodutivas que os organismos utilizam e de que forma os seus ciclos de vida podem ser classificados. Animados?! Então, bora estudar!

A CLASSIFICAÇÃO BIOLÓGICA

Já reparou em quantas espécies diferentes passam por nós durante um dia? Quantos pássaros, árvores, cachorros, arbustos, aranhas (aí!), insetos, etc., você escuta ou enxerga em um único ciclo de 24 horas? Vários! E não chega nem perto da quantidade de espécies que existem no planeta atualmente. A ciência já descreveu em torno de dois milhões (!!!) de espécies. Algumas estimativas apontam que ainda restam muitas desconhecidas pelos pesquisadores. As mais conservadoras apontam que existem oito milhões de espécies, mas algumas chegam sugerir a existência de 100 milhões de espécies. Essa diversidade nem está levando em consideração as espécies que já foram extintas, que somam números ainda maiores. As formas de vida no planeta estão em constante mudança. Toda essa diversidade de espécies faz parte da diversidade biológica (que também inclui outros elementos, como a diversidade de genes e comportamentos, por exemplo). Um termo comum para diversidade biológica e que você deve ter percebido em seu dia a dia é biodiversidade. Para tentar entender melhor toda essa diversidade os cientistas dão nomes e criam agrupamentos baseados em certos critérios. Você já escutou o termo *Homo sapiens*? Felinos? Reino *Fungi*? Esses são nomes utilizados pelos taxonomistas e sistemas para identificar e organizar melhor a diversidade de seres vivos.

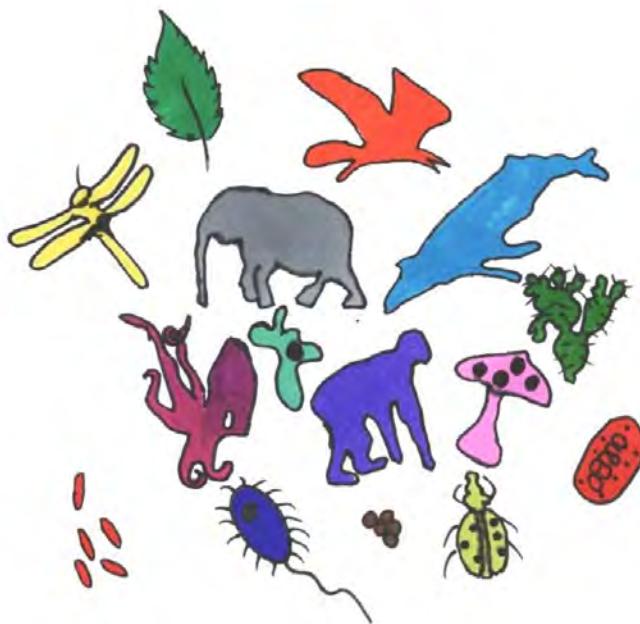


FIGURA 1: A BIODIVERSIDADE DE ESPÉCIES DE SERES VIVOS É MUITO GRANDE.

TAXONOMIA E/OU SISTEMÁTICA

Taxonomista é alguém que trabalha com taxonomia. Sistema é alguém que trabalha com sistemática. Esses dois ramos da Biologia podem muitas vezes aparecer como sinônimos, e não tem problema nisso, mesmo porque tratam de campos que se sobrepõem muito (você pode utilizar como sinônimos também, e suas provas farão isso). A taxonomia pode ser entendida como a ciência preocupada em dar nomes aos seres vivos bem como organizar os seres vivos em sistemas de classificação. A sistemática foca mais nas relações de parentesco entre os diferentes grupos de seres vivos. A taxonomia e a sistemática se sobrepõem (e normalmente estão sendo feitas pela mesma pessoa) porque os grupos criados atualmente para classificar os seres vivos são baseados nessas relações de parentesco. Temos evidências que suportam a hipótese de que todos os seres vivos conhecidos possuem um ancestral comum. Baseado nisso, os seres vivos possuem diferentes níveis de parentesco. Por exemplo, bonobos, humanos e camundongos são parentes, como todos os seres vivos conhecidos. Mas quem é parente mais próximo de quem? Sabemos que bonobos e humanos são mais aparentados entre eles do que com camundongos. Para

tentar entender melhor, pense nas relações de sua família. Vou dar um exemplo, digamos que você tenha uma irmã e um primo. Os três possuem ancestrais comuns, seus avós, por exemplo. Mas quem tem maior proximidade? Você e sua irmã possuem maior proximidade em termos de parentesco do que os dois em relação ao seu primo. Em nossos exemplos, bonobos e humanos, você e sua irmã, poderiam ser agrupados em um determinado grupo, e o camundongo e seu primo ficariam de fora dos respectivos grupos. Mas nem sempre esse foi o critério de classificação. Antes de falar mais sobre as teorias sistemáticas mais atuais, vamos conhecer mais sobre as ideias de um cientista que teve grande importância na história da Biologia.

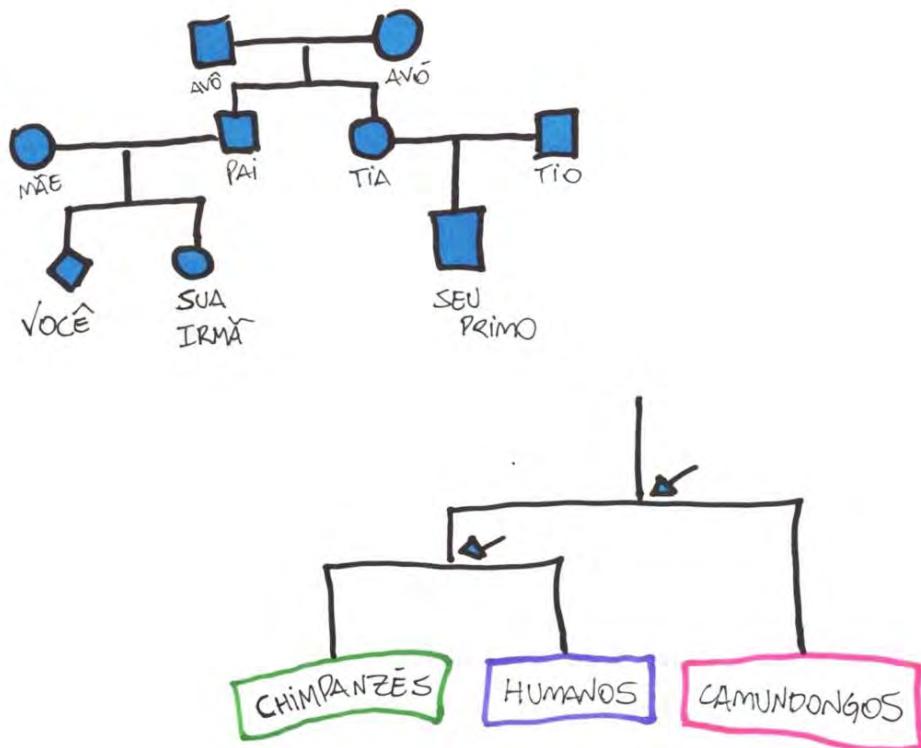


FIGURA 2: ANALOGIA COMPARANDO AS RELAÇÕES DE PARENTESCO DE UMA FAMÍLIA COM AS RELAÇÕES DE PARENTESCO DE ALGUNS GRUPOS. AS SETAS NA IMAGEM DE BAIXO REPRESENTAM OS ANCESTRAIS. NA GENEALOGIA FAMILIAR PODEM SER REPRESENTADOS PELOS AVÓS.

LINEU E AS BASES DA CLASSIFICAÇÃO

Provavelmente os seres humanos classificam os seres vivos em grupos desde tempos remotos e por motivos muito práticos. Por exemplo, faz todo sentido um grupo ancestral de pessoas ter organismos classificados como “venenosos”. Isso é importante para saber quais tipos de seres vivos você deve evitar ficar por perto ou comer. Entretanto, a ciência classifica a diversidade para entender os seres vivos de forma mais abrangente do que isso, para perceber padrões nessa diversidade e aprender mais sobre os processos relacionados com o surgimento de todas essas espécies. Classificações mais sistemáticas dos seres vivos podem ser encontradas na Grécia antiga, principalmente nos pensamentos de Aristóteles, que criou certos nomes utilizados ainda hoje, como crustáceos e insetos. Podemos dizer que a base da classificação moderna está em um naturalista sueco chamado Carl Von Linné, que viveu de 1707 até 1778. Esse pesquisador ficou mais conhecido pela versão latina de seu nome, Lineu. Sua principal obra é o livro *Systema Naturae*, publicado em 1735. Mas qual a contribuição de seus trabalhos para sistemática? De forma geral, podemos levantar três componentes inovadores dos estudos de Lineu: (1) o critério de classificação que utilizou, (2) a nomenclatura binomial e (3) as categorias taxonômicas.



FIGURA 3: LINEU E O LIVRO QUE MUDOU A HISTÓRIA DAS CLASSIFICAÇÕES BIOLÓGICAS

CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO

Lineu achava que muitos dos critérios utilizados anteriormente acabavam agrupando seres vivos muito diferentes. Por exemplo, se nossos grupos forem baseados em coisas como a capacidade de voo. Nesse caso vamos reunir organismos tão diferentes como abelhas, morcegos, pterossauros (já extintos), aves, mosquitos, etc. Ou se o critério for o local onde vivem. Na categoria “aquáticos” vamos ter tubarões, lambaris, golfinhos, vitórias-régias, ostras, jubartes, lagostas, polvos, estrelas-do-mar, e por aí vai. Nesse grupo tem muitos seres vivos com pouca similaridade. A inovação de Lineu foi focar em características dos próprios organismos, de sua estrutura, para criar seus grupos. Assim ele agrupou os animais olhando para diversas semelhanças que apresentavam em sua estrutura corporal. Para as plantas, ele utilizou principalmente as características dos órgãos reprodutivos para a classificação.



FIGURA 4: SE VOCÊ UTILIZAR O CRITÉRIO DE CLASSIFICAÇÃO “CAPACIDADE DE VOAR” VAI JUNTAR ORGANISMOS POUCO SEMELHANTES.

NOMENCLATURA BINOMIAL

Na época de Lineu não haviam sistemas de classificação aceitos de forma geral, ou regras que deveriam ser utilizadas por todos os cientistas

para dar nome para as diferentes espécies. De qualquer forma, era necessário ter um nome aceito e reconhecido em diferentes lugares para poder falar de uma determinada espécie. Imagine que você é um cientista em uma época na qual começam a chegar formas de vida de diferentes continentes e a diversidade que sabia que era grande se mostra gigantesca. Se você utilizar nomes populares pode acabar se perdendo. Por exemplo, puma, leão-baio, onça-parda, suçuarana, são todos nomes comuns de uma mesma espécie de grande felino. Além disso, como não havia uma regra para dar os nomes científicos, apareciam coisas como “*Solanum caule inerme herbaceo, foliis pinnatis incisis, racemis simplicibus*”. Tudo isso, galera, era o nome do tomate! Praticamente uma descrição das características dele. Pra facilitar a comunicação e organizar essa bagunça, Lineu propôs que o nome científico de todos os seres vivos deveria ser composto por duas palavras. Por causa disso, esse sistema é chamado de nomenclatura binomial. Você já deve ter visto alguns nomes científicos, como o da nossa própria espécie, *Homo sapiens*. O nome científico do puma é *Puma concolor*, do tomate é *Solanum lycopersicum*. Além de ser binomial, esse sistema possui outras regras que são universalmente aceitas para nomear os organismos (vírus é uma exceção). Algumas dessas regras mudaram um pouco o sistema de Lineu. Perceba na figura abaixo, que os nomes científicos são escritos em latim e precisam estar em itálico (ou de alguma forma destacados no texto caso você escreva em seu caderno, sublinhados, por exemplo). Vimos que são dois nomes (*Homo sapiens*), o primeiro representa o nome do gênero (*Homo*), e o segundo é chamado de nome/epíteto específico (*sapiens*). Apenas os dois juntos, *Homo sapiens*, representam o nome científico. O nome genérico deve sempre ser escrito com a primeira letra maiúscula. Já o nome específico deve possuir todas as letras minúsculas. Algumas vezes em um texto, após ter aparecido o nome científico uma vez, ele pode ser abreviado em utilizações futuras. Por exemplo, *Homo sapiens* vira *H. sapiens*. Além disso, nenhuma espécie pode possuir o mesmo nome científico. A ideia é poder falar um nome e outras pessoas poderem descobrir exatamente a espécie sobre a qual você está falando, sem ambiguidades.

NOME
CIENTÍFICO

Apis MELIFERA

PANTHERA LEO

Orcinus ORCA

LOXODONTA AFRICANA

NOME
COMUM

ABELHA

LEÃO

ORCA

ELEFANTE AFRICANO



FIGURA 5: NOMES CIENTÍFICOS DE ALGUMAS ESPÉCIES. PERCEBA QUE SÃO DOIS NOMES. O PRIMEIRO SEMPRE EM LETRA MAIÚSCULA.

CATEGORIAS TAXONÔMICAS

Você deve ter ficado pensando enquanto lia a sessão anterior. Gênero? Espécie? Então pessoal, como vimos, a sistemática não está interessada apenas em dar nomes aos organismos, mas também em classificar esses organismos em grupos que nos ajudam a compreender melhor a biodiversidade. As sociedades ocidentais, de forma geral, gostam muito de classificar as coisas colocando “caixas dentro de caixas”. Por exemplo, vamos imaginar uma caixa imaginária que chamamos de “roupas”. Dentro dessa caixa colocamos diferentes tipos de coisas que consideramos como fazendo parte dessa categoria. Mas pra facilitar nosso uso das roupas que existem dentro dessa caixa, resolvemos utilizar algumas caixas menores para separar as roupas. Então criamos mais caixas. Daí temos as caixas “roupas íntimas”, “meias”, “casacos”, “calças”, “camisetas”. Dentro das caixas menores, podemos criar caixas ainda menores. Por exemplo, na caixa “calças” têm as caixas “jeans”, “moletom”, “sarja”, etc. De forma parecida, Lineu estabeleceu as categorias

taxonômicas. Gênero e espécie são dois exemplos de categorias taxonômicas. Pensando na analogia com as caixas, a caixa gênero é maior. Então podemos colocar diferentes espécies dentro de um mesmo gênero. Por exemplo, o gênero *Canis* possui diferentes espécies, como *Canis lupus* (lobo) e *Canis latrans* (coiote). Gênero e espécie são as únicas categorias taxonômicas? Se com o exemplo das roupas já podemos criar diferentes níveis de caixas para organizar melhor as coisas, imagina com os dois milhões de espécies conhecidas! Certamente precisamos mais do que duas categorias taxonômicas para organizar tudo isso. Na verdade atualmente existem bem mais categorias que as criadas por Lineu. Vamos ver agora as mais tradicionais. A espécie é a categoria taxonômica (táxon) mais básica. Assim, podemos dizer que ela é menos inclusiva que o gênero. O gênero, como pode possuir diferentes espécies, é mais abrangente que a espécie, e por isso, mais inclusivo. Acima de gênero vamos ter categorias cada vez mais abrangentes/ inclusivas. Gêneros parecidos são colocados em famílias. Famílias são colocadas em ordens. Ordens podem ser agrupadas em classes. Classes em filos. E filos em reinos. Vamos pegar o ser humano como exemplo. Ele é da espécie *Homo sapiens*. Do gênero *Homo*, que além do ser humano possui algumas espécies extintas, como *Homo erectus* e *Homo habilis*. O gênero *Homo* está reunido com outros gêneros na família Hominidae. Outros gêneros presentes nessa família são *Pan*, *Gorilla* e *Pongo*. A família Hominidae está dentro da ordem Primates. A ordem Primates faz parte da classe Mammalia. Os mamíferos estão classificados dentro do filo Chordata. E esse filo faz parte do reino Animalia. Então existem diferentes táxons, que são essas unidades taxonômicas. *Homo* é um táxon no nível de gênero. Mammalia é um táxon no nível de classe!

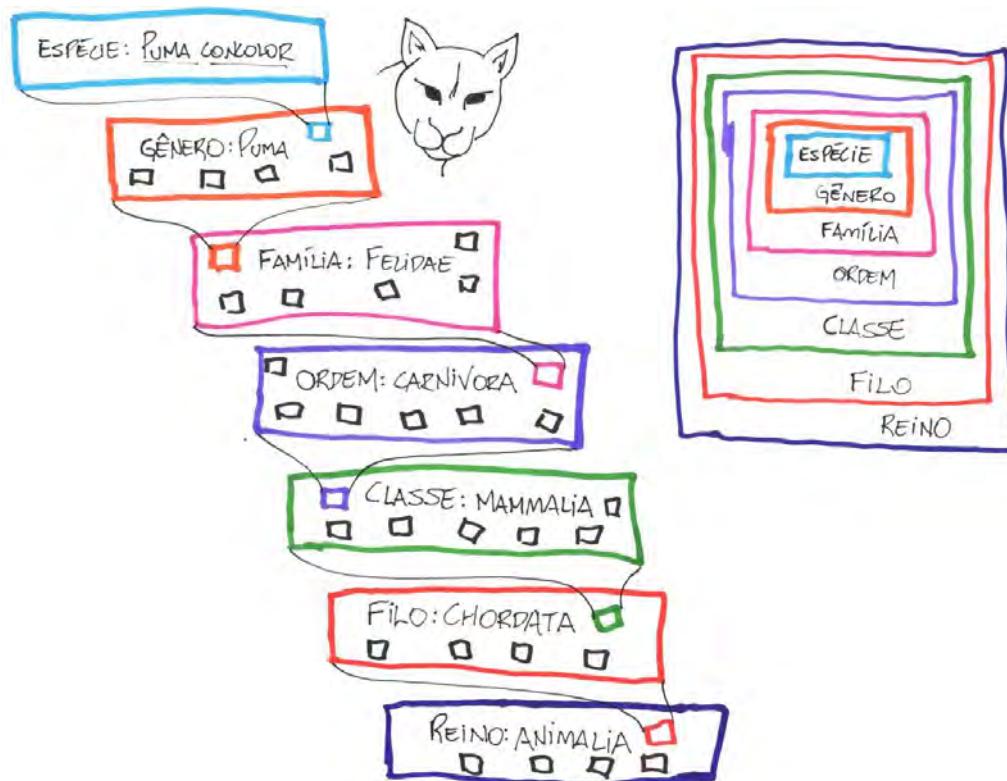


FIGURA 6: AS CATEGORIAS TAXONÔMICAS. NA IMAGEM DA ESQUERDA VOCÊ TEM A CLASSIFICAÇÃO DO PUMA CONCOLOR DESDE O NÍVEL DE ESPÉCIE ATÉ REINO. NA IMAGEM DA DIREITA VOCÊ PODE OBSERVAR A IDEIA DESSAS CATEGORIAS COMO “CAIXAS DENTRO DE CAIXAS”. ADAPTADO DE CAMPBELL ET AL, 2010.

Atualmente, acima da categoria de reinos, ainda existe a categoria domínio. Existem três: (1) Archaea, o qual agrupa organismos procariotos, entre os quais muitos que vivem em ambientes considerados extremos para os seres humanos, como locais muito quentes ou com muita pressão. Por causa disso são chamados de extremófilos; (2) Eukarya, que possui os organismos mais conhecidos pelas pessoas, como os do reino Animalia com eucariotos multicelulares que ingerem outros organismos, reino Plantae, que engloba eucariotos multicelulares capazes de fazer fotossíntese, reino Fungi, com eucariontes, uni ou pluricelulares que absorvem nutrientes após fazer sua decomposição e reino Protista, esses menos conhecidos, com diversos organismos eucariotos unicelulares; (3) Bacteria, com os procariotos mais amplamente distribuídos e divididos e também divididos em vários reinos.

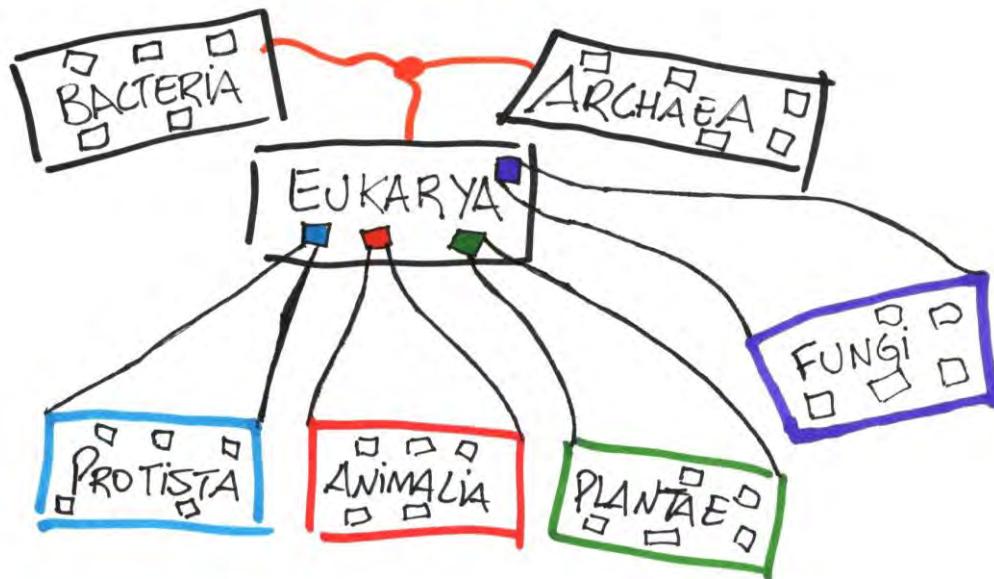


FIGURA 7: OS DOMÍNIOS DA VIDA: ARCHAEA, EUKARYA E BACTERIA. OS REINOS MAIS CONHECIDOS DO DOMÍNIO EUKARYA ESTÃO REPRESENTADOS NA IMAGEM. O ANTIGO REINO MONERA TEM SEUS REPRESENTANTES AGORA DIVIDIDOS ENTRE OS DOMÍNIOS ARCHAEA E BACTERIA, TODOS PROCARIONTES. ADAPTADO DE CAMPBELL ET AL, 2010.

Essa novidade dos domínios está relacionada com a sistemática biológica moderna. Lineu viveu antes da teoria da evolução ser aceita. Todo o seu sistema foi criado pensando que as espécies eram criadas de forma independente. Assim, com as ideias evolutivas, mudanças muito grandes em nossa compreensão da natureza aconteceram, e isso influenciou também a forma como classificamos os seres vivos. Outro exemplo é o caso das aves. Você já deve ter escutado que aves são dinossauros. Mas qual o motivo pra isso?

SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA

Ao longo da história, após Lineu e a teoria evolutiva, diversas escolas de pensamento defenderam diferentes critérios para classificar os seres vivos. A despeito disso, atualmente a sistemática utilizada na biologia é a Sistemática Filogenética. Não se assuste com esse nome.

Filogenias são representações de histórias evolutivas entre os organismos. Como comentado no começo do texto, os organismos possuem uma história evolutiva. Todos os seres vivos conhecidos possuem um ancestral comum, como você, sua irmã e seu primo. Assim, a sistemática filogenética vai classificar os organismos de acordo com suas relações de parentesco. Apesar da novidade, a sistemática filogenética vai utilizar a nomenclatura binomial e as categorias taxonômicas de Lineu. Entretanto, vai fazer isso dentro da perspectiva das relações de parentesco. Assim, espécies que são classificadas dentro de um mesmo gênero devem ser mais aparentadas entre si do que com espécies colocadas em outro gênero. Gêneros de uma mesma família devem ter relações mais próximas em termos evolutivos do que com gêneros presentes em outra família, e por aí vai!

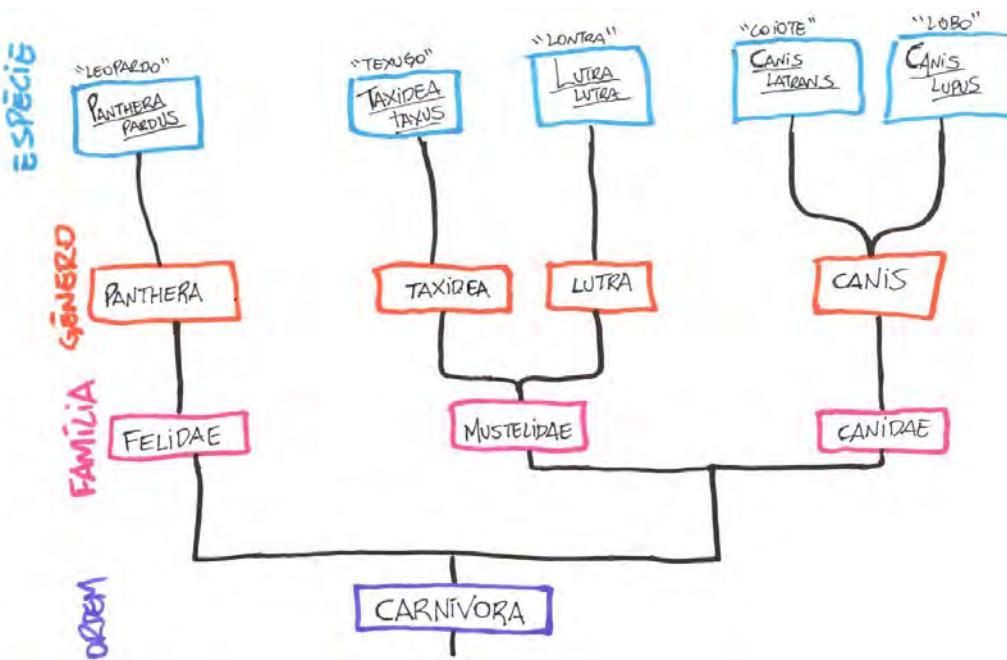


FIGURA 8: A RELAÇÃO ENTRE SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA E CATEGORIAS TAXONÔMICAS.
ADAPTADO DE CAMPBELL ET AL, 2010.

Olha para a figura acima, Canis latrans e Canis lupus são parentes mais próximos entre eles do que de Lutra lutra. Assim, baseados nas relações de parentesco, e dentro da perspectiva da sistemática filogenética, não poderíamos colocar Canis latrans no gênero Lutra e manter Canis lupus no gênero Canis. Essa classificação não levaria em conta as relações de parentesco. Perceba então que as filogenias são a

base para as propostas de classificação atuais. Outro nome para uma filogenia é árvore filogenética. Existe essa ideia de “árvore” porque nessas representações as linhas vão se bifurcando, como se fossem ramos ou galhos. Vamos entender melhor como interpretar uma árvore filogenética. Preste atenção na figura abaixo. Nessa árvore filogenética estão sendo mostradas as relações de parentesco de cinco espécies de grandes primatas. Além das relações de parentesco nessa filogenia também está colocada a escala de tempo. Note que as cinco espécies possuem um ancestral comum que viveu entre 15 e 10 milhões de anos atrás. Cada ponto de ramificação pode ser chamado de nó. Esses nós representam os ancestrais comuns. Perceba que chimpanzés e bonobos possuem um ancestral em comum que não compartilham com os demais. Da mesma forma, essas duas espécies e os seres humanos compartilham um ancestral que não é ancestral dos demais. Duas espécies mais próximas, como chimpanzés e bonobos nessa filogenia, são chamadas de espécies irmãs.

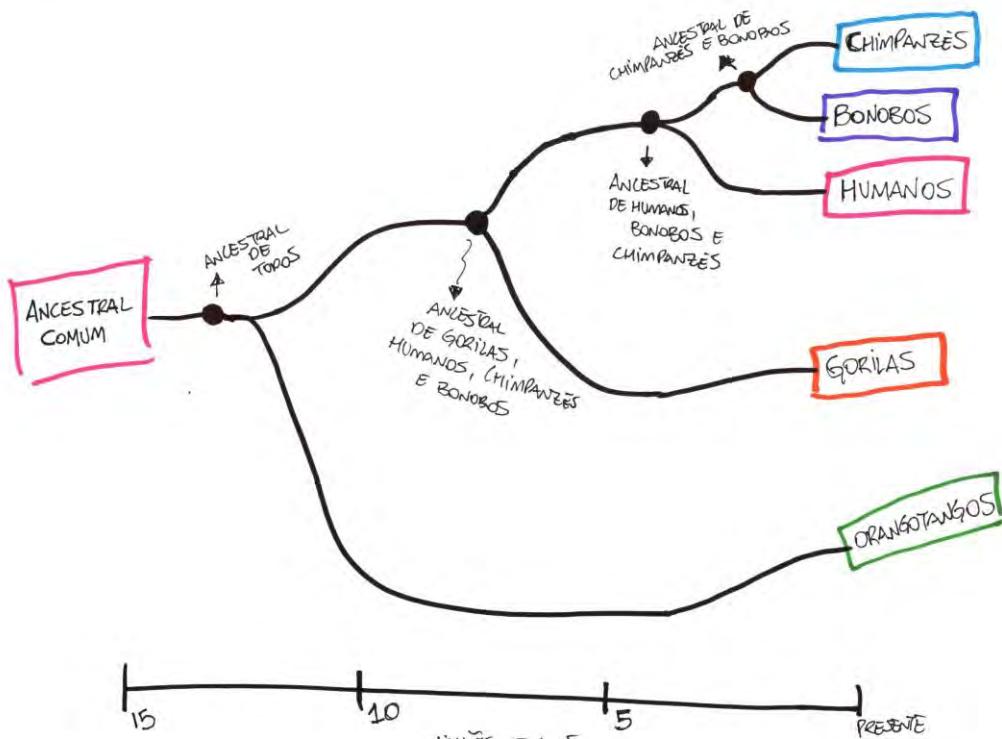


FIGURA 9: RELAÇÕES DE PARENTESCO DOS GRANDES PRIMATAS. OS NÓS REPRESENTAM O ANCESTRAIS.

Outro termo muito importante é clado. Um clado é um grupo formado pelo ancestral comum e todas as espécies que descendem

desse ancestral. Assim, na imagem anterior, chimpanzés e bonobos, juntamente com seu ancestral formam um clado. Chimpanzés, bonobos e humanos também formam um clado.

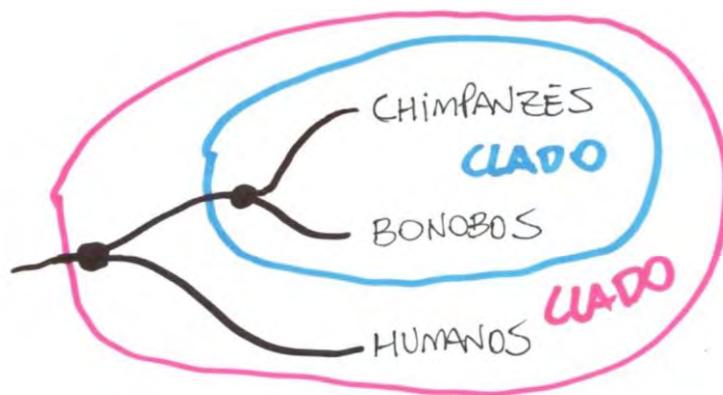


FIGURA 10: DOIS CLADOS, UM FORMADO POR CHIMPANZÉS, BONOBOS E SEU ANCESTRAL, E OUTRO FORMADO POR HUMANOS, CHIMPANZÉS, BONOBOS E SEU ANCESTRAL.

Quem é parente mais próximo de humanos? Chimpanzés ou bonobos? A resposta é ambos. Perceba que é possível “girar” os nós das filogenias sem alterar a relações de parentesco representadas. Tanto na filogenia A como na filogenia B da imagem, chimpanzés e bonobos são parentes mais próximos porque compartilham um ancestral comum mais recente. Esse ancestral não é compartilhado com os humanos.

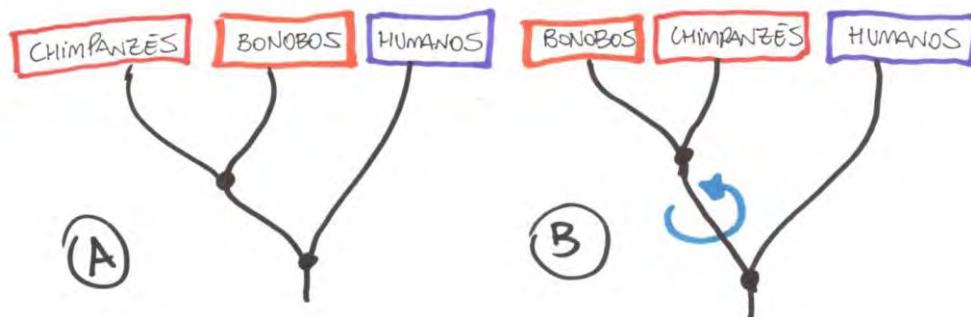


FIGURA 11: É POSSÍVEL “GIRAR” AS FILOGENIAS EM QUALQUER UM DE SEUS NÓS E MANTER AS RELAÇÕES DE PARENTESCO INALTERADAS.

Já sabemos que o objetivo da sistemática filogenética é esclarecer as relações de parentesco, ou seja, mostrar os clados que existem. Então, outro nome para sistemática filogenética é cladística. Da mesma forma, as filogenias/árvores filogenéticas podem ser chamadas de cladogramas. Nos cladogramas, os clados mostram um ancestral comum e todos os seus descendentes. Esse tipo de grupo é chamado de grupo natural, ou monofilético. Todos esses nomes: clado, grupo natural e grupo monofilético, representam a mesma coisa. Grupos que englobam todas as espécies e seu ancestral comum. Existem diversos grupos, principalmente formados faz muito tempo, antes das ideias evolutivas, que não são grupos naturais. Exemplos desses tipos de grupos são o parafiléticos e polifiléticos. Veja na imagem abaixo que os grupos polifiléticos possuem descendentes de ancestrais independentes. Um grupo formado por aves e mamíferos, animais endotérmicos, seria um grupo polifilético. Já os grupos parafiléticos incluem os descendentes de um ancestral, mas não todos os descendentes. Veja na imagem abaixo que o grupo parafilético formado exclui a espécie A. Já os grupos monofiléticos englobam o ancestral e todos os seus descendentes.

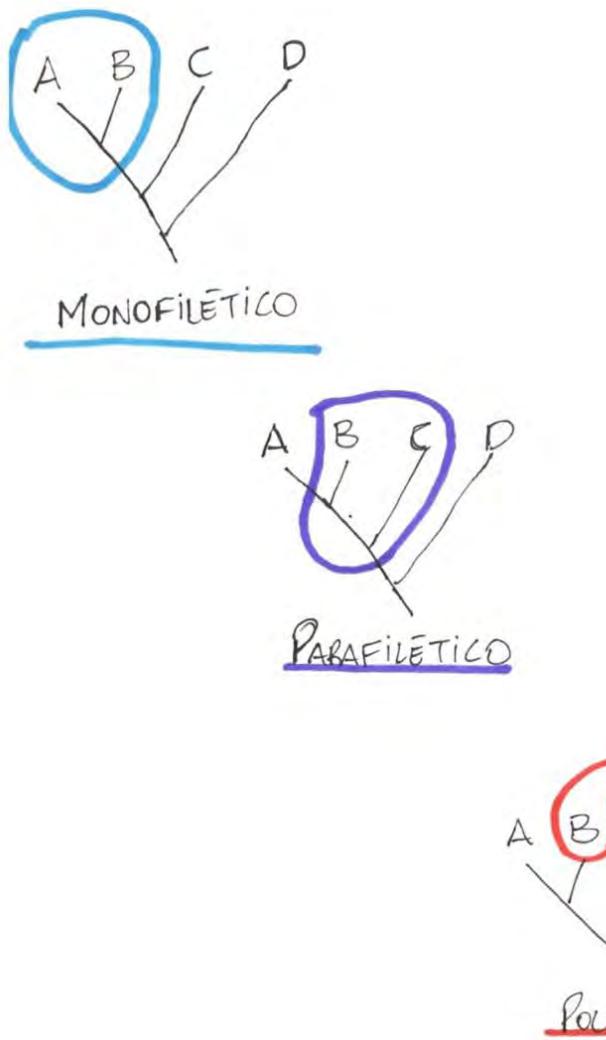


FIGURA 12: COMPARAÇÃO ENTRE GRUPOS MONOFILÉTICOS, PARAFILÉTICOS E POLIFILÉTICOS. CADA LETRA DOS CLADGRAMAS REPRESENTA UM TÁXON.

Um exemplo clássico de grupo parafilético são os répteis. Apesar de incluir vários descendentes de um ancestral comum, os répteis não incluem as aves, que também possui esse ancestral. Por isso, répteis não formam um grupo monofilético. Veja na imagem a seguir.

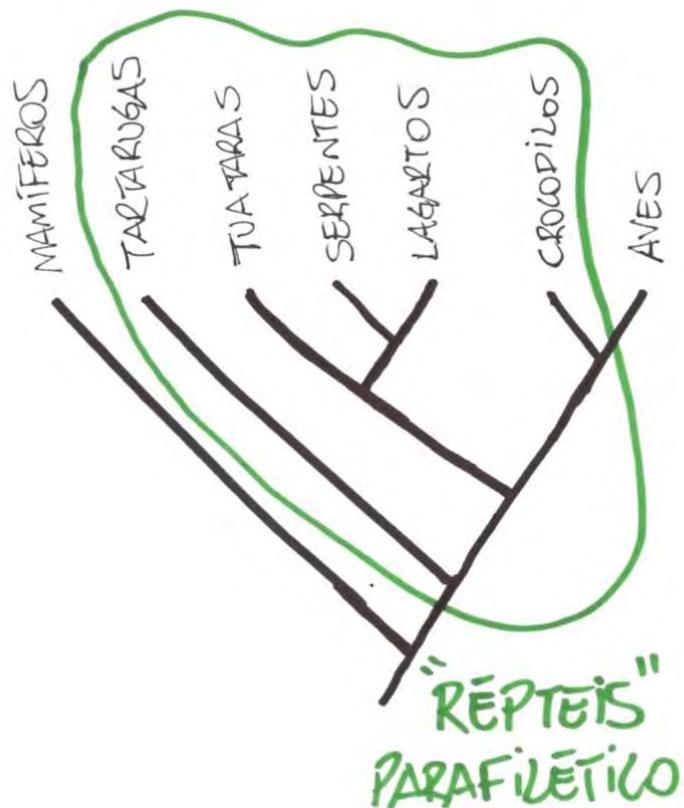


FIGURA 13: RÉPTEIS FORMAM UM GRUPO PARAFILETICO CASO DEIXEM DE INCLUIR AS AVES.

Outra questão interessante que envolve as aves é que elas são parentes próximas de um grupo de dinossauros chamados de saurisquianos. São até mesmo mais aparentadas com esse grupo do que esse grupo é com outros dinossauros conhecidos como ornitisquianos. Assim, se você classifica esses dois grupos como dinossauros, as aves também precisam ser consideradas dinossauros. Ou você formaria um grupo parafilético. Seria parecido com o exemplo de colocar você e seu primo em um grupo mas não incluir sua irmã. Assim, podemos dizer que os dinossauros não foram totalmente extintos. Porque as aves são dinossauros!

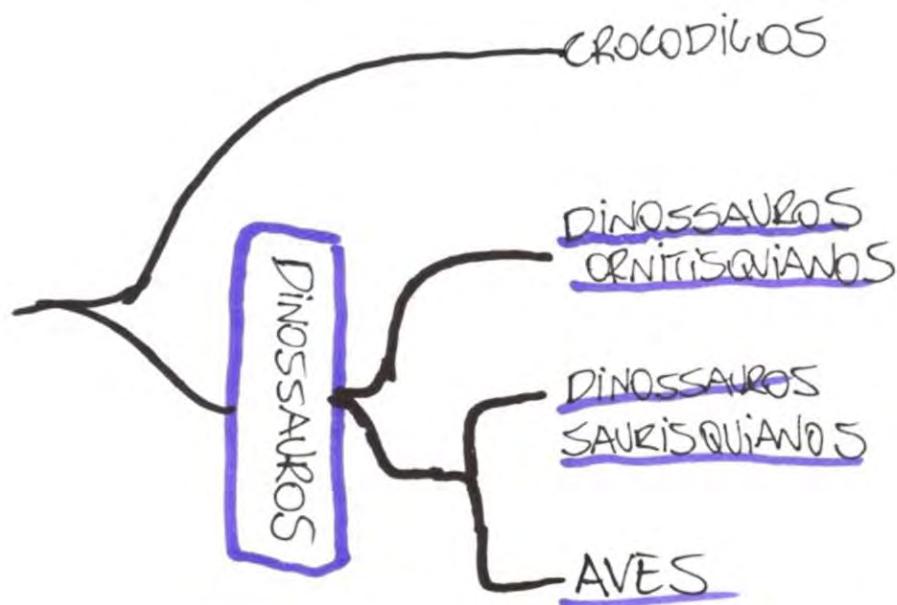


FIGURA 14: AS AVES SÃO DINOSAURIOS!

Mas como a galera da sistemática sabe pra saber quem é parente mais próximo de quem? Ou seja, qual o método que se utiliza para construir as árvores filogenéticas? Isso vai ser feito buscando características compartilhadas pelos organismos por causa de herança evolutiva. Essas características são chamadas de homólogas. Vamos definir isso melhor porque é muito importante. Características homólogas são aquelas compartilhadas por uma ou mais espécies porque foram herdadas de um ancestral comum. Essas características vão ajudar a reconstruir as histórias evolutivas. Elas podem ser de diversos tipos, como morfológicas, anatômicas, moleculares, fisiológicas ou mesmo comportamentais. De forma geral, as mais utilizadas para as filogenias são as morfológicas e moleculares. Olhe para o cladograma abaixo. Perceba que ao longo do cladograma existem características sendo mostradas, como os "vasos condutores". A presença de vasos condutores é uma característica presente no ancestral e que foi herdada por todos os descendentes. Assim, angiospermas, pteridófitas e gimnospermas, possuem vasos condutores, que não estão presentes em briófitas. Você pode exercitar esse raciocínio olhando as demais características apresentadas para saber quais grupos as possuem. Quem tem sementes? Quem tem flores e frutos?

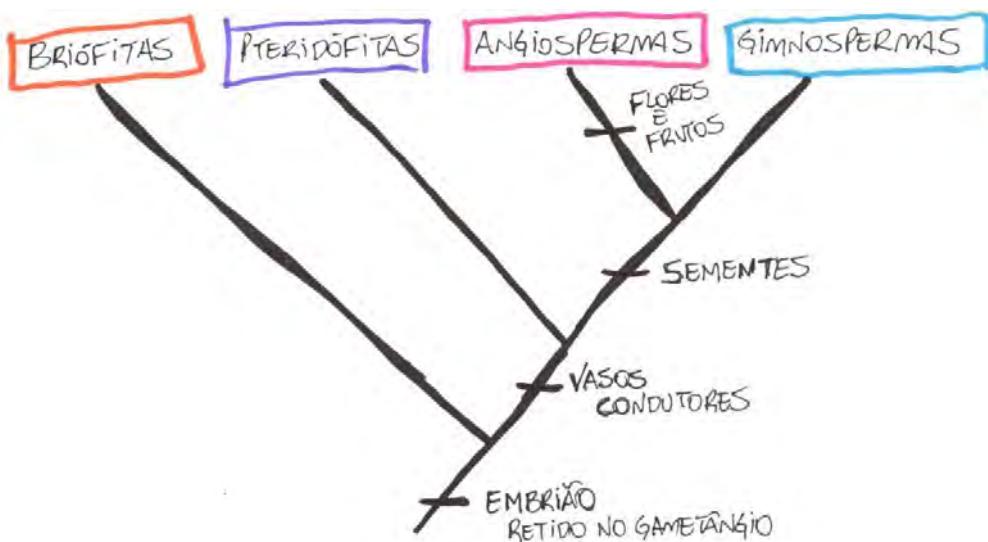


FIGURA 15: CLADOGRAMA MOSTRANDO RELAÇÕES DE PARENTESCO ENTRE ALGUNS GRUPOS DE PLANTAS E CARACTERÍSTICAS HERDADAS QUE AJUDAM A INFERIR AS RELAÇÕES DE PARENTESCO.

Note que “embriões” é uma característica presente em todos os organismos mostrados. São essas características homólogas compartilhadas, novidades evolutivas, que nos ajudam a reconstruir as histórias evolutivas. Esse tipo de homologia é chamado de apomorfia (são caracteres derivados que diferem da condição ancestral). Como a apomorfia “embrião” é compartilhada por diferentes grupos ela é chamada de sinapomorfia. Os caracteres ancestrais são chamados de plesiomorfias, ou simplesiomorfias quando são compartilhados. Se uma característica é uma sinapomorfia ou uma simplesiomorfia, vai depender da “escala” dentro do cladograma. Para alguns grupos certas características vão ser sinapomorfias, e para outros essas mesmas vão ser simplesiomorfias. Por exemplo, pensando em vertebrados, membros anteriores modificados em asas poderiam ser considerados como uma sinapomorfia das aves. Entretanto, pensando nas relações de parentesco das aves, essa característica é uma simplesiomorfia compartilhada por todas elas. Apenas as sinapomorfias podem ser utilizadas para esclarecer as relações de parentesco. Como assim?! Pense, podemos dizer que a modificação dos membros anteriores em asas agrupa diversos organismos como “aves” e ajuda a entender que esse grupo possui um ancestral comum mais recente que não é ancestral de outros vertebrados. Agora, dentro de aves, os membros anteriores modificados em asas não nos ajudam a esclarecer as relações de parentesco porque todo mundo tem! Precisamos estudar outras características para saber suas relações.

Até aqui falamos de poucas características sendo utilizadas para construir os cladogramas. Mas na prática os biólogos utilizam muitas características para reconstruir as árvores filogenéticas. Cada uma das características pode ser entendida como uma hipótese de homologia. Essas características são organizadas em matrizes de dados e analisadas para gerar os cladogramas, que por sua vez representam uma hipótese de relações de parentesco. Obviamente, como uma hipótese, pode ser testada a partir de novos dados e conforme novas evidências surgem, relações de parentesco podem ser revistas. Preste atenção na matriz abaixo e no cladograma derivado da mesma.

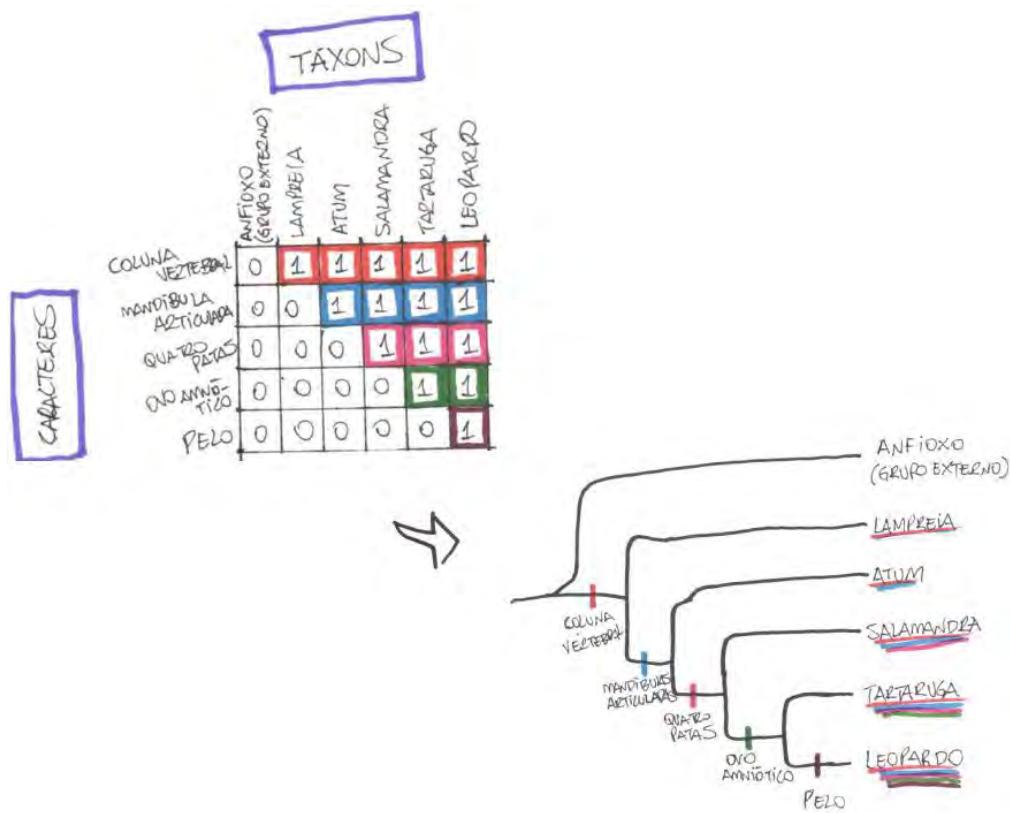


FIGURA 16: EXEMPLO SIMPLES MOSTRANDO UMA MATRIZ DE DADOS E UM CLADOGRAMA DERIVADO DELA. AS MATRIZES UTILIZADAS PELOS BIÓLOGOS SÃO MUITO MAiores E DEPENDEMOS DE COMPUTADORES PARA CONSEGUIR FAZER SUA ANÁLISE. ADAPTADO DE CAMPBELL ET AL, 2010.

Na matriz em um eixo temos os caracteres analisados, como "coluna vertebral". No outro eixo temos os táxons analisados, como "tartaruga". A matriz vai informar quais os táxons apresentam determinados caracteres. Nesse exemplo, os táxons que apresentam

certo caractere são codificados como “1”. Assim, como apenas leopardo apresenta “pelo”, apenas ele vai receber o valor “1”. Veja que cada um dos caracteres representa uma possível homologia. Então, ovo amniótico, por exemplo, é uma homologia que nos ajuda a entender que “tartaruga” e “leopardo” formam um grupo natural. Essa característica é, portanto, uma sinapomorfia de tartarugas e leopardos. Você deve ter reparado que na imagem o anfioxo é chamado de grupo externo. O grupo externo é um grupo que ajuda a estabelecer de que forma ocorreram as mudanças nos caracteres ao longo da evolução dos táxons estudados. Assim, pegando o exemplo da “mandíbula articulada”, o anfioxo serve de para saber que o estado anterior era de uma mandíbula não articulada, e que ocorreu alguma mudança no ancestral de atuns, salamandras, tartarugas e leopardos que articulou a mandíbula.

Agora que sabemos como os cientistas fazem para classificar os seres vivos, com sua enorme diversidade de espécies, vamos ver um aspecto que varia entre os seres vivos e possui grande importância, as diferentes estratégias utilizadas para a reprodução.

FORMAS DE REPRODUÇÃO

Pessoal, em biologia a reprodução é muito importante. É a partir desse fenômeno que os organismos deixam descendentes. Ele começou faz bilhões de anos com o primeiro ser vivo, que através de processos reprodutivos deixou organismos filhos. Todos os organismos são resultado de eventos reprodutivos. A reprodução é, portanto, uma característica fundamental da vida. Como praticamente tudo em biologia, a forma como os organismos reproduzem varia muito. Vamos iniciar classificando a reprodução em duas grandes categorias: processos assexuados e sexuados. Na reprodução assexuada os organismos originam “filhos” geneticamente idênticos (clones). Os processos de reprodução assexuados são considerados agânicos, ou seja, sem a produção de gametas. Também não existe a necessidade de interação com outro organismo para a geração de descendência. Assim, uma das vantagens desse tipo de reprodução é que um único indivíduo pode colonizar uma nova área. Outra vantagem é que é um processo reprodutivo potencialmente rápido e com um gasto de energia menor (não precisa achar um parceiro). Organismos assexuados podem crescer em número rapidamente. Uma das desvantagens está relacionada com a diversidade genética. Como esses processos geram seres geneticamente iguais, a geração de variedade é dependente de mutações. Em ambientes que variam muito, a baixa variabilidade pode ser prejudicial. Ao contrário da reprodução

assexuada, a reprodução sexuada gera indivíduos geneticamente diferentes dos pais a partir da combinação de material genético vindo de ambos. Cada um dos indivíduos produz gametas com metade do material genético. Após a fecundação o material hereditário de cada um dos pais irá se combinar e formar um novo indivíduo.

Em ambientes que variam muito a reprodução sexuada é vantajosa, porque gera mais variação. Para você entender pense em uma monocultura de batatas, todas geneticamente iguais. Se uma praga for capaz de matar uma delas, vai poder matar todas. Agora, se existir variação entre elas, algumas das variedades podem ser resistentes contra a praga. Assim esses indivíduos não morrem e a população de forma geral segue existindo. Uma das desvantagens da reprodução sexuada é que comparativamente é um processo mais lento e que demanda mais energia. Isso tanto para a produção de gametas (as células reprodutivas dos organismos sexuados), como para encontrar parceiros. Além disso, a reprodução assexuada permite que um indivíduo passe 100% de seus genes para os descendentes, enquanto a sexuada permite que apenas 50% dos genes de cada organismo seja transmitido para os “filhos”. Isso gera um problema interessante para explicar como a reprodução sexuada evoluiu. Não vamos nos aprofundar nisso, mas caso fique curioso pesquise sobre o tema! Um organismo não necessariamente faz apenas um desses tipos de reprodução. Vários grupos, como os pulgões, por exemplo, podem se reproduzir tanto assexuadamente como sexuadamente. Quando existem condições ambientais favoráveis, esses grupos reproduzem assexuadamente, aproveitando os recursos e aumentando em número. Quando o ambiente fica mais hostil, com menos recursos ou com características muito variantes, esses organismos podem se tornar sexuados. Sabendo das características gerais desses dois tipos de reprodução, vamos ver a variação que existe em cada um deles.

REPRODUÇÃO ASSEXUDA

Existe um grande número de processos diferentes utilizados em reprodução assexuada. Aqui vamos detalhar os mais comuns.

DIVISÃO BINÁRIA

Esse processo ocorre em muitos grupos de seres unicelulares. É bem simples de entender, galera. Inicialmente existe apenas uma célula. Essa

célula vai duplicar seu material genético e se dividir em duas. Então inicialmente você tem um indivíduo/ célula, que vai originar duas células-filhas. Esse tipo de reprodução ocorre em algas unicelulares, protozoários e bactérias. Pode ser extremamente rápido. Em condições favoráveis uma célula bacteriana pode levar menos de 20 minutos para se dividir em duas. Imagina isso acontecendo com milhões de indivíduos de uma população! Outros nomes utilizados para esse tipo de reprodução são cissiparidade ou bipartição.

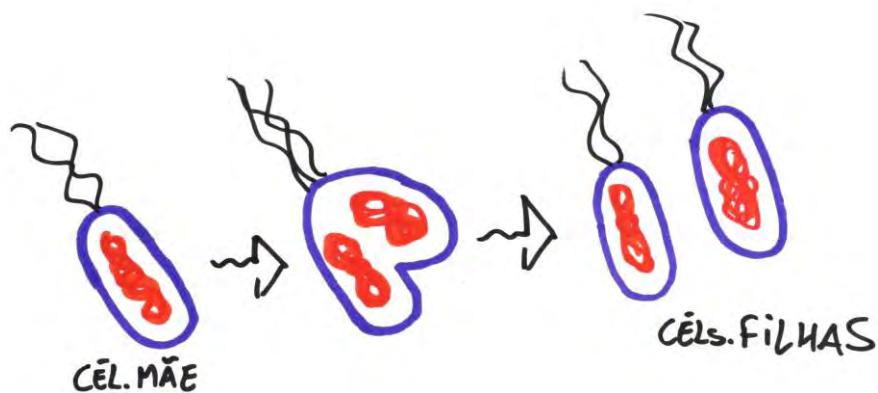


FIGURA 17: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PROCESSO DE DIVISÃO BINÁRIA.

BROTAMENTO

Pessoal, no processo de brotamento o organismo vai formar brotos! Veja só. Esses brotos podem se separar do indivíduo original ou permanecer unidos, formando colônias. É um processo que pode ocorrer em plantas, alguns fungos (unicelulares inclusive!) e animais invertebrados. O exemplo mais clássico é das esponjas. As esponjas podem se reproduzir tanto assexuadamente como sexuadamente. Outro nome para esse tipo de reprodução é gemiparidade.

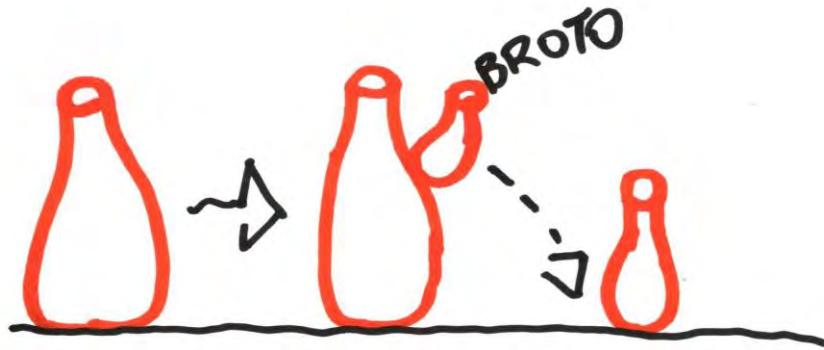


FIGURA 18: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO PROCESSO DE BROTAÇÃO EM UMA ESPONJA. NOTE QUE O BROTO PODE SE SOLTAR DO CORPO DO INDIVÍDUO ORIGINAL.

ESPORULAÇÃO

Nesse tipo de reprodução ocorre a formação de esporos. Os esporos são células especializadas para a reprodução que são produzidos pelos organismos e liberados no ambiente. Quando “encontram” um ambiente adequado, podem se desenvolver e formar novos indivíduos. Esse processo é comum em fungos multicelulares. Esporulação também é o nome utilizado para descrever o processo de formação de endósporos bacterianos resistentes que se formam em condições ambientais desfavoráveis e podem permanecer no ambiente até que ele se torne “bom” para um novo desenvolvimento.

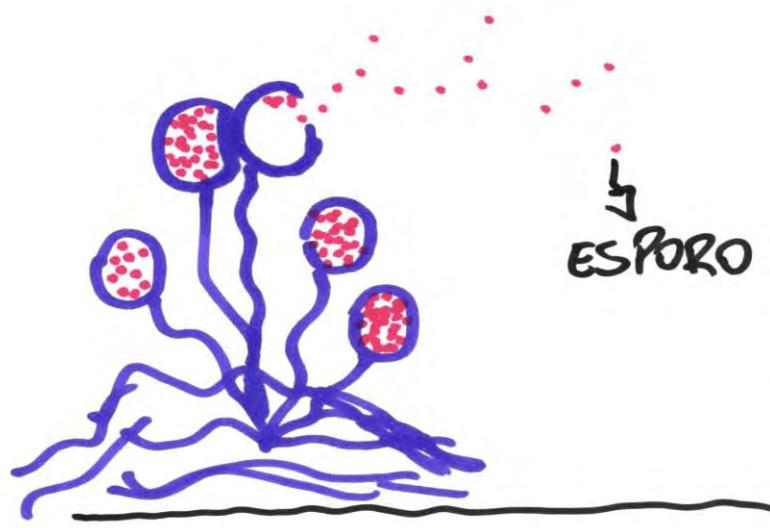


FIGURA 19: REPRESENTAÇÃO DO PROCESSO DE ESPORULAÇÃO EM FUNGOS. OS INDIVÍDUOS PODEM PRODUZIR UMA QUANTIDADE GIGANTESCA DE ESPOROS.

FRAGMENTAÇÃO

Essa forma de reprodução pode ocorrer em invertebrados, plantas ou algas. Um exemplo comum é o das planárias. Partes do corpo são separadas e tem a capacidade de gerar novos indivíduos. Enquanto um novo indivíduo pode ser originado a partir de um pedaço separado, o indivíduo que perdeu o pedaço pode regenerar. Estrelas-do-mar também possuem grande capacidade de regeneração.

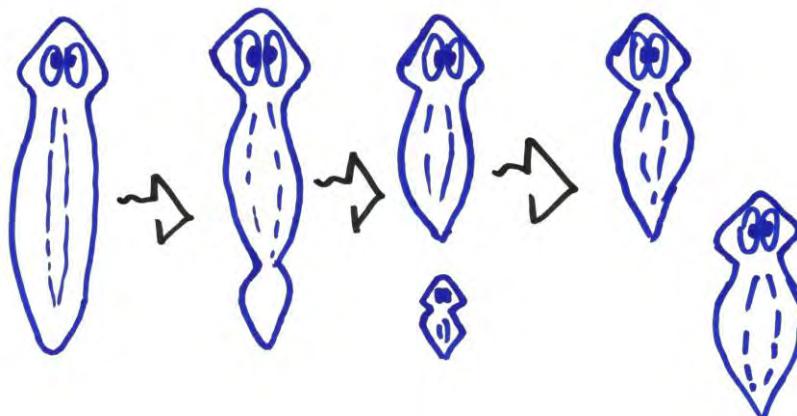


FIGURA 20: DESENHO ESQUEMÁTICO MOSTRANDO O PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO EM UMA PLANÁRIA.

PARTENOGÊNESE

Nesse tipo de reprodução o gameta da fêmea vai originar um novo organismo sem necessitar da fecundação. O exemplo mais clássico é o das abelhas. Perceba que as abelhas possuem reprodução sexuada, mas para originar machos não precisa ocorrer fecundação. Eles se desenvolvem a partir de óvulos não fecundados. Também podem ocorrer em outros organismos, mesmo animais vertebrados, como algumas espécies de lagarto. Em alguns desses casos a população apresenta apenas fêmeas.

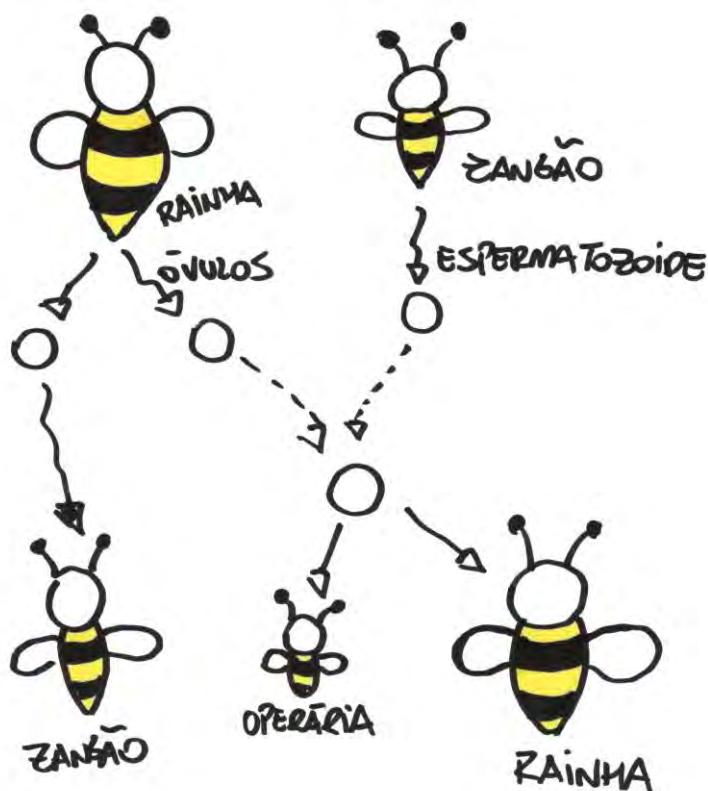


FIGURA 21: O PROCESSO DE PARTENOGÊNESE. O ZANGÃO SE ORIGINA A PARTIR DE ÓVULOS NÃO FECUNDADOS. UM PROCESSO ASSEXUADO.

REPRODUÇÃO SEXUADA

Como salientado, na reprodução sexuada vai ocorrer troca de material genético. Isso vai acontecer muitas vezes através da produção de gametas. Vamos dizer que houve uma fusão de gametas. Essa fusão ocorre a partir do processo de fecundação, que vai unir os gametas haploides, com metade do material genético, e originar um zigoto diploide (com duas cópias do material genético), uma do macho e uma da fêmea. A reprodução sexuada também pode ser classificada em diferentes tipos, relacionados com o tipo de fecundação, forma de desenvolvimento, entre outros. Antes de ver isso, podemos destacar outros conceitos que surgem quando se fala em reprodução sexuada, como o de organismos monóicos e dióicos. Os monóicos são organismos que produzem dois tipos de gametas (espermatozoides e óvulos, por exemplo). Esses organismos podem ser chamados de hermafroditas. Muitos grupos de organismos

monóicos não fazem autofecundação. Ou seja, os gametas de um mesmo indivíduo não se encontram. Esses organismos acabam trocando gametas com outros indivíduos. Assim, os espermatozoides de um são utilizados para na fecundação juntamente com os óvulos de outro. E vice-versa. Esse processo é chamado de fecundação cruzada. Várias plantas, e animais, como minhocas e caramujos reproduzem por fecundação cruzada. Os organismos dióicos apresentam sexos separados. Ou seja, um indivíduo vai produzir ou espermatozoides ou óvulos.

FECUNDAÇÃO EXTERNA E INTERNA

Vimos que nos processos reprodutivos sexuados, que envolvem gametas, é necessário que ocorra a fecundação/ fertilização. Quando o encontro dos gametas ocorre dentro do corpo de um indivíduo, dizemos que a fecundação é interna. Um bom exemplo são os humanos. O gameta masculino encontra o feminino dentro do corpo da fêmea. Já os sapos utilizam a fecundação externa. O macho estimula a liberação dos gametas da fêmea através do amplexo (nome do abraço). O macho libera os seus gametas enquanto a fêmea libera os dela. O encontro ocorre fora do corpo, logo, fecundação externa. A fecundação externa é muito comum em ambientes aquáticos, mas não é uma regra sem exceções. Normalmente, para a fecundação externa ter sucesso é necessária a produção de grande número de gametas. Pense em espécies marinhas que não podem se locomover. Essas espécies produzem grande quantidade de células reprodutivas para aumentar as chances de ocorrer um encontro de gametas. Com a fecundação interna, o investimento na produção de gametas pode, de forma geral, ser menor.

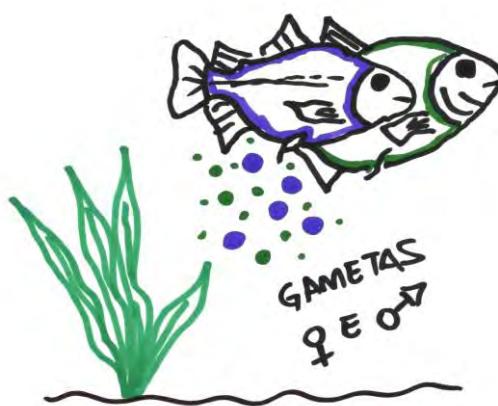


FIGURA 22: NA FECUNDAÇÃO EXTERNA OS GAMETAS SE ENCONTRAM FORA DO CORPO DA FÊMEA. NO DESENHO OS GAMETAS DO MACHO E DA FÊMEA ESTÃO REPRESENTADOS COMO AS “BOLINHAS” DE CORES DIFERENTES.

DESENVOLVIMENTO DIRETO E INDIRETO

Nos animais com desenvolvimento direto, os organismos, ao nascerem são semelhantes aos pais. Mamíferos e aves possuem desenvolvimento direto. Já no desenvolvimento indireto os organismos passam por algum estágio larval. Um exemplo muito bonito de desenvolvimento indireto está relacionado com o processo de metamorfose completa em insetos, como nas borboletas.

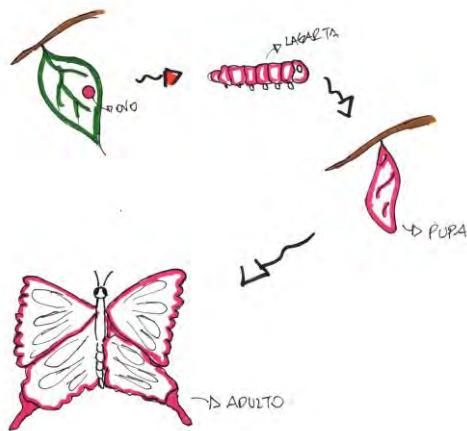


FIGURA 23: PROCESSO DE METAMORFOSE EM BORBOLETAS. NOTE QUE OS INDIVÍDUOS QUE ECLODEM DOS OVOS SÃO MUITO DIFERENTES DOS ADULTOS. UM PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO INDIRETO.

OVÍPAROS, OVOVIVÍPAROS E VIVÍPAROS

Quanto nome né?! Mas a ideia é bem simples. Em organismos ovíparos as fêmeas liberam ovos de seus corpos e os embriões se desenvolvem utilizando os recursos presentes nesses ovos. O exemplo mais óbvio para esse tipo de reprodução são as aves, mas é encontrada em

mamíferos monotremados, peixes, répteis e invertebrados. Já as espécies ovovivíparas possuem ovos, mas ao invés de liberarem os ovos no ambiente permitem que eles se desenvolvam dentro do corpo. Exemplos são encontrados em muitos peixes e répteis. Por fim, nas espécies vivíparas os embriões se desenvolvem dentro do corpo da fêmea, mas sem a presença de ovos. Os nutrientes para o embrião são fornecidos pela mãe. Nos humanos isso ocorre através da placenta. Mamíferos de forma geral utilizam essa estratégia, mas também ocorre em outras espécies como alguns grupos de tubarões.



FIGURA 25: O ORNITORRINCO É UM DOS POCOS EXEMPLOS DE MAMÍFERO OVÍPARO.

Para finalizar a sessão sobre formas de reprodução, vamos falar de alguns processos interessantes que ocorrem em muitas bactérias. Como vimos esses organismos reproduzem de forma assexuada por fissão binária. Mas isso não significa que eles não realizam processos sexuados. Mas como assim? Bem, nem sempre reprodução e sexo estão associados em Biologia. Muitas vezes temos reprodução sem sexo, como nos casos discutidos de reprodução assexuada nos quais um organismo produzia descendentes geneticamente idênticos, sem a participação de outro indivíduo. Por outro lado, podemos ter sexo (troca de material genético) sem ter reprodução. Como isso pode ocorrer? Vamos ver três exemplos com as bactérias.

TRANSFORMAÇÃO, TRANSDUÇÃO E CONJUGAÇÃO

Na transformação bacteriana, uma bactéria absorve pedaços de DNA presentes no ambiente, que sobraram após o processo de decomposição de outras bactérias que morreram. Perceba que houve troca de material genético, mesmo não ocorrendo reprodução. Essa “nova” bactéria pode apresentar características distintas, relacionadas com as moléculas de DNA absorvidas. Já no processo de transdução bacteriana acontece uma transferência de material genético mediada por vírus. Existem vírus que atacam bactérias, esses vírus são chamados de bacteriófagos. Os vírus podem acabar incorporando fragmentos de uma célula bactéria que parasitam. Esses pedaços de DNA podem acabar sendo incorporados por uma segunda bactéria que for parasitada por esse vírus. Novamente, temos uma “nova” bactéria, geneticamente diferente. Por fim, no processo de conjugação bacteriana, uma bactéria doadora passa material genético para uma bactéria receptora. Isso se dá através de um tubo microscópico chamado de pili sexual, ou apenas pili.

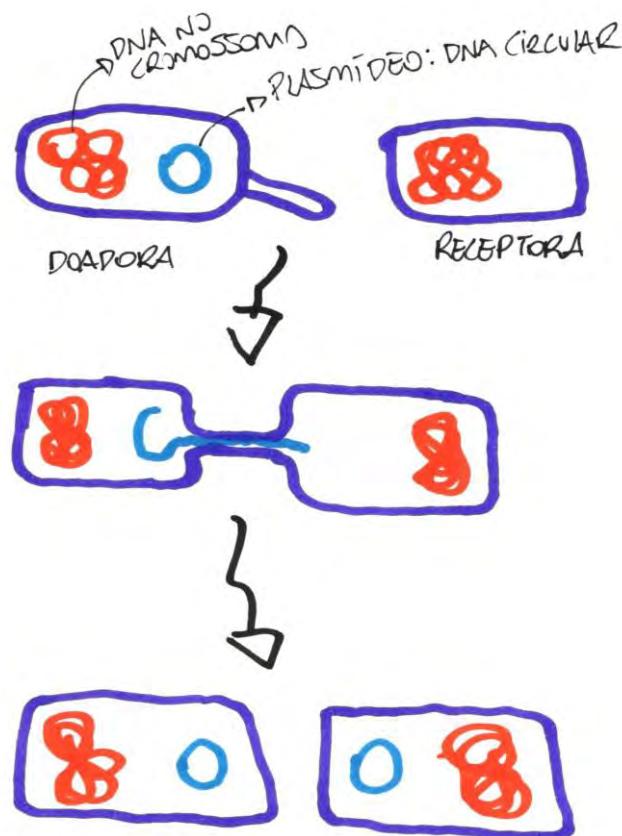


FIGURA 26: NA CONJUGAÇÃO BACTERIA, NORMALMENTE UM PEDAÇO DE DNA CIRCULAR CHAMADO PLASMÍDEO É TRANSFERIDO DE UMA BACTÉRIA PARA OUTRA ATRAVÉS DE UM TUBO CHAMADO DE PILI.

Bom! Vimos que a vida é muito diversa e como fazemos para classificar os seres vivos. Também vimos os diferentes tipos de reprodução que existem. Você percebeu que um único grupo pode apresentar diferentes estratégias reprodutivas. Outro aspecto muito diverso nos seres vivos são seus ciclos de vida. Vamos entender melhor isso!

CICLOS DE VIDA

Um ciclo de vida pode ser entendido como os diversos processos que ocorrem com um único organismo desde seu nascimento até sua morte. Mas existem outras formas de entender os ciclos de vida. Uma muito importante para organismos sexuados, está relacionada com as mudanças que ocorrem na ploidia durante o ciclo de vida. Para você entender a ideia de ploidia precisa saber que as diferentes espécies sexuadas possuem números específicos de cromossomos. A espécie humana, como outras espécies sexuadas, é diploide, possui dois conjuntos de cromossomos, 23 vindos do pai, e 23 vindos da mãe, somando o número total de cromossomos normalmente encontrados na espécie, 46. Mas os gametas vão ser produzidos por meiose, um processo que reduz a quantidade de material genético pela metade, gerando células com apenas um conjunto de cromossomos da espécie, ou seja, células haploides.

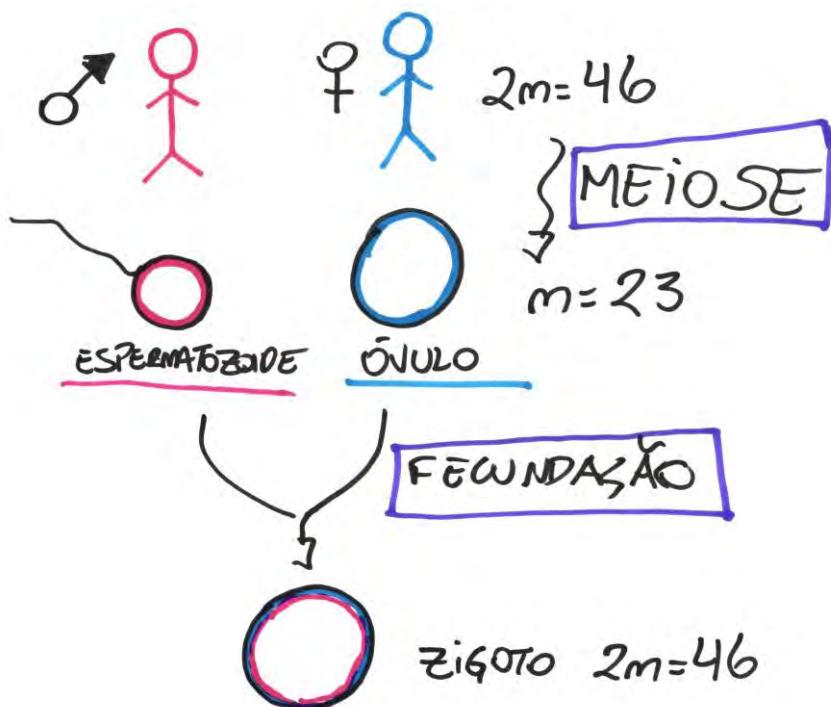


FIGURA 27: A MEIOSE COMO UM PROCESSO PARA FORMAÇÃO DE GAMETAS EM HUMANOS. PERCEBA QUE É UM PROCESSO REDUCIONAL, NO SENTIDO DE DIMINUIR O MATERIAL GENÉTICO DE UMA CÉLULA PELA METADE. A UNIÃO DOS GAMETAS É CHAMADA DE FECUNDAÇÃO.

Os organismos sexuados podem ter tanto fases haploides como diploides durante seus ciclos de vida. Mas a duração e variações nessas fases vão resultar em diferentes tipos de ciclos. Vamos ver os tipos de ciclos relacionados com a ploidia. O ciclo de vida, nesse sentido, pode ser classificado como haplobionte ou diplobionte. Preste atenção que isso não está relacionado diretamente com organismos haploides e diploides. Haplobionte significa que os indivíduos “adultos”, nesses ciclos, vão ser ou haploides ou diploides, nunca os dois. Já um organismo diplobionte tem organismos “adultos” haploides e diploides durante o seu ciclo. As palavras são parecidas e podem confundir. Vamos ver cada um desses tipos com calma.

HAPLOBIONTE DIPLONTE

Esse tipo de ciclo de vida apresenta apenas um organismo “adulto”, logo, é um ciclo haplobionte. O organismo “adulto” nesse caso é diploide, portanto vamos chamar esse ciclo de haplobionte diplonte. Os humanos

são um bom exemplo, e os animais de forma geral apresentam esse tipo de reprodução. Alguns protistas também.

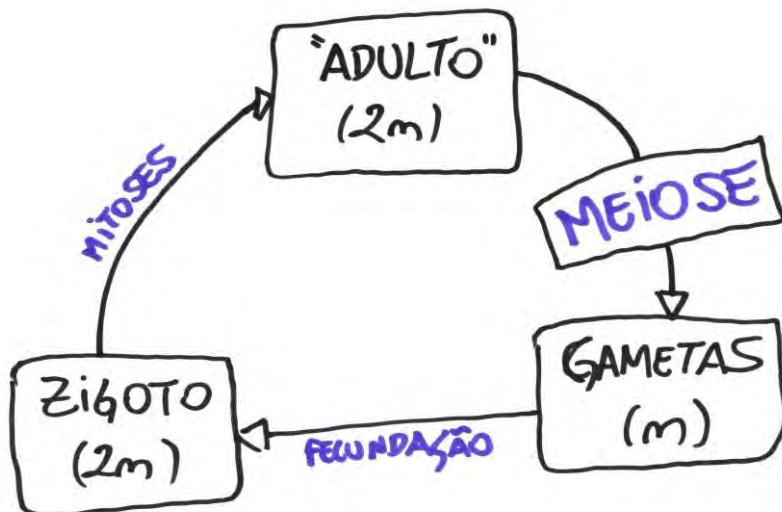


FIGURA 28: ESQUEMA DO CICLO HAPLOBIONTE DIPLONTE. O CICLO POSSUI APENAS UM INDIVÍDUO “ADULTO” QUE É DIPLOIDE (2N).

HAPLOBIONTE HAPLONTE

Nesse tipo de ciclo, novamente vamos ter apenas uma forma que organismo “adulto”, quando a ploidia. Assim vai ser um ciclo haplobionte. Entretanto, ao contrário do anterior, nesse ciclo esse indivíduo é haploide. Assim vamos chamar esse ciclo de haplobionte haplonte. É comum em fungos e em alguns protistas.

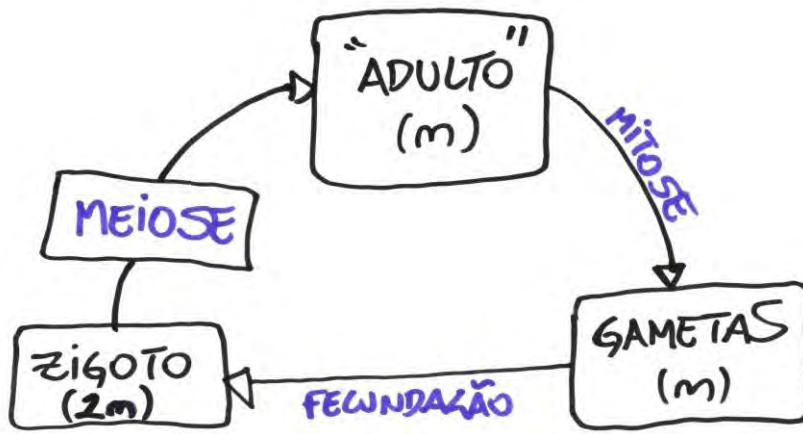


FIGURA 29: ESQUEMA DO CICLO HAPLOBIONTE HAPLONTE. O CICLO POSSUI APENAS UM INDIVÍDUO ADULTO QUE É HAPLOIDE (N). ALÉM DO MOSTRADO, NESSES CICLOS VOCÊ TAMBÉM VAI PODER ENCONTRAR A FORMAÇÃO DE ESPOROS DEPOIS DA FORMAÇÃO DO ZIGOTO.

DIPLOBIONTE

Diferente dos dois ciclos anteriores, nesse vamos ter dois tipos de formas “adultas”. Tanto haploides como diploides. Por esse motivo, como mencionado, esse ciclo é chamado de diplobionte. Esse ciclo ocorre em plantas e algumas algas. Por existir uma alternância entre uma fase adulta haploide e uma diploide, é dito que as plantas, por exemplo, apresentam uma forma de reprodução com alternância de gerações, ou metagênese. Quando falamos de cnidários, também encontramos o termo alternância de gerações para falar de seu ciclo de vida. Mas é importante destacar que eles não são diplobiontes. O seu ciclo recebe esse nome devido à alternância entre uma fase de pólipos (séssil) que se reproduz assexuadamente e uma fase de medusa (móvel) que se reproduz sexuadamente, mas tanto pólipos como medusas são diplóides.

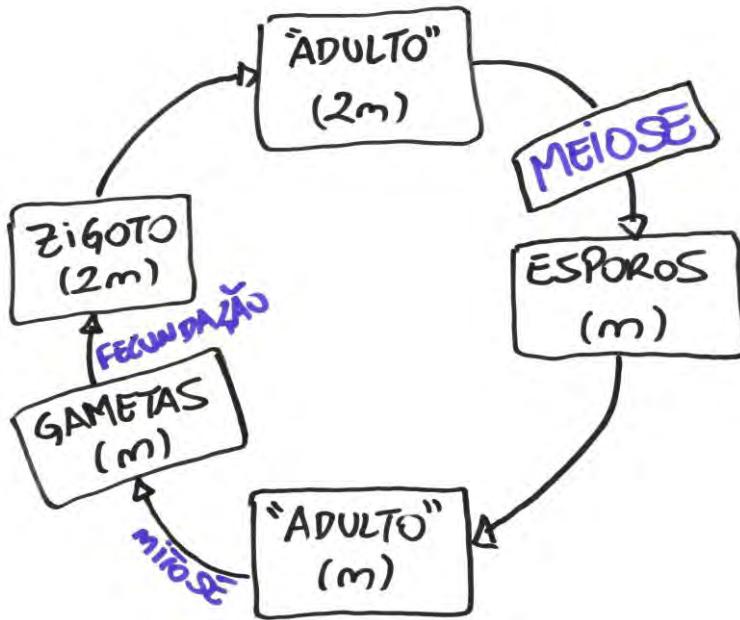


FIGURA 30: ESQUEMA DO CICLO DIPLOBIONTE. PERCEBA QUE DIFERENTE DOS OUTROS, NESSE CICLO EXISTEM DUAS FASES “ADULTAS”, UMA HAPLOIDE (N) E OUTRA DIPLOIDE (2N).

Note que o ponto do ciclo no qual a meiose ocorre é diferente ao longo desses ciclos. No ciclo haplobionte diplonte, que ocorre em humanos por exemplo, a meiose vai ocorrer nos indivíduos diploides que originam os gametas. Assim, por originar os gametas, a meiose vai ser chamada de meiose gamética, ou mesmo meiose final, porque ocorre “após” o desenvolvimento dos adultos. Já no ciclo de vida haplobionte haplonte, note que a meiose ocorre depois da formação do zigoto, chamada por isso de meiose zigótica, ou meiose inicial, porque ocorre “antes” da formação dos adultos. Por fim, no processo diplobionte, a meiose ocorre nos indivíduos adultos diploides, e forma esporos, por isso chamada meiose espórica. Os esporos vão originar indivíduos adultos haploides que podem formar gametas por mitose.

Bom, pessoal. Falamos sobre MUITA coisa né?! Passamos por diversos conceitos importantes. Vimos de forma abrangente três grandes temas. As classificações biológicas, as formas de reprodução e os ciclos de vida. Cada um desses assuntos apresentam alguns nomes complicados e raciocínios que podem ser sutilmente complicados. Caso tenha alguma dúvida, tente ler novamente as aulas do MeSalva! que tratam desses assuntos.

PARA SABER MAIS!

LIVROS

- ✓ A Grande História da Evolução, Richard Dawkins, 2009.

Galera, é um livro razoavelmente grande. Mas funciona muito bem pra entender evolução, relações de parentesco, sistemática filogenética e ter uma ideia muito da diversidade da vida.

SITES

- ✓ O blog Darwinianas - <https://darwinianas.com>.

No blog vocês encontram textos atuais sobre temas importantes em biologia. Não serve tanto como material introdutório para você tirar dúvidas. Serve mais para “colocar em prática” o que você está estudando, porque os textos trazem muitos dos conceitos apresentados na apostila e em aulas do MeSalva!.

FILMES E DOCUMENTÁRIOS:

- ✓ Esse vídeo sobre cladística do Pirula
[//www.youtube.com/watch?v=SAoFkZczm2Y.](https://www.youtube.com/watch?v=SAoFkZczm2Y)

Nesse vídeo você encontra uma explicação detalhada sobre a sistemática filogenética!

REFERÊNCIAS

AMABIS, José M., MARTHO, Gilberto R. Fundamentos da Biologia Moderna. 4.ed. São Paulo: Moderna. 839 p.

CAMPBELL, Neil A., REECE, Jane B., URRY, Lisa A., CAIN, Michael L., WASSERMAN, Steven A., MINORKSY, Peter V., JACKSON, Robert B. Biologia. 8.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010. 1464 p.

SADAVA, David., HELLER, Craig., ORIANS, Gordon., PURVES, Bill., HILLIS, David. Vida: A Ciência da Biologia. 8.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2009.

PARTE I

BIOLOGIA

04

ECOLOGIA I FLUXOS E CICLOS DE ENERGIA

meSalva!

ECOLOGIA I: FLUXOS E CICLOS DE ENERGIA

E aí, galera do MeSalva!

Já tiveram a sensação de que os assuntos na Biologia não se interconectam, parecendo não fazer sentido no todo que estudamos? Ou que a Biologia é estudada de maneira segmentada? Que vemos tudo em caixinhas isoladas que não conversam entre si? Pois as coisas não são assim, não! Acontece que muitas vezes é difícil de enxergar a ligação entre um assunto e outro e perceber que essas caixinhas na verdade não existem, que a vida seria mais como uma grande rede a ser estudada. Tudo na Biologia está conectado, os seres vivos interagem entre si e com o meio em que vivem. Isso inclui a gente e a forma como cuidamos e lidamos com o nosso planeta e com os outros seres vivos. A área da ciência responsável por estudar tudo isso é a Ecologia. Nesta apostila vamos começar a estudar essa área tão importante da Biologia. Então, vamos lá!

CONCEITOS IMPORTANTES

Quando falamos em Ecologia, temos que pensar em alguns conceitos importantes para o estudo dessa área. Vamos entender melhor o que significa espécie, população, comunidade, ecossistema, habitat, nicho ecológico, biótopo, ecótono e biosfera.

Devemos levar em conta os seres vivos e não vivos que habitam nosso planeta, como interagem entre si e o significado dessa interação. Dessa forma, a Ecologia estuda os **organismos**, que são os indivíduos de uma espécie; as **populações**, que são vários indivíduos da mesma espécie vivendo em um determinado local em um determinado intervalo de tempo; as **comunidades**, que são várias populações vivendo no mesmo local; e os **ecossistemas**, estudo que abrange todos os seres vivos e o ambiente, no caso os fatores abióticos como água, luminosidade, ph e sais minerais de uma região e como eles se relacionam entre si. O lugar que o organismo ocupa no ecossistema é denominado **habitat**, e o modo de vida do organismo (forma de interagir com os demais componentes do ecossistema) é chamado **de nicho ecológico**. Chamamos de **biosfera** o conjunto de todos os ecossistemas do planeta; esse é o maior nível de organização ecológica. **Bioma** é o conjunto de diferentes ecossistemas em um

determinado local com características específicas, como o clima, a fisionomia da flora, o solo e a altitude.



FIGURA 1: EXEMPLO DE UM NICHO ECOLÓGICO.

Nos ecossistemas, a matéria e a energia não se mantêm intactas, elas seguem diferentes processos de utilização. A energia proveniente do Sol é transferida de um organismo para o outro, iniciando pelos autótrofos, e segue um fluxo unidirecional; a matéria, por outro lado, segue um ciclo e é constantemente reciclada por seres específicos para realizar esse processo.



FIGURA 2: ESQUEMA DOS NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO DE UM ECOSISTEMA.

Os ecossistemas são compostos por uma porção biótica (a comunidade viva) e outra abiótica (os fatores químicos, físicos ou geológicos). Os componentes bióticos são os organismos autótrofos e os heterótrofos. Os seres vivos considerados autótrofos também são conhecidos como produtores, pois são capazes de sintetizar matéria orgânica rica em energia a partir da luz solar (através da fotossíntese) ou de compostos inorgânicos (através da quimiossíntese). Os heterótrofos, por sua vez, são conhecidos como consumidores ou decompõentes, pois não conseguem produzir sua própria matéria orgânica e, por isso, precisam se alimentar. Herbívoros (heterótrofos), por exemplo, consomem plantas (autótrofas) para obter energia.

Há constante intercâmbio de matéria e de energia entre as populações que compõem um mesmo ecossistema (e também entre ecossistemas diferentes) por meio dos ciclos biogeoquímicos e das cadeias tróficas. Vamos falar um pouco sobre cada um desses processos a seguir!

FLUXO DE MATÉRIA E ENERGIA

Os níveis tróficos, anteriormente mencionados, representam a estrutura alimentar de qualquer ecossistema. Eles são compostos por três categorias básicas, unidas pelo mesmo tipo de nutrição: produtores, consumidores e decompositores. **Produtores** são seres vivos que, na maioria das vezes, fabricam o seu próprio alimento através da fotossíntese, ou seja, são seres autótrofos e disponibilizam energia para a cadeia; **consumidores** são aqueles que consomem a energia de algum organismo, ou seja, a matéria orgânica que esse organismo produz. Quando essa matéria orgânica é consumida diretamente dos produtores, se comportam como **consumidores primários**; quando é consumida de outro consumidor, ou seja, indiretamente, se comportam como **consumidores secundários, terciários**, etc., dependendo do nível trófico em que o consumidor se encontrava.

Os **decompositores** são os que reciclam a matéria da cadeia alimentar e obtêm, portanto, energia pela decomposição (fermentação) da matéria orgânica; ocupam o último nível de transferência de energia em um ecossistema e formam um grupo especial, que se nutre de elementos provenientes de diferentes níveis tróficos. Este processo libera nutrientes minerais ao solo, que se torna fértil e próprio para o desenvolvimento das plantas (produtoras) que sustentam as cadeias alimentares, fazendo o contrário dos produtores, uma vez que transformam matéria orgânica em inorgânica.

O esquema abaixo representa a organização mais comum de autótrofos e heterótrofos em níveis tróficos (NT). A ação dos decompositores sobre organismos mortos se dá em todos os níveis tróficos.

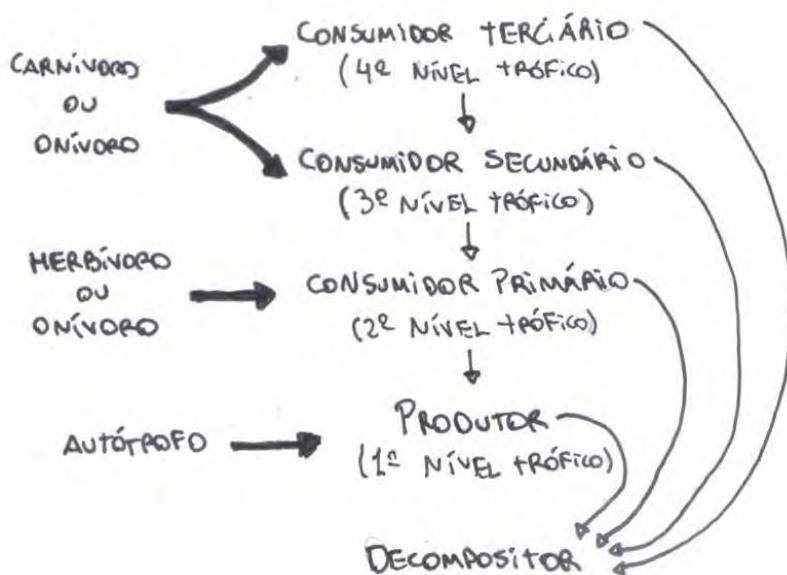


FIGURA 3: A ENERGIA LUMINOSA DO SOL, FIXADA EM MATÉRIA ORGÂNICA (GLICOSE) PELOS PRODUTORES AUTÓTROFOS FOTOSSINTETIZANTES É TRANSMITIDA COMO ENERGIA QUÍMICA ATRAVÉS DA CADEIA ALIMENTAR PARA OS CONSUMIDORES E DECOMPOSITORES.

AS CADEIAS ALIMENTARES

As cadeias alimentares podem ser de dois tipos: de pastejo ou de detritos. A que se inicia com um produtor é chamada de cadeia alimentar de pastejo. Nesses casos, o alimento produzido pelos autótrofos é utilizado por eles próprios e pelos heterótrofos com auxílio da respiração aeróbica: um processo de liberação da energia contida nos alimentos orgânicos. Este processo permite que o organismo heterótrofo consiga utilizar a energia contida em moléculas orgânicas para o funcionamento do seu organismo e, ao mesmo tempo, promove perda de energia para o ambiente na forma de calor.

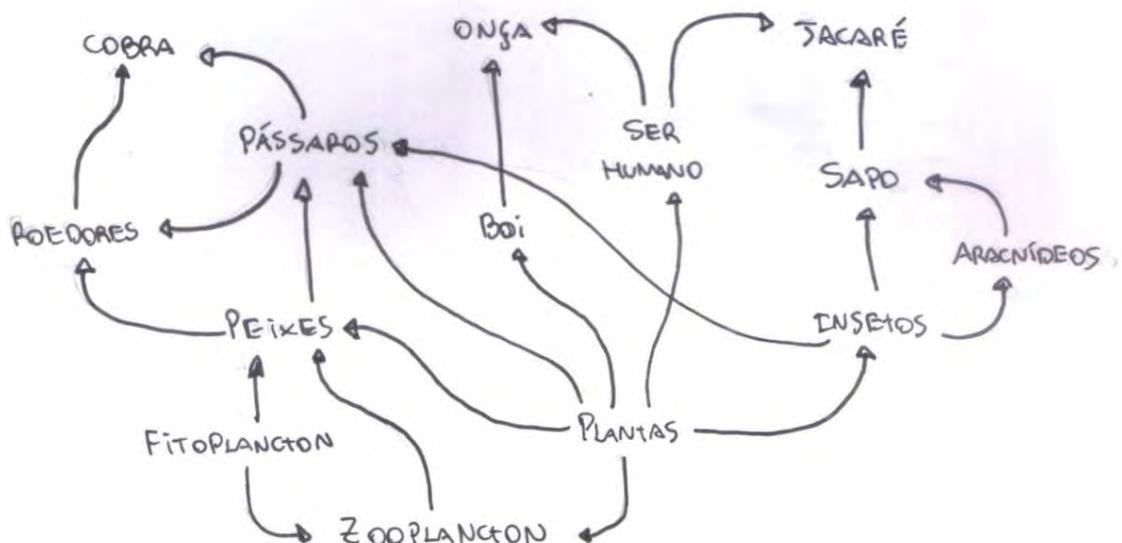
Como parte da energia original fixada pelos produtores é utilizada por eles próprios e por cada nível trófico, e por também haver perda de outra parte desta energia na forma de calor, a energia disponível para os níveis tróficos superiores sempre é menor do que a fixada por organismos autotróficos. Chamamos isso de fluxo de energia ou transferência unidirecional de energia.

Fala-se em cadeia alimentar de detritos nos casos em que a matéria orgânica inicial está sob a forma de matéria orgânica finamente particulada, de folhas caídas, de partes maiores de plantas mortas e de corpos de animais mortos

(ou seja, detritos), ao invés de ser a que constitui o corpo do produtor. Um bom exemplo é a análise de um tronco caído, sem vida. Ele será colonizado por fungos, que podem formar cogumelos. Estes, por sua vez, podem ser consumidos pelo ser humano. Nesta cadeia, o consumidor primário é o fungo; o secundário, o ser humano.

Nos ecossistemas, o número de níveis tróficos é limitado em função da disponibilidade de energia para o nível seguinte. Isto porque, ao ocorrer a passagem de um nível trófico para outro, há perda de energia. Desta maneira, quanto mais distante estiver um nível trófico do nível do produtor, menor será a

Importante! As cadeias alimentares são modelos criados pelos seres humanos para facilitar o estudo da interação entre os seres vivos, permitindo uma melhor visualização dessas interações e, assim, uma melhor compreensão. Contudo, as coisas são bem mais caóticas na vida real. O que acontece, de fato, são **teias alimentares**, em que os organismos participam de diversas cadeias alimentares, constituindo uma interação entre todos eles e formando um emaranhado de seres vivos se relacionando. Ou seja, uma teia.



energia disponível para o seu desenvolvimento.

FIGURA 4: ESQUEMA DE UMA TEIA ALIMENTAR.

Como essa interação entre os organismos gera uma relação entre todos os níveis tróficos, as comunidades, ou até mesmo o ecossistema, podem sofrer grandes mudanças se houver a extinção súbita de qualquer um dos componentes

da teia, entrando em colapso, causando a extinção de mais organismos/populações, modificando aquele ecossistema e interferindo nas relações ali presentes.

PIRÂMIDES ECOLÓGICAS

As pirâmides ecológicas representam as relações existentes entre os níveis tróficos de uma cadeia alimentar. Existem três tipos de pirâmides para representar as relações existentes entre os níveis: a pirâmide de números, a pirâmide de biomassa e a pirâmide de energia.

A **pirâmide de números** indica o número de indivíduos em cada nível trófico. Em um campo, por exemplo, há 5000 plantas, das quais dependem 300 gafanhotos, que garantem a alimentação de apenas uma ave. Essa pirâmide pode estar invertida quando são consideradas certas redes alimentares de parasitas, ou em casos em que uma árvore sustenta um grande número de herbívoros. Esta pirâmide não é muito utilizada pelos ecologistas por não evidenciar a quantidade de matéria orgânica existente nos diversos níveis tróficos. As pirâmides mais utilizadas são as de biomassa e as de energia.

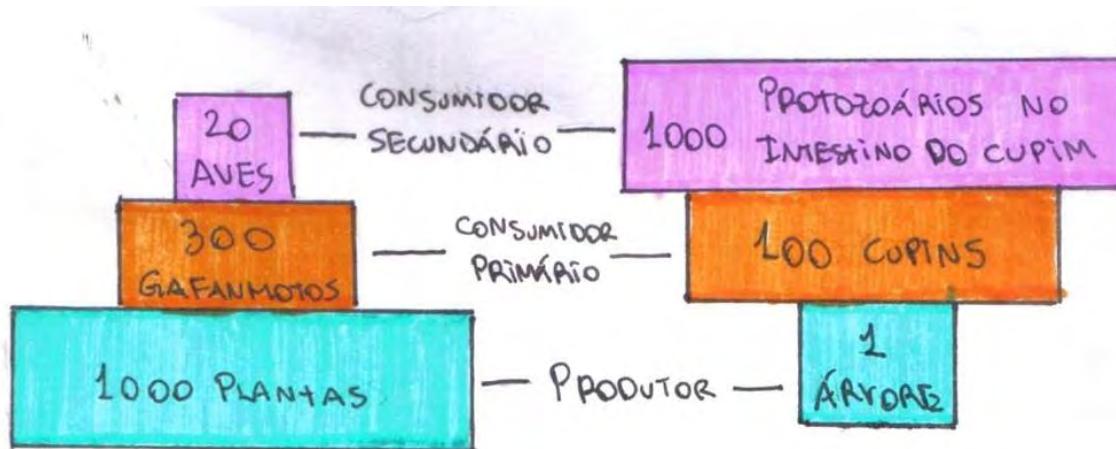


FIGURA 5: PIRÂMIDES DE NÚMEROS.

A **pirâmide de biomassa** representa a quantidade de matéria orgânica (que contém energia) em unidades ecológicas como os ecossistemas. A biomassa é um termo com diferentes definições: em sua forma mais direta, é a massa total de matéria orgânica presente na unidade ecológica a que se refere (nesses casos,

fala-se em biomassa total de um ecossistema). Ela também pode ser descrita por valores em relação a uma determinada área (ou um volume) onde está presente.

Pode estar invertida quando consideramos ecossistemas como os lagos e os oceanos, pois, nesses casos, os produtores são micro-organismos do fitoplâncton com rápido ciclo de vida e de rápido aproveitamento pelo zooplâncton. Uma pirâmide com essa forma pode dar a falsa impressão de que uma biomassa pequena de produtores suporta uma biomassa grande de consumidores primários. Deve-se lembrar, entretanto, que a medida da biomassa é feita para um determinado instante e que, devido à alta taxa de reprodução do fitoplâncton em relação ao zooplâncton, e também ao rápido consumo do fitoplâncton pelo zooplâncton, obtém-se uma biomassa de produtores menor que a de consumidores de primeira ordem.

Essa pirâmide apresenta alguns inconvenientes: ela atribui a mesma relevância em questão de energia a diferentes tipos de tecidos vegetais e dos animais. Como há tecidos com composição química diferente, cada um deles apresenta diferentes valores energéticos. Por exemplo: tecidos ricos em carboidratos têm mais energia do que tecidos ricos em proteínas. Além disso, estas pirâmides não levam em conta o tempo (a velocidade na qual a biomassa é produzida e consumida). A biomassa é uma medida obtida para um determinado instante, não levando em consideração o tempo que um organismo leva para acumular aquela matéria orgânica. O fitoplâncton, por exemplo, acumula biomassa em alguns dias; uma árvore, por sua vez, demora vários anos. Assim, se as pirâmides de biomassa invertidas fossem construídas levando-se em conta esses fatores, teriam o ápice voltado para cima.

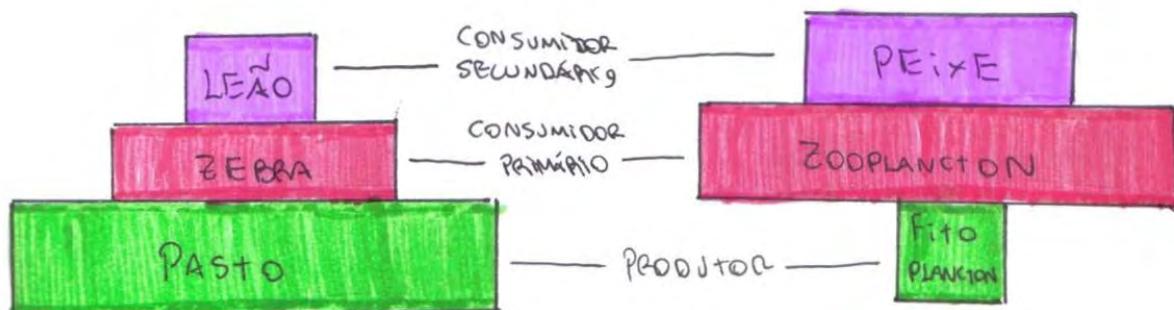


FIGURA 6: PIRÂMIDE DE BIOMASSA.

A **pirâmide de energia** sempre apresenta seu ápice voltado para cima. É a mais satisfatória, porém, ainda assim, não retrata os decompositores, a matéria orgânica armazenada pelos heterótrofos e nem a importação e a exportação de matéria orgânica de e para outros ecossistemas, uma vez que os ecossistemas são sistemas abertos, que realizam intercâmbio uns com os outros.

O primeiro nível da pirâmide de energia corresponde à matéria orgânica produzida pelos autótrofos de um ecossistema em um determinado tempo. Chamamos de produtividade primária bruta (PPB) a quantidade de energia capturada pelo autótrofo e que pode ser convertida em biomassa. Parte da PPB é utilizada no metabolismo da própria planta, através da respiração celular, de forma que a matéria orgânica não utilizada para produção de energia do autótrofo é disponibilizada aos demais níveis tróficos. Essa biomassa acumulada é chamada de produtividade primária líquida, ou PPL ($PPL = PPB - \text{Respiração}$). Ambas as produtividades podem ser expressas em gramas/m²/ano, kg/m²/ano, ou em kcal/m²/ano (mais utilizada).

Os consumidores primários, além de não consumirem toda a biomassa dos produtores, não aproveitam grande parte da que foi ingerida, eliminando-a na forma de fezes. A energia incorporada é a que está presente para o nível trófico seguinte: o dos consumidores secundários. A quantidade de matéria orgânica acumulada por heterótrofos de um ecossistema em uma determinada área, em um determinado intervalo de tempo, é denominada produtividade secundária líquida (PSL).

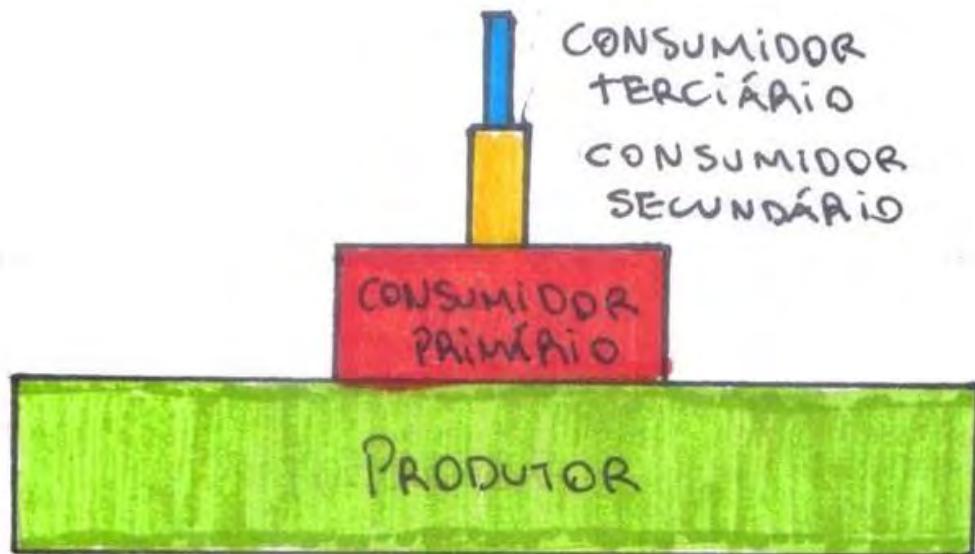


FIGURA 7: PIRÂMIDE DE ENERGIA.

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Os ciclos biogeoquímicos representam um tipo de interação entre o meio biótico e o abiótico: os elementos químicos são retirados do ambiente, utilizados pelos organismos e novamente devolvidos ao ambiente. São diversos os ciclos que acontecem no nosso planeta o tempo inteiro. Vamos estudá-los a seguir.

CICLO DA ÁGUA

O ciclo da água é o movimento que ela faz na natureza. A água presente na superfície da terra na forma líquida (em rios, lagos e oceanos) sofre evaporação e passa para a atmosfera. Os vapores se condensam, formando as nuvens, e voltam aos continentes e mares sob a forma de chuva, neve ou granizo. Isso faz com que a taxa de evaporação seja maior nos oceanos e a taxa de precipitação maior nos continentes. Parte da água vai para os rios e lagos e parte penetra através das camadas permeáveis do solo e se acumula em reservatórios subterrâneos. Os seres vivos absorvem ou ingerem água e parte dela retorna ao ambiente pela respiração, pela excreção e principalmente pela transpiração. Esse ciclo é de extrema importância para a manutenção da vida na Terra, pois é responsável pela variação climática no planeta, pela criação de condições para o surgimento dos seres vivos e pelo funcionamento de rios, lagos e oceanos.

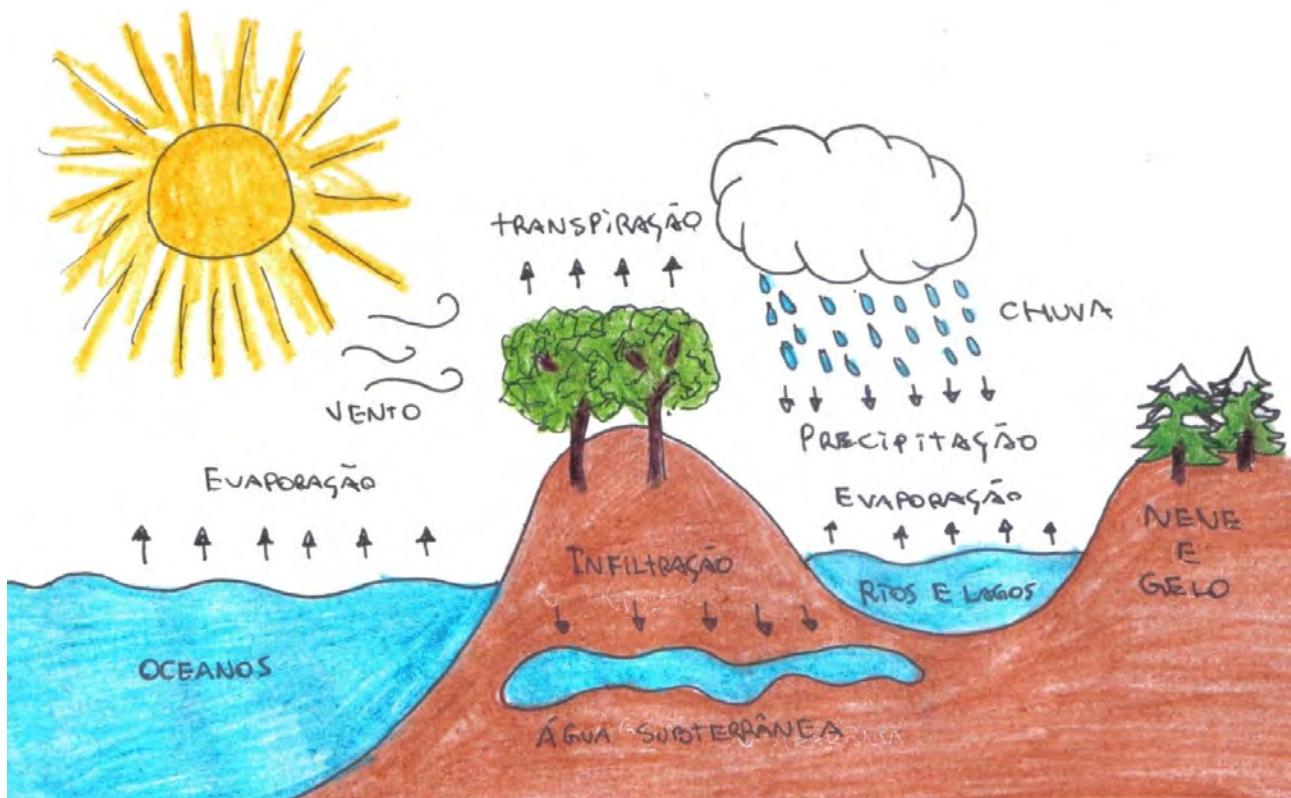


FIGURA 8: ESQUEMA MOSTRANDO O CICLO DA ÁGUA.

CICLO DO CARBONO

No ciclo do carbono, o gás carbônico é transformado em moléculas orgânicas através da fixação do carbono pelos autótrofos (fotossíntese) e retorna ao ambiente pela respiração, fermentação, decomposição e queima de combustíveis fósseis.

Mas e o que são esses combustíveis fósseis?

Os combustíveis fósseis são hidrocarbonetos ricos em energia como o petróleo, o carvão mineral e o gás, que são derivados de restos de organismos pré-históricos. Quando queimados, esses combustíveis liberam grandes quantidades de energia. O petróleo e o gás natural são formados a partir de restos de organismos marinhos (principalmente do fitoplâncton) depositados no fundo dos oceanos antigos, em locais pobres em oxigênio, e cujo acúmulo de sedimentos era alto, de modo a recobrir rapidamente os restos mortais dos organismos antes que eles fossem completamente decompostos ou ingeridos por

animais necrófagos. Em função da alta taxa de sedimentação, esses detritos orgânicos foram sucessivamente enterrados e submetidos a pressões cada vez mais elevadas. À medida que a pressão aumenta, aumenta também a temperatura, provocando a transformação da matéria orgânica, primeiramente em petróleo e, depois, com o aumento da pressão e da temperatura, em gás natural.

O carvão deriva de restos de plantas terrestres e é formado em ambientes que, no passado, eram lodosos. Esses ambientes são estagnados, pobres em oxigênio, com sedimentos encharcados. Essas características propiciam acúmulo de detritos vegetais e impedem que eles sejam completamente decompostos. Esses detritos vegetais, constantemente recobertos por sedimentos, foram se acumulando, dando origem inicialmente à turfa, usada atualmente como combustível em muitos locais. À medida que esses materiais são soterrados pelos sedimentos, há aumento de temperatura e pressão, e, ao longo do tempo, a turfa é convertida em carvão. Nesse processo, a água e os gases presentes na turfa, como o metano, são liberados, de forma que esses depósitos ficam cada vez mais ricos em carbono, pois os demais elementos estão dispersos.

Carvão, gás natural e petróleo são derivados de seres que viveram em outros períodos geológicos. Eles contêm o carbono que no passado foi removido da atmosfera pelos seres fotossintetizantes daquela época. Ao queimarmos esses combustíveis, liberamos esse carbono, antes abrigado na litosfera, na forma de gás carbônico (CO_2), o que causa o aumento do teor desse gás na atmosfera atual. Esta é uma das causas do agravamento do efeito estufa e, portanto, do aquecimento global.

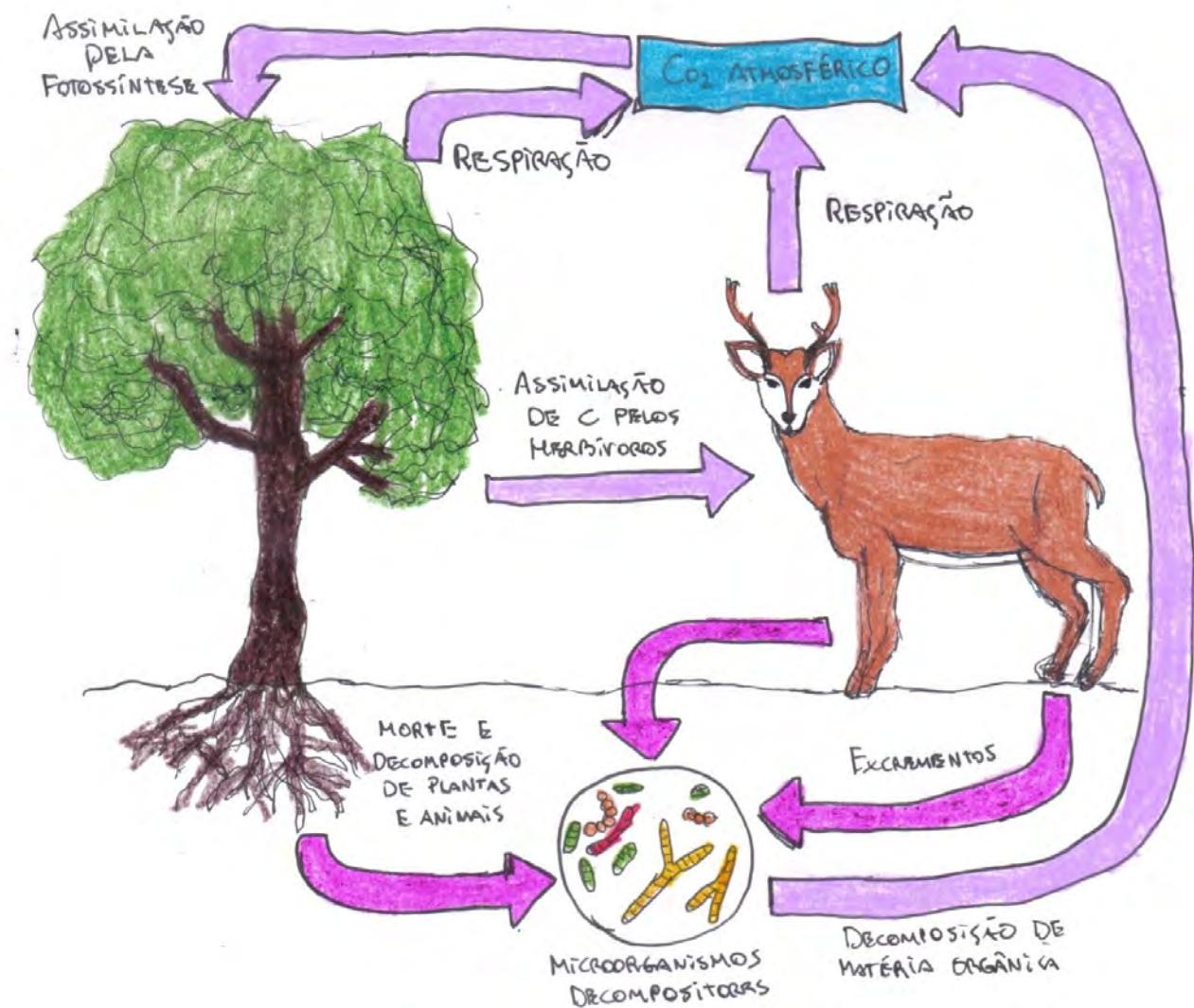


FIGURA 9: ESQUEMA MOSTRANDO O CICLO DO CARBONO.

CICLO DO OXIGÊNIO

O ciclo do oxigênio se dá pelo movimento e as transformações que esse gás sofre na atmosfera (os gases que rodeiam a superfície da Terra), na biosfera (os organismos e o seu ambiente) e na litosfera (a parte sólida exterior da Terra). Este ciclo é mantido por processos geológicos, físicos, hidrológicos e biológicos. O principal fator na liberação de oxigênio na atmosfera é a fotossíntese. Os organismos fotossintetizantes liberam esse gás, que é utilizado na respiração celular (pelos animais e demais organismos), resultando na produção de gás carbônico; o oxigênio também pode participar na formação da camada de ozônio.

(O3). Com interferências dos raios solares, o O₂ transforma-se em gás ozônio (O₃), aglomerando-se e formando uma camada. Esta camada interfere na incidência dos raios ultravioletas (UV) na biosfera, funcionando como uma barreira que não deixa a maioria dos raios UV passarem.

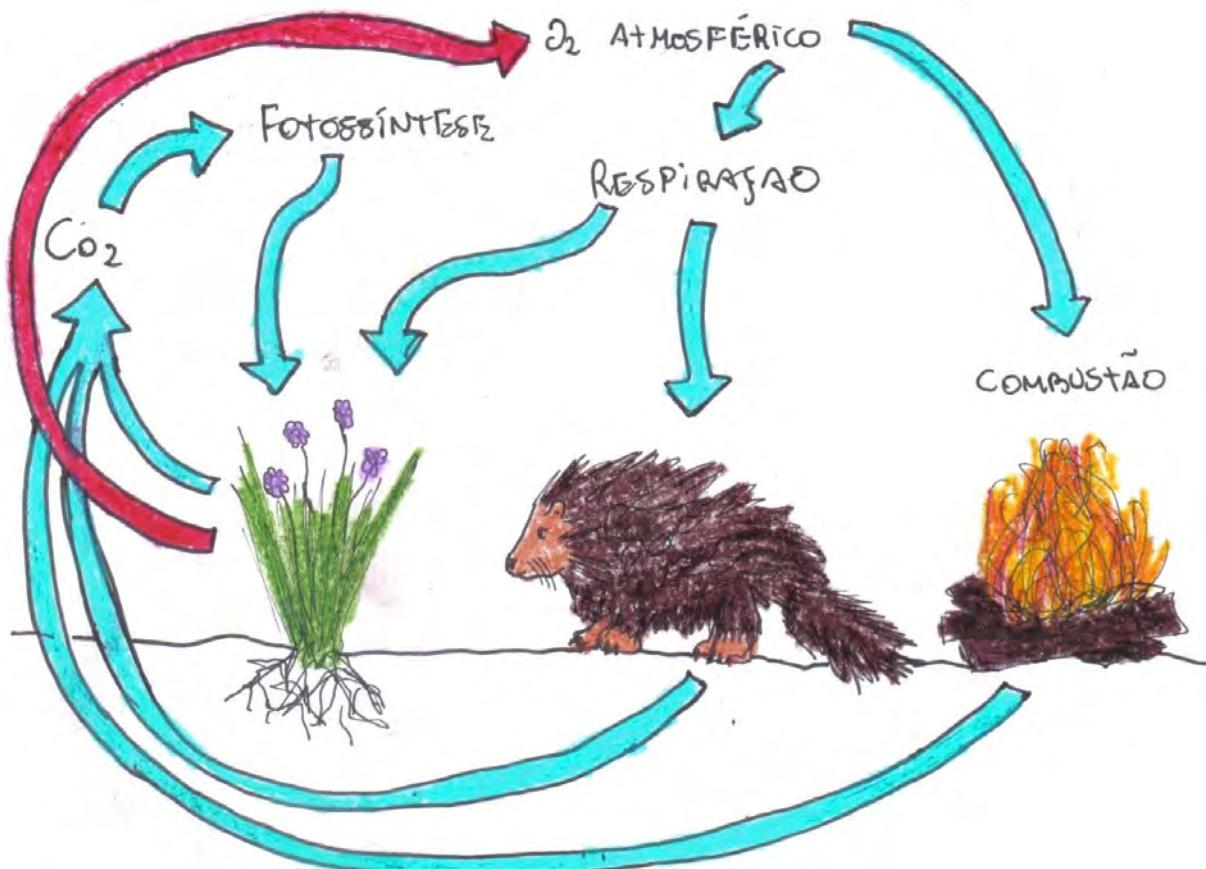


FIGURA 10: ESQUEMA MOSTRANDO O CICLO DO OXIGÊNIO.

CICLO DO NITROGÊNIO

O nitrogênio constitui aproximadamente 79% da atmosfera, onde está em sua forma livre, ou seja, não pode ser absorvido pela maioria dos seres vivos e sofre, então, um processo chamado biofixação (realizado por bactérias e cianobactérias), em que o N₂ é transformado em íons amônio, de melhor absorção. Os biofixadores podem estar associados a raízes das leguminosas (bacteriorrizas), plantas que utilizam estes íons para a produção de aminoácidos e

nucleotídeos. As bactérias nitrificantes (do gênero *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*) transformam os íons amônio (fixados por bactérias de vida livre) em íons nitrito e depois em íons nitrato; os íons nitrito podem ser absorvidos diretamente pelas plantas. Os animais, por sua vez, obtêm o nitrogênio pela alimentação.

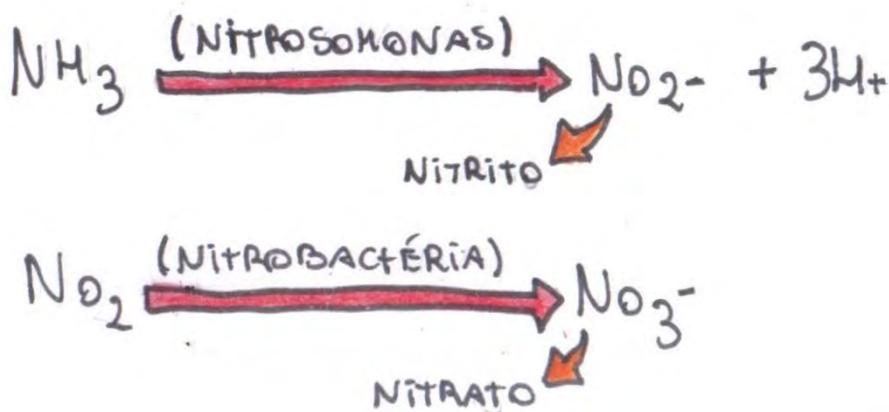


FIGURA 11: EXPRESSÃO QUÍMICA QUE REPRESENTA O PROCESSO DE NITRIFICAÇÃO.

O nitrogênio retorna ao ambiente pela excreção e pela decomposição, através da ureia e do ácido úrico, que são transformados por bactérias e fungos decompositores em amônia. A amônia é transformada, então, em nitrito e nitrato pelas bactérias nitrificantes e o nitrogênio retorna ao ambiente pela ação das bactérias desnitrificantes que convertem o nitrato em nitrito e depois em nitrogênio molecular.

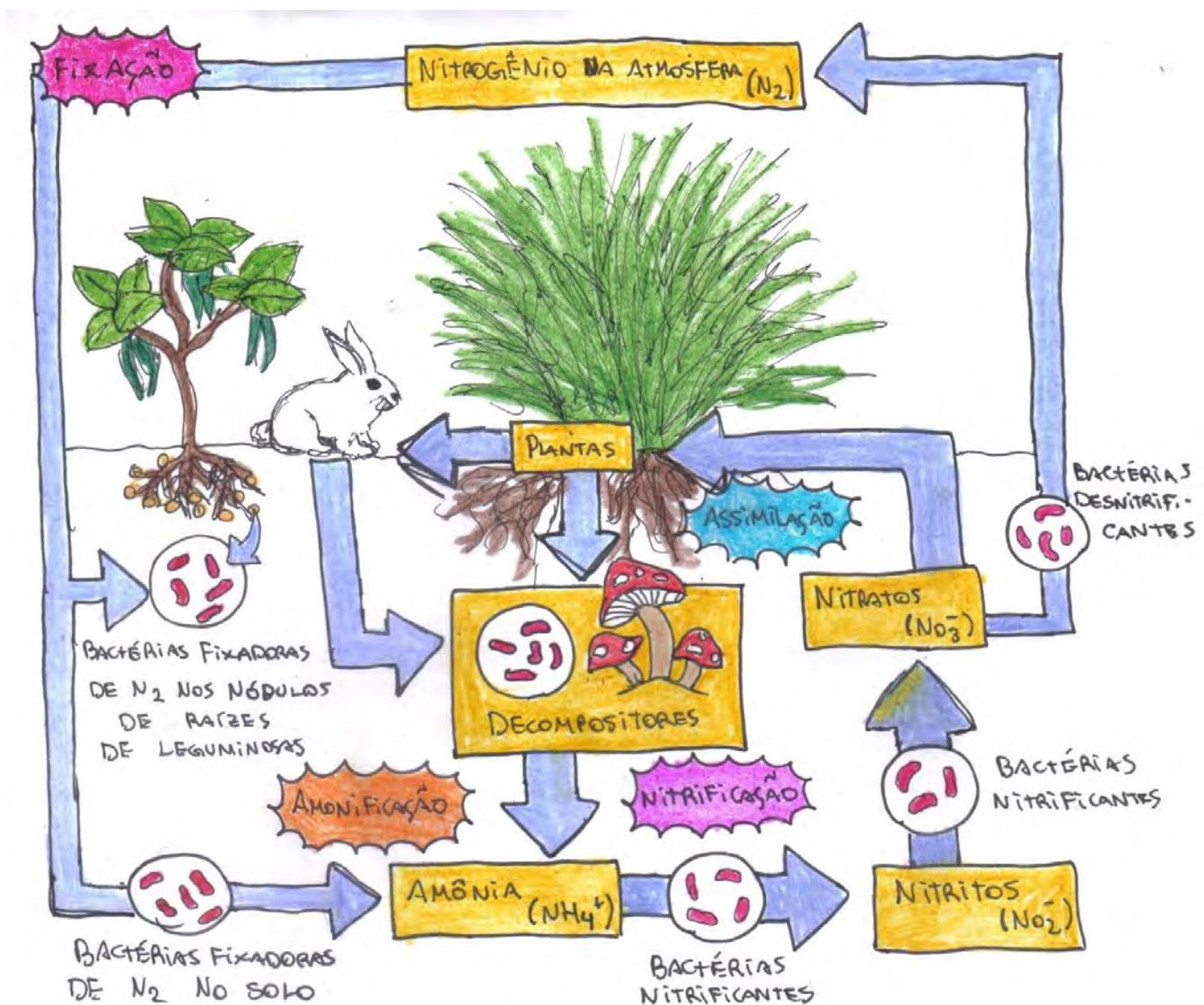


FIGURA 12: ESQUEMA MOSTRANDO O CICLO DO NITROGÊNIO.

PARTE I

BIOLOGIA

05

DIVISÃO CELULAR

meSalva!

DIVISÃO CELULAR

E aí, galera do MeSalva! Vocês já pararam para pensar que as células do nosso corpo estão constantemente se dividindo e se renovando? E também dando origem a células que podem gerar um novo indivíduo? Assim como a gente, as nossas células também vivem em ciclos! E é exatamente por sermos compostos de células que somos seres cíclicos. Elas se multiplicam pelos processos que chamamos de mitose e meiose. É isso que vamos estudar nessa apostila. Prontos para conhecer o ciclo das células? Então vamos lá!

O CICLO CELULAR

Somos seres, assim como todos os outros, que vivem em ciclos. Nascemos, crescemos, nos reproduzimos (processo muito importante no ciclo de vida das espécies) e morremos. Quando começa a nossa formação celular, a partir de uma única célula (o zigoto), originada da união das células da nossa mãe e pai, sucessivas divisões e diferenciações ocorrem, permitindo que essa única célula se torne um embrião. Em seguida, esse embrião segue para o estágio de feto até chegar, enfim, ao nascimento de um novo ser humano. Ao longo da nossa vida, nosso organismo precisa desempenhar funções que são desempenhadas por células especializadas, cada uma assumindo um papel muito importante na nossa sobrevivência. E, assim como nós, essas células também apresentam fases, que podem ser divididas em duas: a interfase e a divisão celular.

A divisão celular pode ocorrer de duas formas: a mitose ou a meiose. E ocorre de acordo com o tipo de célula que está se dividindo e o que essa célula irá originar. A meiose é responsável por formar as células reprodutivas, aquelas que formam os gametas. No caso dos seres humanos, o ovócito e o espermatозoide; a mitose cuida de todo o resto, ou seja, das células somáticas que formam o restante do nosso corpo. Na mitose, uma célula dá origem a outras duas, com o mesmo número de cromossomos da célula inicial, ou seja, uma célula $2n$ origina duas células $2n$; já na meiose, uma célula dá origem a outras quatro, com a metade do número de cromossomos da célula inicial. Ou seja, uma célula $2n$ origina quatro células n .

Vamos estudar detalhadamente o que significa uma célula n e $2n$. Vamos começar pelos cromossomos, que tem tudo a ver com isso. É neles que está armazenada nossa informação genética, contendo nossos genes em uma longa sequência de DNA. Cada cromossomo é formado por uma cromátide, possuindo

um centrômero e os telômeros em sua extremidade; n é o número de cromossomos que uma espécie apresenta. Dizer que uma célula é $2n$ (diploide) significa que os cromossomos estão organizados em pares naquela espécie, isto é, existem pelo menos dois genes para expressar cada característica daquela espécie, cada um localizado em um cromossomo homólogo (um par de cromossomos).

Nos humanos, n corresponde a 23 cromossomos por célula e, como somos uma espécie diploide, nossas células somáticas ($2n$) apresentam 46 cromossomos. É por isso também que as células reprodutivas (n) devem conter metade do material genético, para que se juntem 23 cromossomos do pai e 23 cromossomos da mãe, formando um novo indivíduo com 46 cromossomos.

Os cromossomos irão se modificar durante a interfase e a divisão celular de acordo com a fase em que a célula se encontra e o tipo de célula que está se formando. Vamos estudar mais sobre isso agora!

INTERFASE

A interfase é a fase mais longa do ciclo celular. A organização celular está em constante atividade enquanto ela ocorre, produzindo substâncias, adquirindo nutrientes, crescendo e duplicando suas moléculas de DNA. Basicamente, uma célula em interfase está se preparando para se dividir. Esse período possui três momentos: G1, S e G2.

G1 é o momento imediatamente após a formação da célula. Corresponde ao período em que a célula não está se dividindo, em que ela se foca exclusivamente em realizar sua atividade celular. Portanto, cada cromossomo possui apenas uma cromátide nesta fase, um centrômero e um telômero em cada extremidade. Dura cerca de quatro horas.

S é a fase de síntese. A célula, mesmo realizando suas funções metabólicas, inicia o processo de duplicação do seu DNA: o cromossomo se duplica, passando a ter duas cromátides unidas pelo centrômero (cromátides irmãs). Cada cromátide é uma única molécula de DNA. Dura cerca de dez horas.

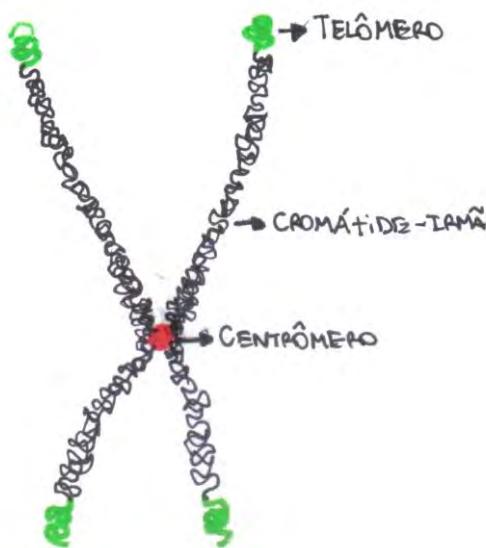


FIGURA 1. CROMOSSOMO DUPLICADO.

G2 inicia quando a duplicação do DNA se completou. É a fase em que ocorre a produção das substâncias que irão contribuir para a formação das novas células que serão formadas; nela ocorre a duplicação das organelas. O centrossomo e o par de centríolos (quando presentes – vegetais não possuem centríolos e a mitose é acêntrica) se duplicam. Finalizando essa fase, a célula passa para a divisão celular. Dura cerca de quatro horas.

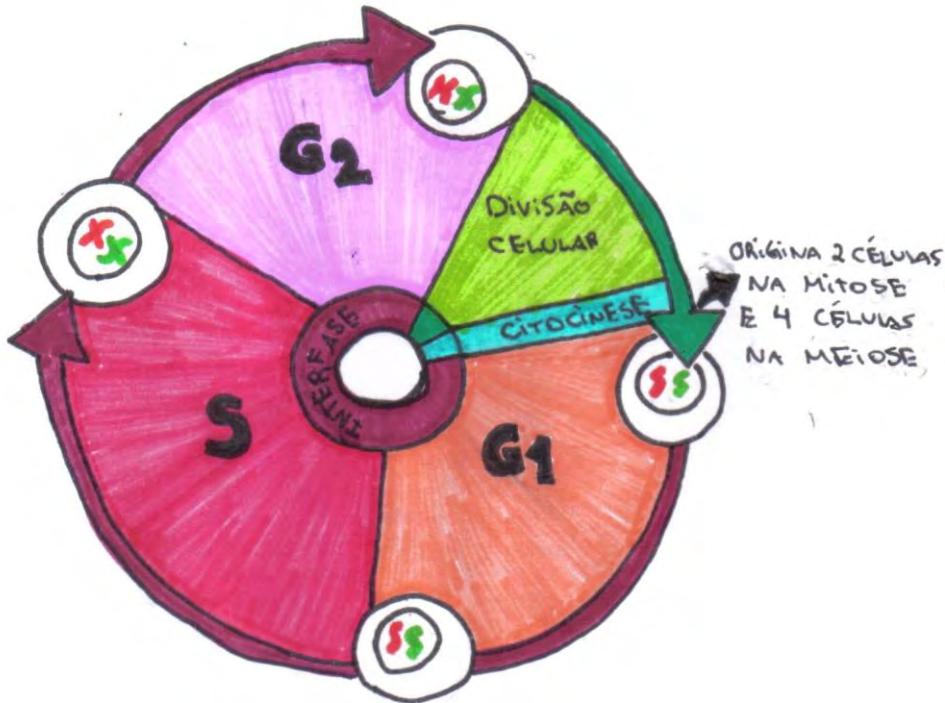


FIGURA 2: CICLO CELULAR.

O tempo relativo ao ciclo celular varia de acordo com a função desempenhada pela célula. As células da epiderme intestinal, por exemplo, podem se dividir até duas vezes por dia, enquanto que as células do fígado, até duas ao ano. Já as células nervosas, os neurônios, praticamente não se dividem!

MITOSE

Como falamos anteriormente, a mitose se encarrega da divisão das células somáticas dos organismos, isso é, qualquer célula que dê forma aos tecidos e aos órgãos desse organismo, sendo responsável pela reprodução assexuada unicelular (sem a produção de gametas), pelo crescimento de organismos multicelulares e pela regeneração de tecidos. Nesse processo, uma célula dá origem a outras duas com o mesmo número de cromossomos da célula mãe. Isso quer dizer que uma célula $2n$ dá origem a duas células $2n$ e que uma célula n dá origem a duas células n .

Lembram quando falamos sobre os telômeros? Pois então, eles possuem um papel importantíssimo nas células somáticas: servem como um marcador da divisão celular, “avisando” quando essa divisão deve parar. Isso protege o organismo contra divisões fora do controle, como acontece nas células cancerígenas. Com o passar do tempo, os telômeros vão diminuindo de tamanho até perderem sua funcionalidade. Tá, mas qual a importância disso? É que esse encurtamento leva ao envelhecimento. Isso mesmo: as células com telômeros curtos acabam morrendo ou ficando mais vulneráveis a instabilidades genéticas.

Células que precisam se multiplicar frequentemente, como as células germinativas presentes nos testículos e ovários, possuem uma enzima chamada telomerase, que repõe os telômeros, o que propicia o seguimento das divisões celulares. As células-tronco também são um exemplo disso.

A mitose é dividida em quatro fases: prófase, metáfase, anáfase e telófase e citocinese.

AS FASES DA MITOSE

Durante a prófase, os cromossomos duplicados começam a se condensar, ficando visíveis ao microscópio. Os nucléolos da célula desaparecem e os centrossomos organizam seus microtúbulos, movendo-se para os polos celulares. Ocorre também a degradação da carioteca.

Na metáfase, os microtúbulos unem-se aos cinetócoros dos cromossomos (agora chamados de fibras cromossômicas), o que possibilita o posicionamento dos cromossomos na placa equatorial (ou placa metafásica). É nessa fase que os cromossomos estão em sua condensação máxima, e é também o momento em que é possível contá-los e classificá-los, o que permite estabelecer o cariótipo do indivíduo – conjunto de cromossomos, cujo número e morfologia são característicos de uma espécie ou de seus gametas.

Identifica-se 23 pares de cromossomos homólogos em homens e mulheres, sendo 22 autossômicos (semelhantes a ambos os sexos) e o último par é sexual, diferente em cada sexo. O cariótipo feminino é 46, XX; o masculino é 46, XY.

Durante a anáfase, as fibras do fuso se separam dos centrômeros (separação completa das cromátides irmãs), formando cromossomos irmãos que são puxados pelas fibras para os polos opostos da célula.

Na telófase, os cromossomos se descondensam em ambos os polos celulares, o cinetócoro desaparece e a carioteca e o núcleo se reorganizam. Nessa fase é concluída a divisão do núcleo, denominada cariocinese, ocorrendo também a citocinese (divisão do citoplasma). A citocinese é centrípeta em animais (começa de fora para dentro, por invaginações de membranas) e centrífuga em vegetais (começa de dentro para fora, formando uma lamela que cresce de dentro para a periferia, separando a célula em duas pela deposição da parede celular de celulose).

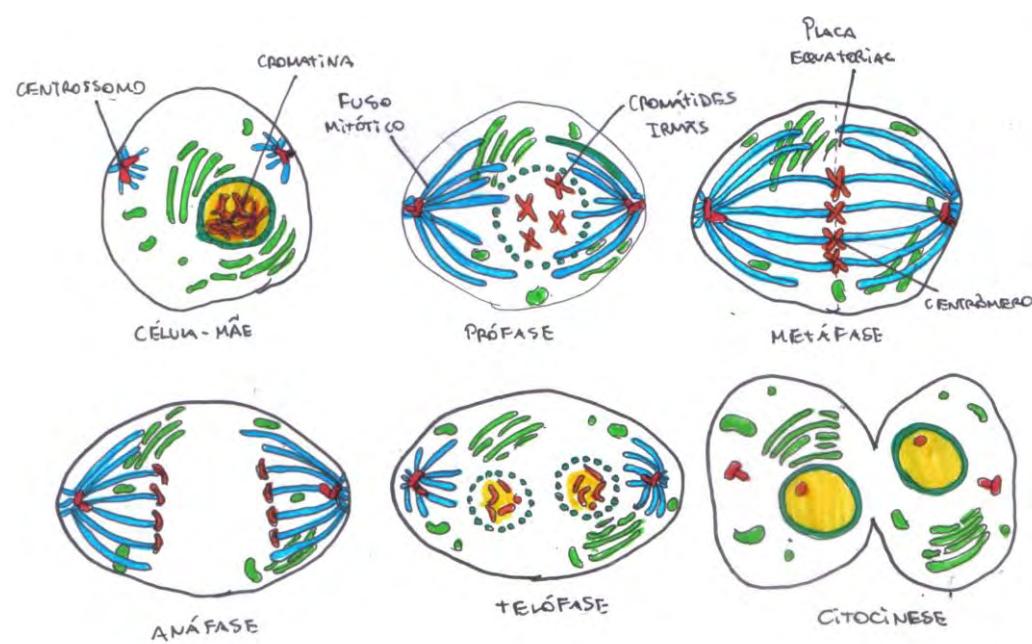


FIGURA 3: ESQUEMA MOSTRANDO AS FASES DA MITOSE.

MEIOSE

A meiose origina células com metade do material genético da célula-mãe, garantindo a existência de uma fase haploide no ciclo de vida, que permite a reprodução sexuada. Em humanos, como vimos antes, é necessário que seus gametas sejam haploides, pois eles se fundirão para formar o zigoto, célula 2n que dá origem a um novo indivíduo (2n).

No entanto, dependendo do organismo estudado, a meiose pode ocorrer em diferentes momentos. Ela ocorre logo após a fecundação (meiose inicial ou zigótica) em fungos e em algumas algas; os indivíduos são haploides e os gametas são produzidos por mitose, apenas o zigoto é haploide. Em algas multicelulares e plantas ela ocorre no meio do ciclo (meiose intermediária ou espórica) e produz esporos que acabam por formar gametas haploides por mitose. Após a fecundação, reinicia-se o ciclo diploide (alternância de gerações). Em animais ela ocorre no final do ciclo (meiose final ou gamética), para a formação de gametas.

A meiose é composta por duas fases: meiose I (reducional) e meiose II (equacional).

MEIOSE I

A meiose I inicia com a Prófase I, a etapa mais marcante da meiose e que se divide em cinco fases: leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese.

No **leptóteno** os cromossomos duplicados se condensam. Apesar de terem se duplicado na interfase, os cromossomos ainda aparecem como filamentos simples (sem cromátides irmãs). No **zigóteno** os cromossomos homólogos se atraem e se emparelham (esse processo não ocorre na mitose). No **paquíteno** as cromátides irmãs ficam visíveis. Como os cromossomos homólogos estão pareados, vemos ao microscópio quatro filamentos de DNA (tétrades ou bivalentes). No **diplóteno** os cromossomos homólogos podem sofrer quebras aleatórias em certas regiões, e estes pedaços podem ser trocados pelos cromossomos. Este fenômeno é chamado de crossing-over ou permuta, os cromossomos permanecem ligados no ponto em que houve troca de genes, formando regiões chamadas de quiasmas. Na **diacinese** as quiasmas deslizam para as extremidades dos cromossomos.

A importância dessa fase está no crossing-over, que ocorre durante a fase diplóteno. Essa troca do material genético é responsável pela variabilidade genética, que possibilita o surgimento da diversidade dos seres vivos, fator muito influente na evolução das espécies.

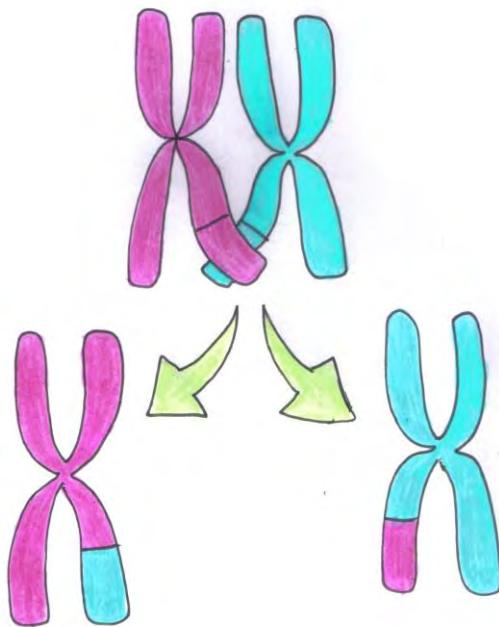


FIGURA 4: REPRESENTAÇÃO DA PERMUTA GÊNICA (CROSSING-OVER).

O rompimento da carioteca marca o fim da prófase I e o início da metáfase I. Nessa fase os cromossomos homólogos duplicados estão pareados e se deslocam desta forma para a placa equatorial, com a ajuda das fibras cromossônicas. As quiasmas (região onde houve a troca de pedaços entre os cromossomos) mantêm as cromátides homólogas unidas.

Durante a anáfase I ocorre o deslocamento dos cromossomos homólogos duplicados para os polos das células, havendo a separação dos pares de homólogos, e não dos centrômeros. Ao final da anáfase I, há em cada polo celular n cromossomos, cada um com duas cromátides irmãs, pois estão duplicados (são chamadas díades). Por isso, a meiose I é reducional.

A telófase I é semelhante à mitose. Ocorre a reorganização da carioteca, a desespiralização dos cromossomos, a reorganização da carioteca e do nucléolo, assim como, finalmente, a divisão do citoplasma (citocinese).

MEIOSE II

Para cada célula formada pela meiose I há uma segunda divisão celular, onde ocorre a separação das cromátides irmãs, em semelhança ao

processo mitótico. Ao final do processo, cada célula originada na meiose I se divide em duas células (n) com cromossomos simples (formados por apenas uma cromátide).

Quando a separação dos cromossomos não ocorre ou ocorre de maneira errada na meiose humana, temos o que chamamos de alterações cromossômicas (ou aneuploidias) decorrentes de mutações devido a uma maior ou menor quantidade de cromossomos no interior da célula.

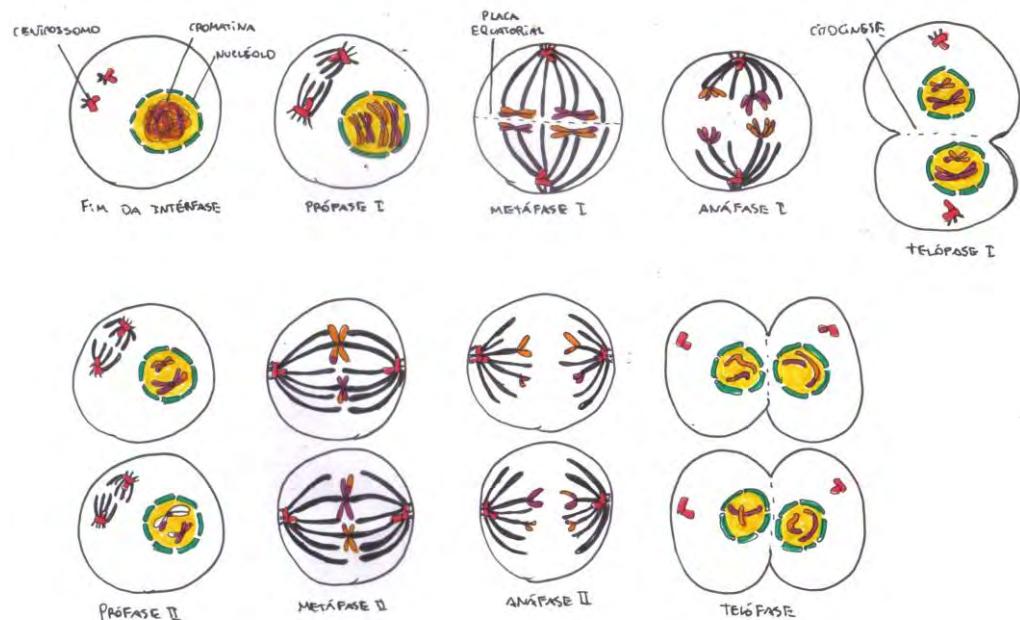


FIGURA 5: ESQUEMA MOSTRANDO AS FASES DA MEIOSE I E DA MEIOSE II.

ALTERAÇÕES CROMOSSÔMICAS NA MEIOSE

No caso das aneuploidias, são formados gametas com um número anormal de cromossomos. Quando estes gametas chegam a um formar zigoto, este também terá o número anormal de cromossomos. Dentre as alterações cromossômicas mais conhecidas estão a síndrome de Down, a síndrome de Turner, a síndrome de Klinefelter, a síndrome de Patau e a síndrome de Edwards estão.

A síndrome de Down é uma aneuploidia em que o indivíduo apresenta 47 cromossomos e o par de homólogos 21 tem um cromossomo a mais (trissomia do

21). São sintomas da síndrome: cabeça pequena, face achatada, boca pequena, hipotonia muscular, etc.

Na síndrome de Turner as células dos indivíduos têm apenas um cromossomo sexual, o X. Alguns sintomas são ovários não funcionais, baixa estatura, pescoço curto e largo. O cariótipo de indivíduos com a síndrome é 45, XO (O= ausência de um cromossomo sexual).

A síndrome de Klinefelter é caracterizada pela existência de três cromossomos sexuais na pessoa: dois X e um Y. Alguns sinais clínicos são testículos pequenos, inteligência abaixo da média, ausência de espermatozoides e, em alguns casos, mamas evidentes. O cariótipo do indivíduo é 47, XXY.

Na síndrome de Patau as células têm um cromossomo a mais no par 13. São sintomas: cabeça pequena, olhos afastados, má formação séria nos sistemas digestório, genital e urinário. Sobrevivem geralmente até os três anos de idade.

Na síndrome de Edwards ocorre um cromossomo a mais no par 18. São sintomas: cabeça pequena e estreita, olhos afastados, boca e queixo pequenos, pés deformados, anomalias no coração, rins e genitália. Indivíduos que apresentam a síndrome vivem geralmente até um ano de idade.

COMPARANDO A MITOSE E A MEIOSE

Já falamos bastante sobre algumas diferenças muito importantes entre a mitose a meiose: uma origina duas células com a mesma quantidade de material genético entre si e iguais ao da célula-mãe e ocorre em células somáticas (mitose), e a outra origina 4 células diferentes entre si, com a metade do material genético da célula-mãe, e ocorre em células germinativas (meiose). Porém, existem outras diferenças interessantes de salientar também e de lembrar.

Na mitose não há a redução do número de cromossomos nem ocorre o crossing-over (permuta gênica) entre os cromossomos homólogos. Também não há formação de quiasmas entre os homólogos. Nessa divisão ocorre apenas uma divisão nuclear e citoplasmática por ciclo. É importante na reprodução assexuada de organismos unicelulares e na regeneração das células somáticas dos multicelulares. Uma célula produzida por mitose, em geral, pode sofrer nova mitose.

Já na meiose há a redução do número de cromossomos e ocorre o crossing-over entre os cromossomos homólogos. E também há a formação de quiasmas entre os homólogos. Duas divisões nucleares e duas divisões

citoplasmáticas ocorrer por ciclo nessa divisão. É um processo demorado (e que pode, em certos casos, levar anos para se completar). Ocorre em células germinativas, em células-mães de esporos e no zigoto de muitas algas e fungos. Produtos meióticos não podem sofrer outra divisão meiótica, embora possam ser submetidos à divisão mitótica.

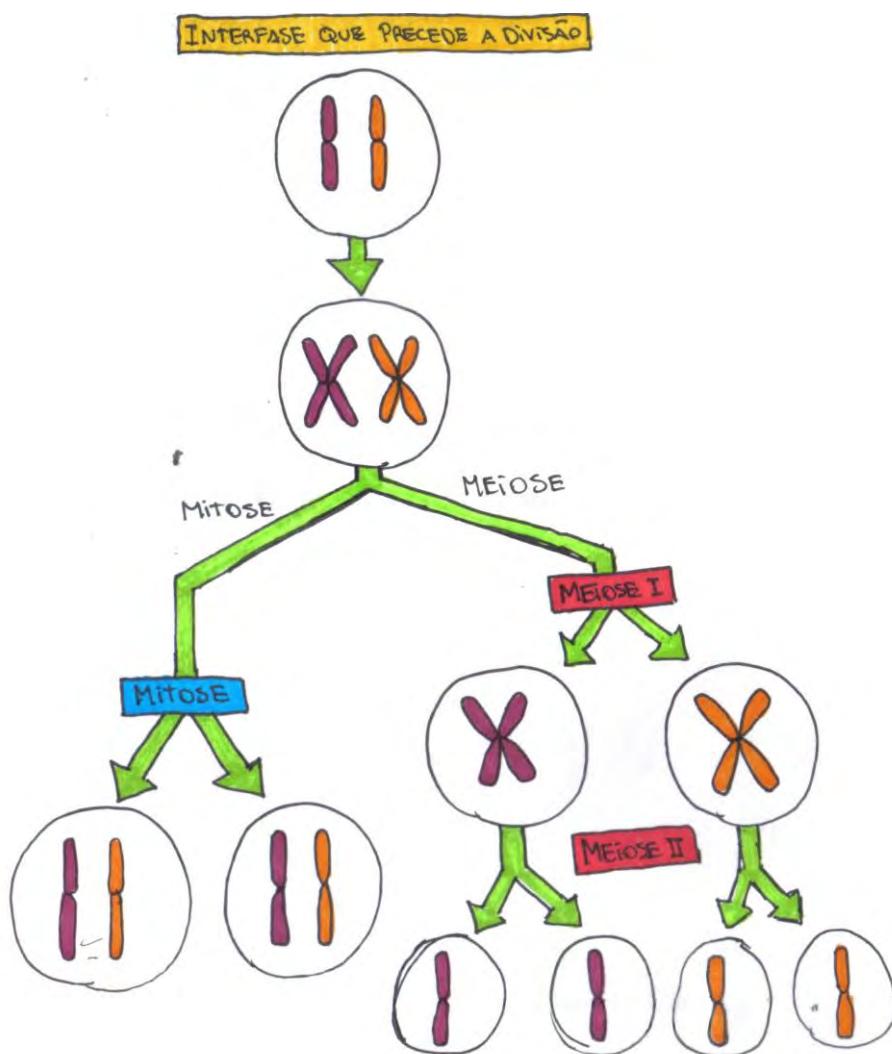


FIGURA 6. ESQUEMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO DE DIVISÃO CELULAR. DURANTE A INTERFASE OCORRE A DUPLICAÇÃO DOS CROMOSSOMOS HOMÓLOGOS. NA MITOSE AS CROMÁTIDES IRMÃS SÃO SEPARADAS, GERANDO DUAS CÉLULAS COM A MESMA QUANTIDADE DE MATERIAL GENÉTICO QUE A CÉLULA INICIAL. DURANTE A MEIOSE I OCORRE A SEPARAÇÃO DOS CROMOSSOMOS HOMÓLOGOS E NA MEIOSE II HÁ A SEPARAÇÃO DAS CROMÁTIDES IRMÃS, GERANDO QUATRO CÉLULAS COM METADE DO MATERIAL GENÉTICO DA CÉLULA INICIAL.

PARTE I

BIOLOGIA

06

EMBRIOLOGIA

meSalvo!

EMBRIOLOGIA

INTRODUÇÃO À EMBRIOLOGIA

E aí, galera do MeSalva! Certamente já passou pela cabeça de vocês aquela famosa pergunta (ou alguém já perguntou para você como uma pegadinha): quem surgiu antes, o ovo ou a galinha? Pois para quem ainda está em dúvida, a gente explica, através da embriologia e da evolução, que o primeiro a surgir foi... o ovo! O surgimento do ovo veio com os répteis, uma adaptação que possibilitou a colonização do ambiente terrestre. Em Embriologia, os ovos são o resultado da fecundação de um gameta masculino com um feminino, formando um zigoto. Nessa apostila iremos estudar como se iniciou o estudo dessa área, as formações dos embriões e o que eles resultam, assim como o desenvolvimento embrionário.

TEORIAS HISTÓRICAS

“Como os seres surgiram?” foi uma incógnita por um bom tempo, principalmente no que diz respeito ao ser humano. Nas sociedades primitivas, acreditava-se que o homem não tinha um papel na procriação dos filhos, pois a mulher seria a única responsável por esse acontecimento. Nessa época, a ideia principal era que os homens seriam a reencarnação de larvas ancestrais que flutuavam ao redor de lugares sagrados até encontrarem uma mulher, que deveria ser virgem, e a fecundarem. Foi só com o surgimento do patriarcado (sistema social em que os homens mantém o poder sobre as mulheres), que perdura até os dias de hoje, que o homem reivindicou o papel de criador e as mulheres receberam um papel secundário, de carregar e nutrir o embrião.

Os primeiros estudos embriológicos foram feitos pelo filósofo grego Aristóteles (cerca de 384-322 a.C.), que acreditava que a mulher tinha esse papel secundário, ou seja, uma matéria passiva, enquanto o homem seria o fornecedor da vida que se criava em seu ventre, dando força, atividade e movimento. Ele ficou conhecido como Fundador da Embriologia por analisar o desenvolvimento das aves. Em seu trabalho, explica que diferentes órgãos se formam, por uma série de mudanças graduais, em uma massa não diferenciada, porém bem organizada: o embrião.

Pelo final dos anos 1600, já com o surgimento da microscopia, pôde-se investigar melhor o aparelho genital e os gametas dos seres humanos, o que permitiu explicar como ocorre o nosso desenvolvimento.

TEORIA DA PRÉ-FORMAÇÃO E EPIGÊNESE

Como vimos, com o advento do microscópio, foi possível ver as coisas de outra maneira. Alguns cientistas sugeriram, então, ao observar o esperma masculino, que dentro dos espermatozoides havia pequenos seres humanos. Nicolas Hartsoeker foi um desses cientistas, representando o espermatozoide da seguinte maneira:

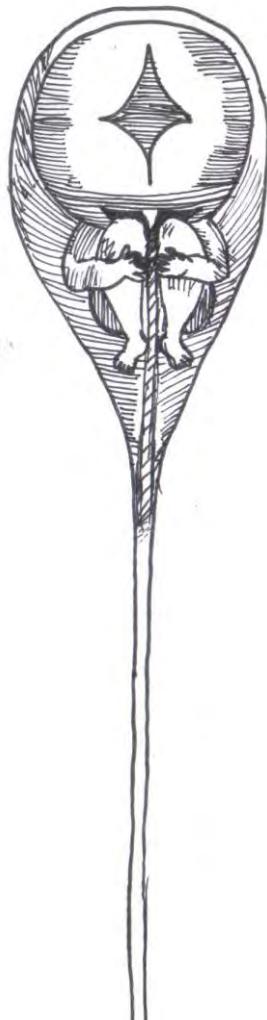


FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO DO ESPERMATOZOIDE COM UM SER HUMANO DENTRO, IMAGINADO POR HARTSOEKER.

Um pouco depois, em meados dos anos 1700, surgiram os ovistas, que acreditavam que um ovo (no caso um ovócito) continha várias gerações de uma espécie, com os corpos encapsulados um dentro do outro e se desenvolvendo sucessivamente. Não só o ovo continha um embrião completo, mas o embrião possuía ovos para todas as gerações futuras. A ideia seria contrária a dos cientistas anteriores, já que tinha o gameta feminino como o precursor de vida.

Mas nem todos os cientistas concordavam que os seres humanos se desenvolviam a partir do gameta masculino ou feminino, de forma que surgiram, então, duas teorias para explicar como se dava esse desenvolvimento: a da pré-formação, sugerindo que o embrião seria uma

redução do indivíduo adulto, e a da epigênese, afirmando que esse desenvolvimento era gradual e surgia progressivamente.

Lazzaro Spallanzani, no final dos anos 1700, era um ovista que, apesar de defender a teoria da pré-formação, contribuiu para que ela fosse desacreditada através de seus experimentos. Ele vestiu rãs machos com calções de seda e as colocou para acasalar com as fêmeas, observando que os ovos não se desenvolveram em girinos. Porém, quando misturou o sêmen que havia ficado nos calções com os ovos recém-liberados, o desenvolvimento ocorreu. Spallanzani também realizou a inseminação de sêmen de um cachorro em uma cadela, usando uma seringa de sua invenção, que resultou em filhotes que se assemelhavam fenotipicamente com a cadela e o cachorro que os deram origem.

Dessa forma, ele teve grande importância na história da Embriologia, pois mostrou com seus experimentos que os animais não se desenvolviam através da redução de um indivíduo adulto, abrindo espaço para novos cientistas proporem novas ideias. Isso acabou levando ao descobrimento de que os seres vivos, incluindo os embriões, são formados por células e que o desenvolvimento desses seres surge da proliferação delas, deixando explícito que a teoria mais correta quando falamos sobre isso é a de epigênese.

Essas células, durante seu desenvolvimento, passam por diversos processos, e um deles é o de diferenciação celular, em que cada uma irá se desenvolver para realizar uma função específica. Antes de passar por esse processo, as células apresentam um leque de possibilidades quando o assunto é diferenciação, podendo se especializar e se diferenciar em diversos tipos celulares. A essas células damos o nome de células-tronco. Vamos estudá-las a seguir.

CÉLULAS-TRONCO

As células-tronco, como falamos anteriormente, têm a capacidade de dar origem a diversos tipos celulares e, por isso, são muito importantes na reposição celular e na regeneração dos tecidos. Dessa forma, essas células são caracterizadas pela capacidade de divisão continuada e de diferenciação, podendo ser não embrionárias ou embrionárias.

As células-tronco não embrionárias estão presentes em pequenas quantidades no organismo e, por terem um potencial de diferenciação muito menor do que as embrionárias, são denominadas multipotentes. São

células-tronco não embrionárias as células epiteliais, da medula óssea, as neurais do cérebro e as do sangue presente no cordão umbilical. Elas têm importante papel na regeneração dos tecidos.

Já as células tronco embrionárias são aquelas oriundas da etapa muito inicial do desenvolvimento embrionário humano, quando o embrião está na forma de blastocisto, 4 a 5 dias após a fecundação. Nessa etapa, ocorrem diversas divisões celulares para aumentar o número de células do embrião e, como essas células possuem uma alta capacidade de diferenciação, podem dar origem a quase todos os tipos celulares do organismo. Porém, não são capazes de formar um indivíduo completo, uma vez que não conseguem gerar tecidos embrionários. Devido a essa característica, são chamadas de pluripotentes.

Existe ainda outro tipo de células-tronco embrionárias: as totipotentes. Essas são capazes de originar um organismo completo, pois conseguem gerar todos os tipos de células e tecidos do corpo, inclusive os extraembrionários, como a placenta. São células totipotentes os blastômeros, ou seja, as células iniciais da clivagem (da divisão do zigoto) em etapas anteriores ao blastocisto. Por apresentarem o potencial de gerar todos os tipos celulares e tecidos de um organismo, essas células são de muito interesse para a pesquisa e a área médica, pois podem ser a solução para certas doenças ainda sem cura, como o câncer.

CLASSIFICAÇÕES DENTRO DA EMBRIOLOGIA

Como tudo dentro da Biologia, a Embriologia não escapa da classificação. E ela se dá de acordo com os tipos de ovos e os tipos de clivagens que os organismos apresentam. Vamos entender como isso ocorre.

Os ovos dos embriões são compostos, em sua maioria, pelo citoplasma e pelo vitelo. Para quem não lembra, o vitelo é a reserva de nutrientes presentes nos ovos dos animais e serve para alimentar o embrião. Vejamos, então, como o vitelo se distribui nos ovos e como isso afeta a clivagem.

TIPOS DE OVOS

Ovos que possuem pouca quantidade de vitelo distribuído igualmente são chamados de oligolécitos e ocorrem nos invertebrados e cordados inferiores. Chamamos de mesolécitos os ovos que possuem uma quantidade moderada de vitelo concentrada no polo vegetal (parte inferior do ovo) e ocorrem em anfíbios e alguns tipos de peixes. Ovos telolécitos são aqueles que possuem uma grande quantidade de vitelo, deixando o citoplasma todo em forma de disco no polo animal (parte superior do ovo). Ocorre em cefalópodes, gastrópodes, peixes ósseos, répteis, aves e mamíferos não placentários. Ovos em que o vitelo ocupa a maior parte do ovo, ficando só uma região periférica e uma central sem vitelo, são chamados de centrolécitos e ocorrem em insetos. Já os ovos que não possuem vitelo são os alécitos e ocorrem em mamíferos placentários.

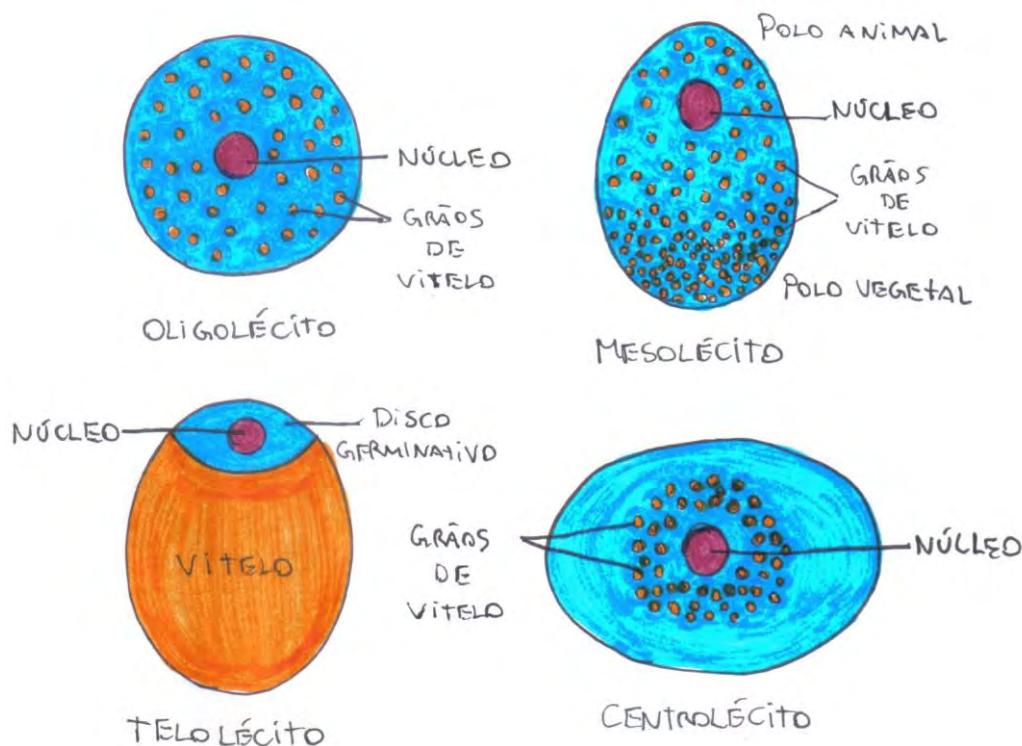


FIGURA: TIPOS DE OVOS DE ACORDO COM A QUANTIDADE DE VITELO PRESENTE NELES.

CLIVAGENS: AS PRIMEIRAS ETAPAS DA FORMAÇÃO DOS EMBRIÕES

Já deu para perceber que os seres se desenvolvem gradualmente, através das células que vão se multiplicando e diferenciando, né? Então agora vamos ver um pouco como isso acontece.

Quando o gameta feminino se une ao gameta masculino, ocorre a formação de uma nova célula, o zigoto, que nada mais é do que a mistura dessas duas células gaméticas. Esse zigoto vai sofrer divisões mitóticas sucessivas, que são chamadas de clivagens. Essas clivagens vão originando células que chamamos de blastômeros, já considerado um embrião. Nesse primeiro momento o embrião não tem seu tamanho alternado. Para entendermos melhor as clivagens e como elas ocorrem, devemos saber que elas não se dão de forma aleatória e, como já vimos antes, são afetadas pela quantidade de vitelo que há no ovo.

TIPOS DE CLIVAGEM

Então, o ovo vai se dividir de acordo com a quantidade de vitelo que há nele, podendo ser total ou parcial. Na clivagem total (ou holoblástica) o embrião se divide por completo, de forma igual ou desigual. A clivagem igual ocorre em ovos alécitos e oligolécitos e divide o zigoto em blastômeros (células originadas pelas clivagens, lembram?) de igual tamanho. Já a clivagem desigual ocorre em ovos mesolécitos e as divisões do zigoto no polo animal, por possuírem menos vitelo, acontecem mais rápido do que no polo vegetal, que demora mais pela quantidade maior de vitelo presente.

Na clivagem parcial (ou meroblastica), a divisão se restringe a uma pequena região no citoplasma que não apresenta vitelo, podendo ser discoidal ou superficial. A clivagem discoidal ocorre em uma região dos ovos telolécitos de aves e peixes que não possui vitelo. Já a superficial ocorre na superfície dos ovos centrolécitos da maioria dos artrópodes.

Também classificamos os animais pela simetria do embrião, que pode ser radial ou bilateral. Na clivagem radial, o embrião se divide em metades simétricas, iguais, independente do plano em que ele se divide. É o caso dos equinodermos. O restante dos animais apresenta simetria bilateral, em que somente um plano divide o embrião em duas metades simétricas.

DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

Quando estudamos o desenvolvimento embrionário dos animais, geralmente tomamos como exemplo o anfídeo, por ser o primeiro animal protocordado. Apesar de o tipo de clivagem variar de acordo com a quantidade de vitelo no ovo e a gastrulação ocorrer de maneira diferente nos vertebrados, a ideia de como esse desenvolvimento se dá é muito semelhante. Isso porque os protocordados e os vertebrados fazem parte do mesmo filo: Chordata. Os cordados se caracterizam pela presença da notocorda, de musculatura associada a ela e de um tubo nervoso dorsal em pelo menos uma fase da vida. A notocorda é como um bastão flexível disposto ao longo do corpo do animal, que ajuda na sua locomoção. Nos anfídeos ela dá sustentação ao corpo.

Nesses animais os ovos se dividem de maneira total, igual e bilateral, havendo clivagens até formar um aglomerado de células, que chamamos de mórula (estrutura que se assemelha a uma amora). Até esse momento não existe um aumento no tamanho do embrião. Essas clivagens resultam em blastômeros de diferentes tamanhos: os macrômeros (maiores), no polo vegetal; e os micrômeros (menores), no polo animal. Durante as próximas divisões celulares, uma cavidade cheia de líquido se forma nesse embrião: esse estágio é a blástula. A cavidade é denominada blastocele e a camada celular que a envolve é a blastoderme.

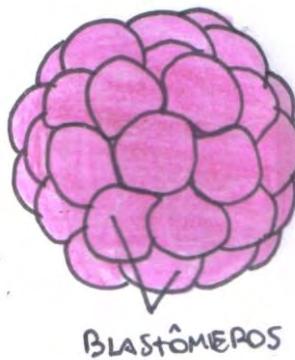


FIGURA 2: MÓRULA.

Essa blástula vai se modificando até chegar ao estágio de gástrula. Chamamos essa fase de gastrulação, em que o polo vegetativo se invagina, isso é, vai para dentro da célula, gerando uma nova cavidade: o

arquêntero. Essa cavidade é o intestino primitivo do embrião, que se comunica com o meio externo através de uma abertura, o blastóporo. Essa abertura pode dar origem ao ânus ou à boca. Ao primeiro grupo damos o nome de deuterostômios e ao segundo de protostômios.

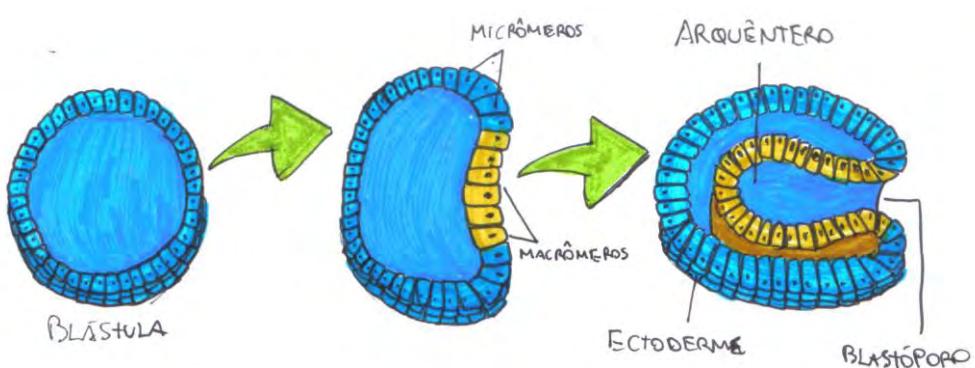


FIGURA : FORMAÇÃO DO ARQUÊNTERO.

A gástrula é envolta por duas camadas de células e é nesse estágio que se formam dois dos três folhetos embrionários: a ectoderme e a endoderme. A ectoderme é a camada mais externa e a endoderme é a mais interna. Uma parte da endoderme se diferencia formando a mesentoderme, que originará, mais tarde, a mesoderme.

O processo de invaginação anterior leva os micrômeros a ficarem na parte mais externa da célula, compondo a ectoderme. Já os macrômeros se ajeitam na parte mais interna, compondo a endoderme.

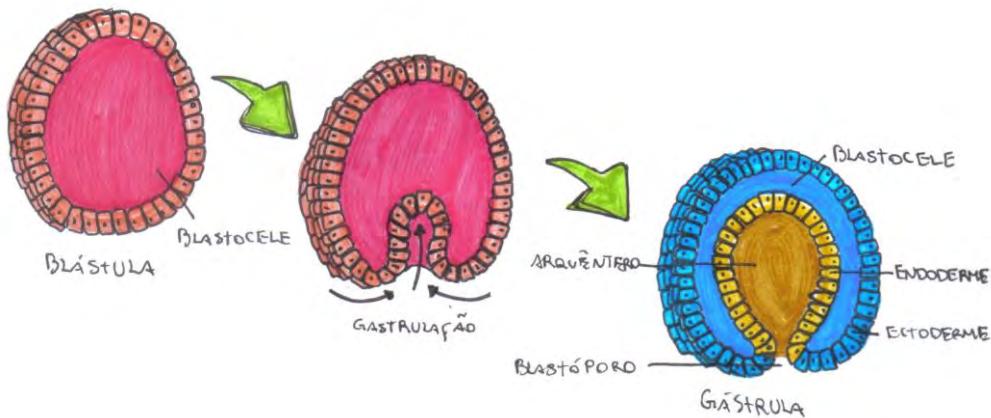


FIGURA : GASTRULAÇÃO/FORMAÇÃO DOS FOLHETOS.

Nesse momento se encerra a gastrulação e começa o processo de neurulação, em que ocorre a formação dos tecidos e dos órgãos a partir dos folhetos embrionários (ectoderme, mesoderme e endoderme), recebendo o nome de organogênese, que vamos estudar a seguir.

ORGANOGÊNESE: A ORIGEM DOS ÓRGÃOS NOS EMBRIÕES

Então, pessoal, essa é a última parte do desenvolvimento embrionário. Começa com algumas células entrando em divisão e, quase que simultaneamente, ocorre a formação do tubo neural, da mesoderme e da notocorda. O embrião sofre um achatamento dorsal, formando a placa neural. Essa estrutura, como podemos observar na imagem abaixo, se origina a partir da ectoderme e se dobra, originando o tubo neural.

Enquanto o tubo neural está se formando, a mesentoderme (parte da endoderme) se diferencia, dando origem à mesoderme e à notocorda. A mesoderme em si irá formar os somitos, pacotes de células muito importantes na organogênese. Vocês já devem ter estudado sobre os animais celomados, acelomados e pseudocelomados, né? Pois então, o celoma é a cavidade interna dos somitos! Esse estágio do desenvolvimento é chamado de neurula; nele já podemos ter uma boa ideia de como será o organismo adulto. Daqui para frente é só alegria! Nesse momento todos os tecidos e órgãos do animal (nesse caso o anfíxo) se diferenciam. Esse processo é muito semelhante nos vertebrados. Vamos entender o que vai formar o que, então.

A ectoderme, parte mais externa, dará origem à epiderme, que é o revestimento do animal, e também ao sistema nervoso, visto que o tubo neural deriva desse folheto e se transforma no cordão nervoso dorsal. A endoderme vai se diferenciar no tecido de revestimento de cavidades externas, como o tubo digestório. Já os somitos, bloco de células originados da mesoderme, originam os músculos, também preenchendo os espaços entre a ectoderme e a mesoderme no corpo do animal. E lembram do celoma? Ele se transforma na futura cavidade corporal.

E assim temos a formação dos órgãos e dos tecidos. Ao observarmos o desenho abaixo, podemos perceber que essa formação não é aleatória; ao entendermos como os folhetos embrionários se formam e os locais que eles ocupam, fica mais fácil de compreender quais órgãos e tecidos eles irão formar.

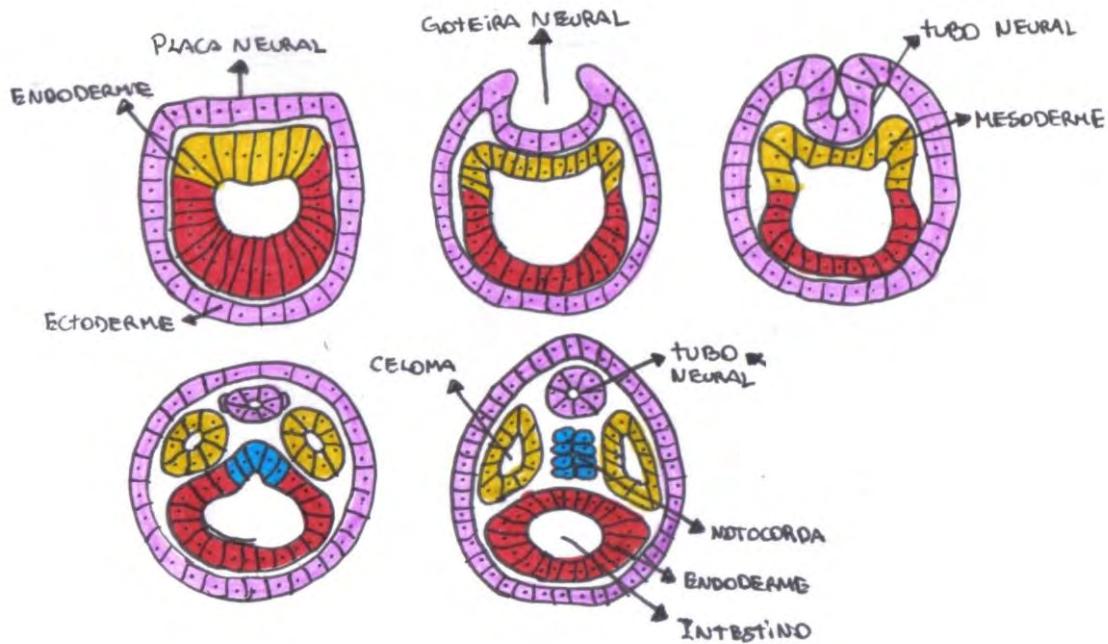


FIGURA : ORGANOGENESE.

PARTE I

BIOLOGIA

07

HISTOLOGIA HUMANA E ANIMAL

meSalva!

HISTOLOGIA HUMANA E ANIMAL

E aí, galera do Me Salva! Prontos para se aprofundar no universo microscópico da Histologia? Essa área da Biologia é responsável por estudar os tecidos vivos, ou seja, do que o nosso corpo é feito! Vamos estudar um pouco sobre a origem desses tecidos, sua estrutura, seus tipos de células e o seu funcionamento. Mas o que é um tecido, afinal? O corpo dos organismos multicelulares é composto por diferentes tipos de células que se organizam de acordo com a função que são especializadas para desempenhar. Essa organização forma grupos, que são os tecidos. Nesta apostila vamos estudar os tecidos que formam o corpo dos seres humanos! Prontos? Então, vamos lá!

OS TECIDOS NA ESPÉCIE HUMANA

Os tecidos são conjuntos de células especializadas, derivadas dos folhetos embrionários. Em vertebrados, os tecidos sempre constituem os órgãos, que podem ser constituídos com conjuntos de tecidos. Os principais tecidos são classificados em quatro categorias: epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso. Vamos estudar cada um deles a seguir.

TECIDO EPITELIAL

O tecido epitelial, ou epitélio, é um dos principais grupos de tecidos celulares e a sua principal função é revestir a superfície externa e de diversas cavidades internas do organismo. Os epitélios não são vascularizados, sendo nutridos pelos tecidos conjuntivos adjacentes. As células epiteliais estão intimamente ligadas entre si (justapostas) e formam algumas glândulas, por isso podem ser classificadas em dois tipos: epitélios de revestimento e epitélios glandulares.

EPITÉLIOS DE REVESTIMENTO

Os epitélios de revestimento, como seu nome já sugere, tem como função o revestimento da superfície externa do corpo e das cavidades corporais internas. A epiderme (camada mais externa da pele) é um exemplo desse tipo de epitélio, assim como o revestimento do sistema digestório. A epiderme é um tecido formado por várias células justapostas que dão suporte ao organismo e mantém o corpo impermeabilizado. Essas células estão constantemente se renovando. À medida que novas células vão surgindo, as mais velhas vão sendo empurradas para cima, em direção à superfície do corpo. Quando vão envelhecendo, essas células passam a produzir queratina, uma proteína muito resistente, e ao morrerem se tornam repletas dessa proteína, formando um revestimento resistente ao atrito e a altamente impermeável à perda de água.

Os epitélios de revestimento podem variar quanto ao formato das células (pavimentosas, cúbicas, prismáticas, de transição) em diferentes órgãos e quanto ao número de camadas celulares. Os epitélios simples apresentam apenas uma camada de células. Aqueles que apresentam mais de uma camada celular são chamados de estratificados. E os pseudoestratificados são aqueles que apresentam uma única camada celular, com células de diferentes alturas. A epiderme, por exemplo, é um epitélio multiestratificado (formado por várias camadas de células). Abaixo temos um desenho mostrando cada um desses epitélios, com os tipos de células presentes em cada um deles.

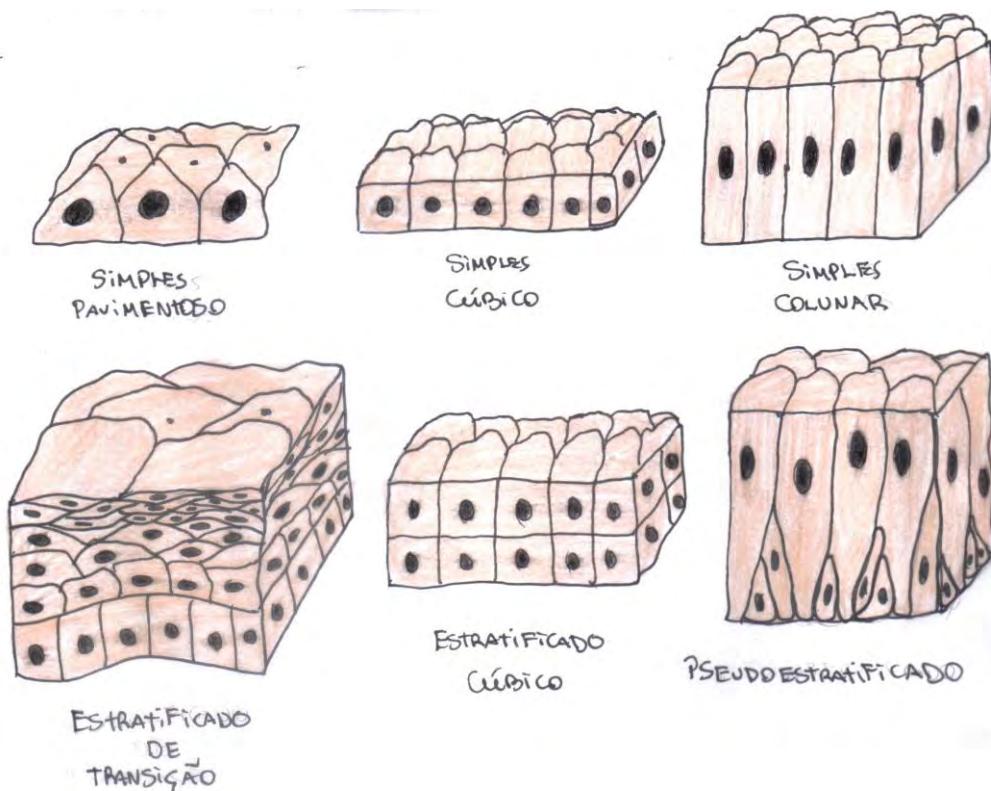


FIGURA 1. TIPOS DE EPITÉLIO DE REVESTIMENTO.

EPITÉLIOS GLANDULARES

Durante a fase embrionária, alguns epitélios dão origem às glândulas. As células do tecido glandular secretam substâncias, que podem ser utilizadas por outra parte do corpo ou eliminadas do organismo. Estas glândulas podem ser endócrinas, exócrinas ou mistas. As endócrinas não apresentam canal para eliminação das secreções (hormônios, neste caso) e são eliminadas diretamente no sangue. Temos como exemplo a glândula tireóide. As exócrinas apresentam canal que elimina secreções para fora do corpo ou para cavidades internas de órgãos. São exemplos as glândulas sudoríparas e salivares. E as mistas apresentam canais que eliminam as secreções para fora do corpo e também diretamente no sangue. É o caso do pâncreas.

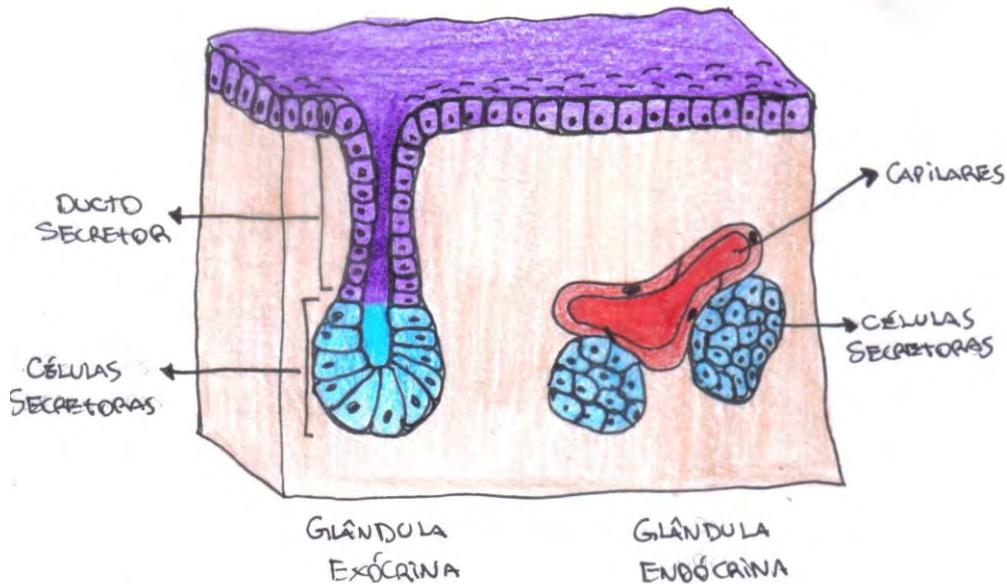


FIGURA 2. CORTE LONGITUDINAL DE UM EPITÉLIO GLANDULAR COM GLÂNDULA EXÓCRINA E ENDÓCRINA.

TECIDO CONJUNTIVO

O tecido conjuntivo é responsável por unir e sustentar os outros tecidos. Ele apresenta grande quantidade de material intercelular secretado pelas suas próprias células; esse material pode ser sólido, gelatinoso ou líquido. Além do tecido propriamente dito, os principais são: adiposo, cartilaginoso, ósseo e sanguíneo. Vamos dar uma olhada em cada um deles?

TECIDO CONJUNTIVO PROPRIAMENTE DITO

O tecido conjuntivo propriamente dito é o mais indiferenciado de todos e está presente em todos os órgãos e abaixo da epiderme. Pode ser classificado em tecido conjuntivo frouxo e tecido conjuntivo denso.

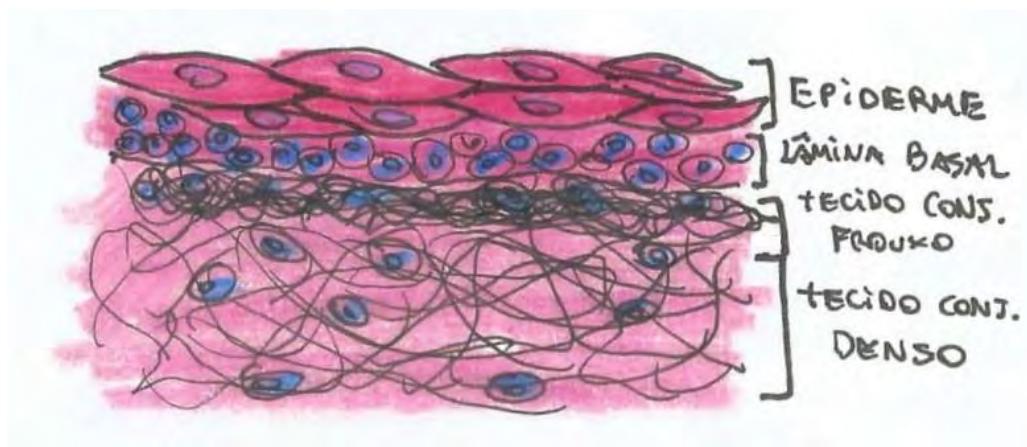


FIGURA 3: ESQUEMA MOSTRANDO UM CORTE TRANSVERSAL NA PELE DE UMA PESSOA, COM O TECIDO CONJUNTIVO ABAIXO DA EPIDERME.

TECIDO CONJUNTIVO FROUXO

O tecido conjuntivo frouxo é mais amplamente distribuído pelo corpo, dando consistência aos órgãos e mantendo-os em seus lugares. Seu material intercelular é gelatinoso e possui muitas fibras de proteína frouxamente unidas entre si, o que confere elasticidade e resistência. Essa resistência se dá pela presença das fibras colágenas, constituídas de colágeno, que são grossas e se distendem pouco quando tensionadas. Isso evita que a pele rasgue quando esticada, por exemplo. Suas principais células são os fibroblastos e os macrófagos. Os fibroblastos são responsáveis pela fabricação e secreção de proteínas das fibras e da substância gelatinosa. Já os macrófagos são células grandes e móveis, que se deslocam pelo tecido ingerindo bactérias e fluidos.

TECIDO CONJUNTIVO DENSO

O tecido conjuntivo denso, também chamado de fibroso, é adaptado para oferecer resistência e proteção aos tecidos. Sua constituição é a mesma do tecido frouxo, porém, existem menos células e há predominância das fibras colágenas. Este tipo de conjuntivo é menos flexível e mais resistente à tensão. Os tendões são exemplos de tecido conjuntivo denso, que unem os ossos aos músculos e, por serem ricos em fibras colágenas, têm alta resistência e não se estendem. O colágeno

encontrado nestas estruturas forma feixes densos e paralelos. As células presentes no tendão são classificadas como fibrócitos e possuem núcleo alongado e paralelo às fibras de colágeno, seu citoplasma é delgado e frequentemente envolve os feixes de colágeno.

TECIDO ADIPOSO

Esse tecido localiza-se abaixo da pele e é responsável por armazenar gordura, possuindo células especializadas para isso: os adipócitos. Esses lipídios são utilizados pelo organismo como fonte de energia na falta de alimentos. O tecido adiposo também confere isolamento térmico ao corpo e serve como protetor contra choques mecânicos.

TECIDO CARTILAGINOSO

Esse tecido apresenta material intercelular com consistência de borracha e grandes quantidades de fibras colágenas. Nossa primeira esqueleto durante a vida intrauterina é formado por cartilagem e, à medida que a pessoa se desenvolve, a maior parte das cartilagens são substituídas por ossos, sendo fundamentais no processo de alongamento dos ossos longos, em especial durante a puberdade. Porém, alguns locais seguem contendo cartilagem, tendo função de sustentação e revestimento de articulações. São esses locais as paredes das fossas nasais, traquéia e brônquios, o pavilhão e tuba auditiva, a epiglote e a cartilagem cuneiforme da laringe, os discos intervertebrais, os pontos de ligação de tendões e ligamentos e a sífise pública (junção entre os dois lados do púbis). Suas principais células são os condrocitos, que ficam em lacunas moldadas durante a formação das matrizes extracelulares.

TECIDO ÓSSEO

O tecido ósseo apresenta material intercelular rígido devido às e aos sais de cálcio, magnésio e fósforo, combinação responsável por formar materiais resistentes. As fibras colágenas presentes nesse tecido conferem certa elasticidade a ele, fazendo com que não se quebre com tanta facilidade. Suas principais células são os osteócitos, localizadas em lacunas do material intercelular, recortados por canalículos por onde circulam substâncias nutritivas e gases para os osteócitos.

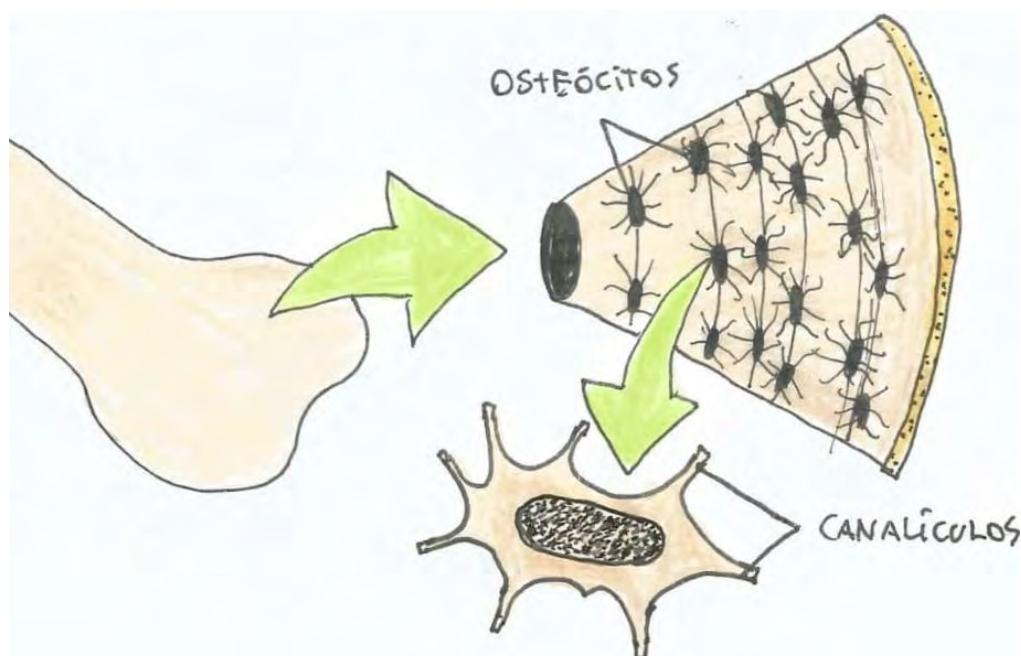


FIGURA 4: CORTE DO TECIDO ÓSSEO, MOSTRANDO OS OSTÉOCITOS E OS CANALÍCULOS QUE O COMPÕEM.

TECIDO SANGUÍNEO

O tecido conjuntivo sanguíneo apresenta, entre suas células, grande quantidade de plasma, constituído por água, sais minerais e diversas proteínas. Os principais constituintes do sangue são os eritrócitos, os leucócitos e as plaquetas (que não são células).

Os eritrócitos são os famosos glóbulos vermelhos. Possuem forma discoidal (como um disco de frisbee), são bicôncavos (com o centro mais profundo que as bordas nos dois lados) e repletos de hemoglobina, transportando oxigênio para os tecidos.

Os leucócitos são os conhecidos glóbulos brancos, divididos em granulosos e agranulosos. Os granulosos são classificados em: neutrófilos, eosinófilos e basófilos. Enquanto os agranulosos são classificados em linfócitos e monócitos.

Os neutrófilos apresentam forma esférica e núcleo trilobulado. São responsáveis por fagocitar bactérias e corpos estranhos. Os eosinófilos, também conhecidos como acidófilos, possuem forma esférica e núcleo bilobulado. Participam das reações alérgicas, produzindo histamina. Os basófilos apresentam forma esférica e núcleo irregular. Produzem histamina, um vasodilatador, e heparina, um anticoagulante, que possivelmente também participam das reações alérgicas. Já os linfócitos podem ser do tipo B e T, apresentando forma e núcleo esféricos. Participam dos processos de defesa imunitária, produzindo e regulando a produção de anticorpos. Enquanto os monócitos apresentam forma esférica e núcleo oval ou em forma de rim. Dão origem aos macrófagos e aos osteoclastos, células especializadas em fagocitar.

As plaquetas são também conhecidas por trombócitos e possuem forma irregular, não apresentando núcleo. Participam do processo de coagulação do sangue.

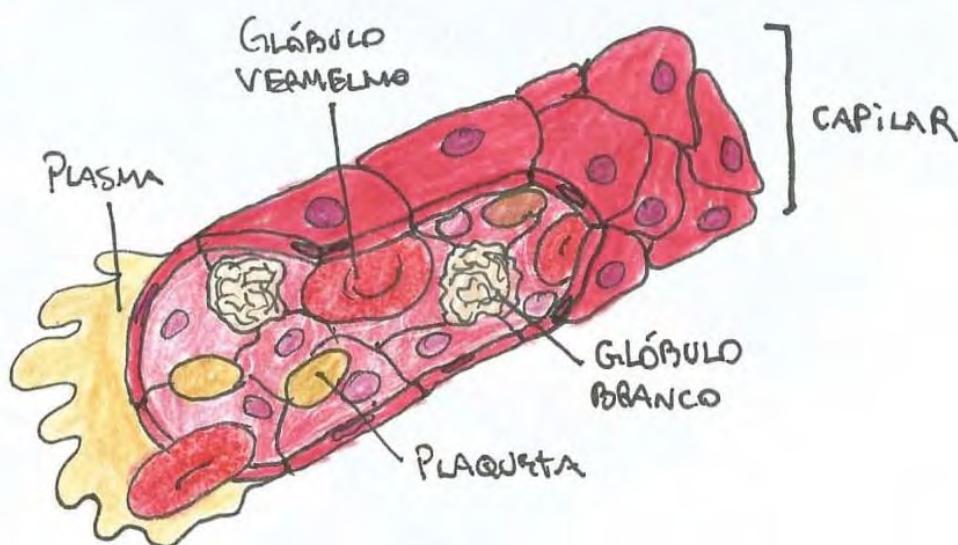


FIGURA 5: TECIDO SANGUÍNEO COM SUAS CÉLULAS PRINCIPAIS.

TECIDO MUSCULAR

Constituído por células longas e com alta capacidade de contração (fibras musculares), o tecido muscular possui filamentos de actina e miosina, responsáveis pela contração dos músculos, podendo também se alongar, o que permite os diversos movimentos que nosso corpo realiza. Existem três tipos de tecido muscular:

- ✓ tecido muscular estriado esquelético: constitui a maior parte da musculatura do corpo dos vertebrados. Recobre totalmente o esqueleto e se liga aos ossos. É constituído por um 'pacote' de longas fibras multinucleadas, cujos citoplasmas são amplamente preenchidos por filamentos contráteis de miofibrilas;
- ✓ tecido muscular cardíaco: encontrado apenas no coração. Também apresenta estrias transversais, mas são uninucleadas;
- ✓ tecido muscular liso: presente em órgãos viscerais, como o estômago e o intestino. É formado por fibras relativamente curtas, uninucleadas e com extremidades afiladas, sem estrias transversais.

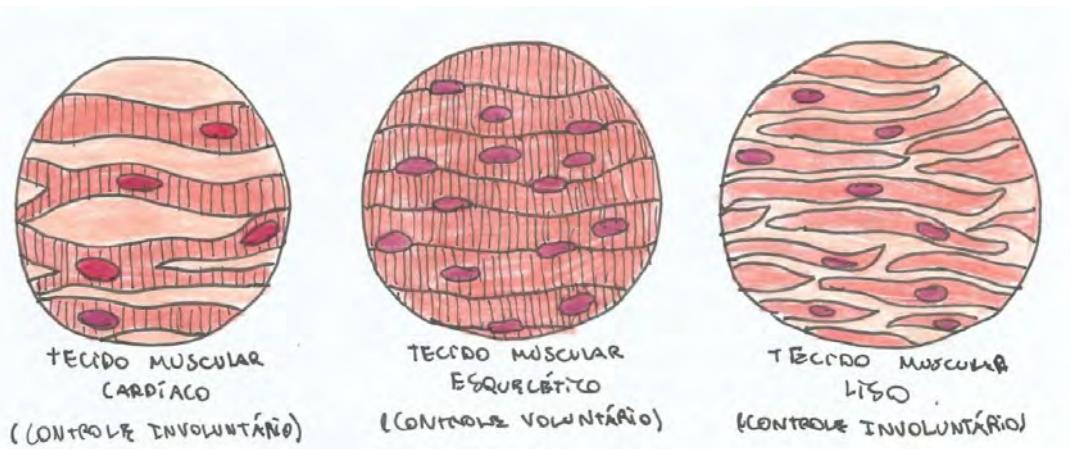


FIGURA 6: TIPOS DE TECIDO MUSCULAR.

TECIDO NERVOSO

Este tecido está relacionado à percepção dos estímulos exteriores e à formulação da resposta adequada ao estímulo. Os neurônios são as células que compõem esse tecido. Elas apresentam três partes fundamentais: o corpo celular (contém o núcleo e a maior parte das organelas celulares), o axônio (prolongamento celular cuja função é conduzir os impulsos nervosos até os músculos, glândulas ou outras células) e os dendritos (prolongamentos filamentosos do corpo celular, semelhante a antenas ramificadas, por onde o corpo celular, geralmente, capta os estímulos do ambiente). Os neurônios possuem baixa capacidade de reprodução, mas muita plasticidade, ou seja, têm a capacidade de se remodelar em função das experiências e necessidades do indivíduo, em especial nas crianças em que por exemplo, uma parte do cérebro pode assumir a função de outra que foi danificada.

A maior parte das funções internas do corpo são comandadas por impulsos nervosos e controladas por hormônios produzidos por essas células. Funções como memória, cognição e fala só são possíveis graças a este tecido.

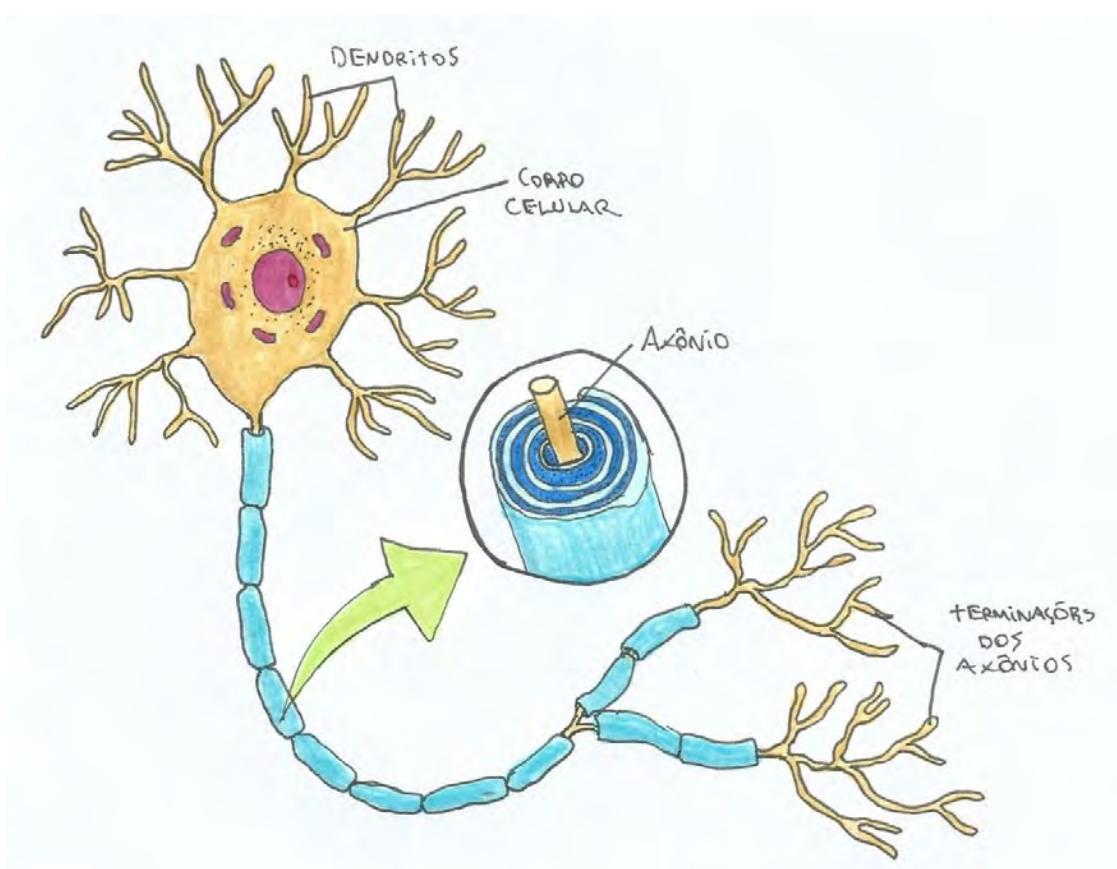


FIGURA 7: NEURÔNIO, CÉLULA ESSENCIAL DO TECIDO NERVOso.

PARTE I

BIOLOGIA

08

BIOQUÍMICA DA CÉLULA

meSalva!

BIOQUÍMICA DA CÉLULA

E aí, galera do Me Salva!, tudo bem? Quando pensamos em célula, normalmente vem à cabeça a ideia de uma estrutura bem pequena, microscópica. Dificilmente nos damos conta que há outras tantas coisas muito menores que formam a célula e que estão associadas ao seu funcionamento. Então, vamos aprender mais sobre esse mundo incrível das moléculas que formam a vida?

BIOMOLÉCULAS: A QUÍMICA DA VIDA

Entrando no universo das células, devemos conhecer as substâncias inorgânicas e orgânicas que as formam. As inorgânicas são a água e os sais minerais e as orgânicas são as vitaminas, carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucléicos.

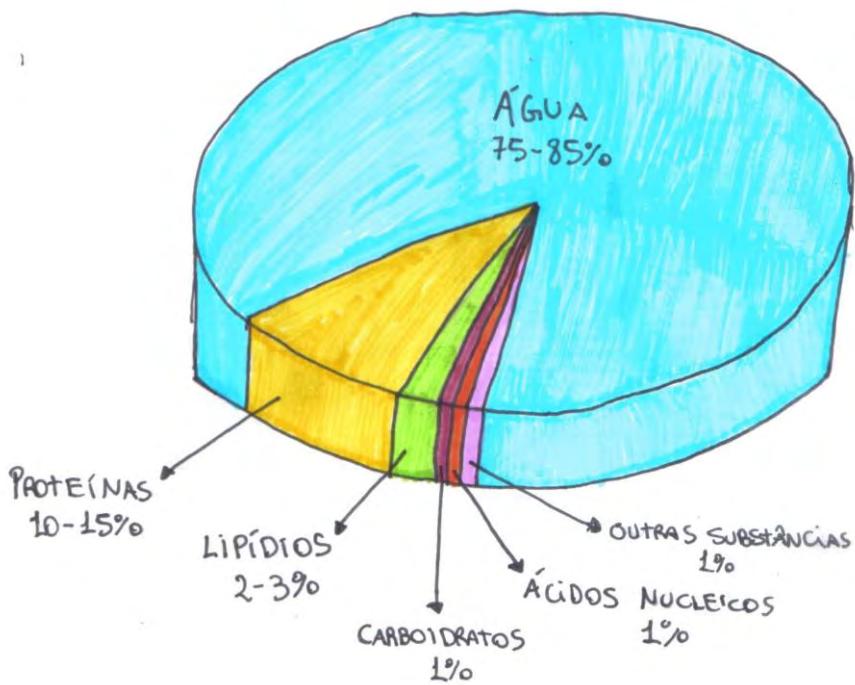


FIGURA 1. GRÁFICO MOSTRANDO PORCENTAGENS APROXIMADAS DOS COMPONENTES QUÍMICOS DO CORPO DOS SERES VIVOS.

ÁGUA

A água é a substância mais abundante nas células (aproximadamente 80%). O surgimento e a manutenção da vida estão relacionados à ela. A molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, que se organizam de uma forma não linear. Essa organização estabelece uma zona positiva e uma negativa no lado oposto (molécula polar).

Em função de sua polaridade, cada molécula de água tende a se unir com outras quatro moléculas de água, por ligações de hidrogênio, com a capacidade de se manter unida; essa característica é chamada de coesão e essa forte atração entre as moléculas é denominada tensão superficial.

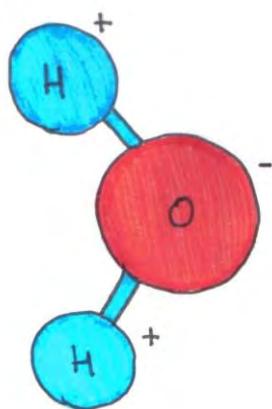


FIGURA 2. MOLÉCULA DE ÁGUA DEMONSTRANDO SUA POLARIDADE.

Lembre-se! A água é o único fluido que, ao congelar, se expande e se torna menos denso! Esse é um fator decisivo para a existência de vida em ambientes frios, pois dessa forma os organismos conseguem viver sob a camada de gelo e na água líquida.

Devido à polaridade e ao alto poder de adesão, a água é um solvente universal. Isso significa que quando moléculas polares entram em

contato com a água, ela as envolve, separando-as, o que nos permite classificar as substâncias em dois grupos:

- ✓ hidrofílicas: que se dissolvem em água;
- ✓ hidrofóbicas: que não se dissolvem em água.

A água também participa de reações químicas da seguinte forma:

- ✓ reações de síntese: através da desidratação de substâncias, em que ocorre perda de água;
- ✓ reações de quebra: através da hidrólise de substâncias, em que ocorre a entrada de uma molécula de água.

SAIS MINERAIS

Os sais minerais são importantes no metabolismo celular e podem ocorrer como constituintes de estruturas dos seres vivos ou dissolvidos em água, como íons. Na tabela abaixo, podemos ver os principais sais minerais existentes no nosso corpo, suas funções e as principais fontes de onde é possível obtê-los.

Sais Minerais	Funções	Principais Fontes
Cálcio (Ca)	<ul style="list-style-type: none"> Ação direta na contração muscular; Importante no funcionamento dos nervos; Formação de ossos e dentes; Atua na coagulação sanguínea. 	<ul style="list-style-type: none"> Laticínios; Hortaliças de folhas verde-escuro.
Fósforo (P)	<ul style="list-style-type: none"> Formação dos ácidos nucleicos; Participações da transferência energética; Formação de ossos e dentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Carnes vermelhas, ave, peixes, ovos; Laticínios; Feijão, ervilha.
Sódio (Na)	<ul style="list-style-type: none"> Participação balanceadora do corpo; Atua na transmissão do impulso nervoso; Ligado ao equilíbrio das membranas celulares. 	<ul style="list-style-type: none"> Sal de cozinha; Sódio presente nos alimentos.
Cloro (Cl)	<ul style="list-style-type: none"> Formação do ácido clorídrico no estômago 	<ul style="list-style-type: none"> Combinado ao sódio no sal de cozinha (NaCl).
Potássio (K)	<ul style="list-style-type: none"> Atua, juntamente com o sódio, no equilíbrio das membranas e transmissão de impulsos nervosos. 	<ul style="list-style-type: none"> Frutas, verduras, feijão, cereais; Laticínios
Magnésio (Mg)	<ul style="list-style-type: none"> Forma a clorofila; Participa de reações químicas junto com enzimas e vitaminas; Funcionamento de ossos e músculos. 	<ul style="list-style-type: none"> Hortaliças de folhas verde-escuro; Cereais; Peixes, carnes, ovos; Feijão, soja, banana.
Ferro (Fe)	<ul style="list-style-type: none"> Formação da hemoglobina. 	<ul style="list-style-type: none"> Figado, carnes, gema de ovo; Pinhões, legumes e hortaliças de folha verde.
Iodo (I)	<ul style="list-style-type: none"> Participa da formação dos hormônios da tireoide. 	<ul style="list-style-type: none"> Sal de cozinha iodado; Peixes e frutos do mar.
Flúor (F)	<ul style="list-style-type: none"> Fortalecimento de ossos e dentes 	<ul style="list-style-type: none"> Água fluorada; Refrigerantes; Chás.

TABELA 1. PRINCIPAIS SAIS MINERAIS ENCONTRADOS NO CORPO, SUAS FUNÇÕES E PRINCIPAIS FONTES.

VITAMINAS

As vitaminas são substâncias orgânicas necessárias em pequenas quantidades para as atividades metabólicas de um organismo que, geralmente, não é capaz de sintetizá-las. Podem ser separadas em dois tipos:

- ✓ hidrossolúveis: são aquelas solúveis em água. B_1 , B_2 , B_3 , B_5 , B_6 , B_8 OU H , B_9 , B_{12} , C
- ✓ lipossolúveis: são aquelas solúveis em lipídios. A, D, E, K.

CARBOIDRATOS



Também chamados de glicídios ou hidratos de carbono, essas moléculas orgânicas são formadas por carbono, hidrogênio e oxigênio e são divididas em três tipos:

- ✓ **monossacarídeos:** são os açúcares simples, que apresentam de 3 a 7 carbonos em sua constituição. A ribose (RNA) e a desoxirribose (DNA) são pentoses, formadas por 5 carbonos. A glicose e a frutose são hexoses, formadas por 6 carbonos.
- ✓ **dissacarídeos:** formados por dois monossacarídeos unidos, através de síntese por desidratação. Neste grupo se encontram a sacarose (açúcar da cana, uma junção de glicose e frutose) e a lactose (açúcar do leite, uma junção de glicose e galactose).
- ✓ **polissacarídeos:** formados por muitos monossacarídeos, alguns apresentando nitrogênio ou enxofre em sua fórmula. São insolúveis em água e participam como componentes estruturais da célula/armazenadores de energia.

LIPÍDIOS

São moléculas orgânicas formadas a partir da associação entre ácidos graxos e álcool, tais como óleos e gorduras. Os lipídios são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, como éter, álcool e clorofórmio, por exemplo. Atuam como pigmentos em plantas na forma de carotenoides, fornecendo vitamina A. Estão presentes principalmente como triglicerídeos no nosso organismo, lipídio que compõe a maior parte das gorduras de origem vegetal e animal.

Os triglicerídeos servem como forma de armazenamento de ácidos graxos (que participam de importantes processos metabólicos) e se acumulam no tecido adiposo do animal, servindo de reserva de energia e geração de calor. Os ácidos graxos podem ser classificados em três:

- ✓ **saturados:** representam a maior parte da gordura animal. Em excesso, podem ocasionar doenças como a aterosclerose (perda de elasticidade da parede dos vasos sanguíneos em função da deposição de placas de gorduras);

- ✓ **insaturados:** são os óleos de plantas e peixes. Quando hidrogenadas, podem dar origem às margarinas (gorduras trans, utilizadas em alimentos industrializados para aumentar o prazo de validade e melhorar a consistência). O consumo exagerado de gordura hidrogenada pode ser tão nocivo quanto o das gorduras saturadas, pois aumenta a taxa de colesterol do organismo;
- ✓ **poliinsaturados:** também chamados de essenciais, são aqueles não sintetizados pelo organismo. Por exemplo: ômega 6, encontrado em óleos de peixe e em grãos como a linhaça e a chia.

Os ácidos graxos desempenham papéis importantes nos sistemas biológicos, pois estão associados à formação das membranas das células. A principal estrutura das membranas é o **fosfolipídio**, que dão origem à parte hidrofóbica das mesmas, juntando-se com uma molécula de fosfato que forma a parte hidrofílica.

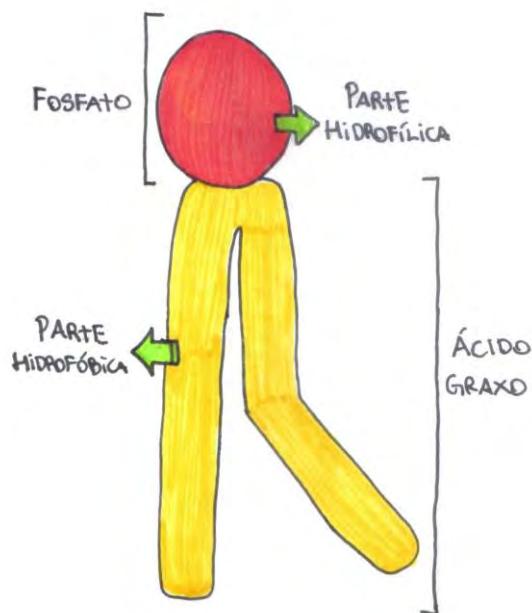


FIGURA 3. MOLÉCULA DE FOSFOLIPÍDIO COM A SUA PARTE HIDROFÍLICA COMPOSTA PELO FOSFATO E SUA PARTE HIDROFÓBICA COMPOSTA PELOS ÁCIDOS GRAXOS.

Outro fator importante dos ácidos graxos é que formam os **esteroides**. Um dos mais abundantes em nosso organismo é o colesterol, que é sintetizado pelo fígado e participa da composição das nossas membranas celulares, da formação da testosterona, do estrógeno, dos sais biliares e da vitamina D. Em excesso pode ser nocivo à saúde humana, causando o entupimento em artérias do coração. Vale ressaltar que esse colesterol não circula sozinho no sangue para os tecidos, ele se liga a uma proteína e, dessa forma, é transportado. Há dois tipos principais de combinações:

- ✓ **LDL:** é o “mau colesterol”. São lipoproteínas de baixa densidade que depositam o colesterol na parede dos vasos sanguíneos quando esse esteroide está em excesso, causando a aterosclerose. Ácidos graxos insaturados contribuem reduzindo LDL e prevenindo doenças circulatórias;
- ✓ **HDL:** é o “bom colesterol”. Remove o excesso de colesterol do sangue, transportando-o para o fígado, onde é degradado e excretado sob a forma de sais biliares.

Existem, ainda, os esteroides anabolizantes, que promovem o crescimento e a divisão de células, resultando no desenvolvimento dos tecidos através da reposição de testosterona, o que gera problemas como hipertrofia dos músculos, acne, elevação da pressão arterial, elevação dos níveis de LDL, redução de HDL, crescimento de pelos na face de mulheres e problemas no ciclo menstrual.

PROTEÍNAS

As proteínas são macromoléculas formadas pela união de moléculas menores, os aminoácidos. Elas participam da composição de muitas estruturas, fazem parte da construção de nossos tecidos e/ou geram energia. Formam as enzimas, responsáveis por aumentar a velocidade das reações químicas; os anticorpos, que atuam na defesa do nosso organismo; e os hormônios, como a insulina e o glucagon, que regulam nosso metabolismo.

AMINOÁCIDOS

Também chamados de monopeptídeos, são as moléculas que formam as proteínas. Existem vinte tipos de aminoácidos que podem participar da formação de proteínas, mas todos apresentam um padrão básico, diferenciando-se uns dos outros apenas pela cadeia lateral (radical).

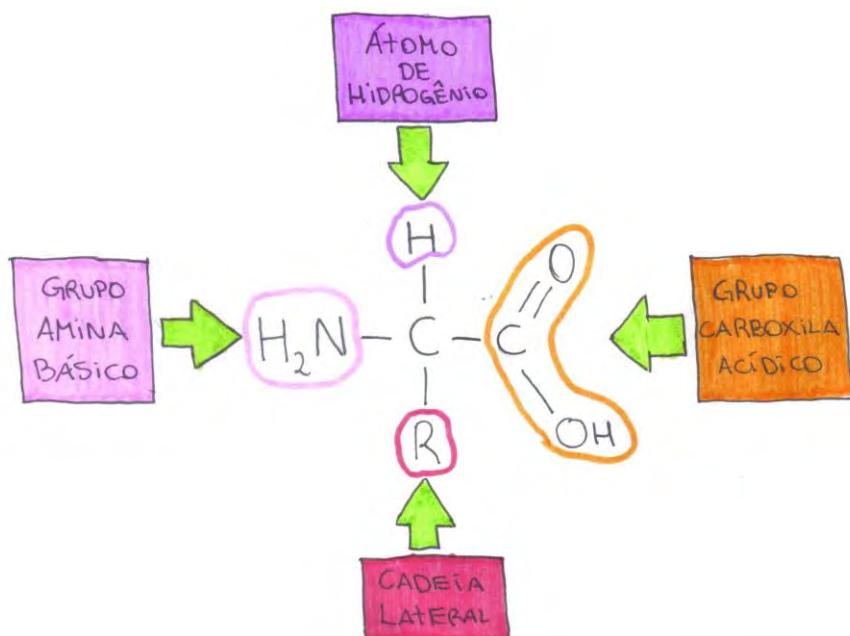


FIGURA 4. REPRESENTAÇÃO DE UM AMINOÁCIDO.

As células vegetais produzem os 20 tipos de aminoácidos existentes, mas os animais não. Por isso, os animais devem obter alguns aminoácidos por meio da alimentação.

Esses aminoácidos são chamados de **essenciais**. O motivo da importância da alimentação variada está no fato de que poucos alimentos contêm todos os aminoácidos essenciais. No Brasil, o hábito de comer arroz com feijão propicia a ingestão de todos os aminoácidos essenciais para o organismo.

Os aminoácidos são unidos por meio da **ligação peptídica**, caracterizada pela ligação do grupamento amino de um aminoácido com o grupamento carboxila de outro, havendo liberação de uma molécula de água.

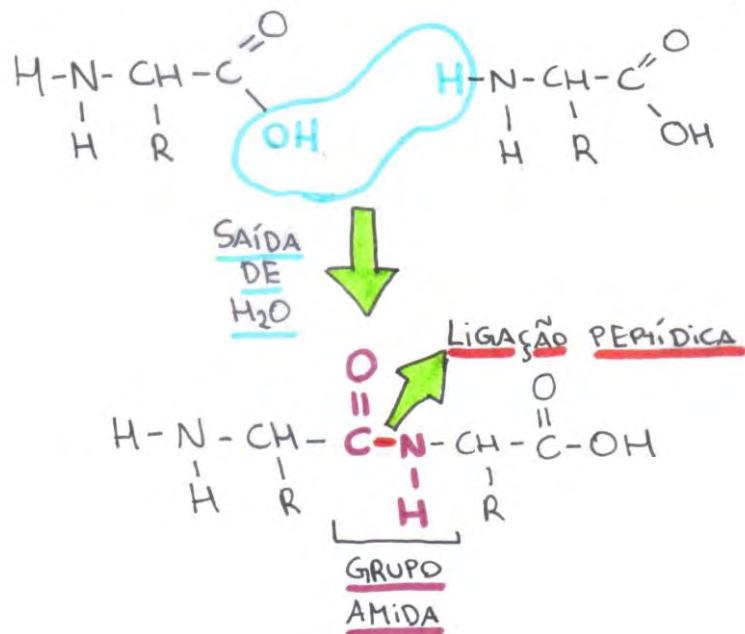


FIGURA 5. REPRESENTAÇÃO DA LIGAÇÃO PEPTÍDICA NOS AMINOÁCIDOS.

A síntese dos peptídeos é realizada por desidratação e a formação dos aminoácidos ocorre pela quebra das ligações peptídicas, através da hidrólise. A união de vários aminoácidos é chamada de polipeptídeos.

NUTRIÇÃO PROTEICA

A maior parte das proteínas ingeridas serve como fonte de aminoácidos para a síntese de outras proteínas no nosso corpo. Apenas uma pequena fração dos aminoácidos destas proteínas pode ser usada na respiração celular como fonte de energia. Assim, precisamos ter uma dieta adequada de proteínas para que sejam fornecidos os aminoácidos, principalmente os essenciais, necessários à síntese das diversas proteínas.

Esses aminoácidos estão presentes tanto em produtos de origem animal quanto vegetal. As proteínas de origem animal têm quantidades apropriadas de todos os aminoácidos essenciais, já a maior parte das proteínas de origem vegetal apresenta algum aminoácido essencial cuja

quantidade é limitada. No entanto, a simples combinação de dois ou mais alimentos de origem vegetal que tenham aminoácidos essenciais complementares soluciona esse problema. Portanto, as proteínas vegetais têm a mesma qualidade das proteínas de origem animal, desde que se leve em consideração que as refeições devem ser planejadas e diversificadas.

Estudos recomendam a ingestão de doses mínimas diárias de 0,8 gramas de proteína por quilograma de massa corpórea, o que corresponde a 56 gramas por dia para uma mulher de 70kg. A necessidade proteica de uma criança é muito maior, chegando a 2 gramas por quilograma de massa. Recomenda-se uma ingestão adicional de 20 a 30 gramas de proteínas na gravidez e durante a amamentação para suprir, respectivamente, as necessidades do feto e da formação do leite.

A falta de uma alimentação adequada pode levar à desnutrição, pela falta de nutrientes essenciais. Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a desnutrição contribui com mais de um terço das mortes de crianças no mundo, apesar de raramente ser listada como a principal causa. Falta de acesso a alimentos com alto valor nutritivo é uma causa comum de desnutrição. Hábitos alimentares pobres, tais como amamentação inadequada, ingestão de alimentos pouco nutritivos e a falta de instrução sobre o valor nutricional dos alimentos contribuem para a desnutrição.

ESTRUTURA DA PROTEÍNA

A estrutura das proteínas é a forma como os aminoácidos se organizam para formá-la. Cada tipo de proteína possui os mesmos aminoácidos, ordenados linearmente segundo uma mesma sequência, esta é a estrutura **primária** de um polipeptídio, determinada pelo conteúdo genético de cada espécie. As estruturas **secundárias** e **terciárias** correspondem aos dobramentos e enrolamentos que a proteína sofre (forma tridimensional). Estruturas **quaternárias** correspondem à união de duas ou mais cadeias para a formação de uma proteína funcional.

A forma de uma proteína está intimamente ligada à função que ela desempenha. Alterações na forma das proteínas podem resultar na sua inativação (**desnaturação**), que podem ocorrer por aumento de temperatura, como quando fritamos um ovo, por exemplo. A proteína da

clara é transparente e com textura de gelatina a uma determinada temperatura; por isso, desempenha uma função: a de proteger o embrião que está por vir. Ao cozinharmos o ovo, o calor faz com que essa proteína se desnature, perdendo a sua função anterior.

ENZIMAS

As enzimas são catalizadoras de reações químicas. Se deixarmos os reagentes de uma reação química em contato, eles podem não interagir, pois as reações biológicas são pouco espontâneas e muito lentas. As enzimas aceleram esse processo, pois, ao aumentarem a velocidade de reação sem elevar a temperatura, diminuem a **energia de ativação** necessária para a ocorrência da reação. As moléculas se movimentam mais rapidamente e aumentam a probabilidade de se encontrarem (aumento na velocidade da reação). A velocidade de reação deve ser adequada e sem aumento significativo de temperatura para que proteínas não sejam desnaturadas.

Enzimas são extremamente específicas, ou seja, atuam sempre sobre um composto determinado e participam sempre do mesmo tipo de reação. **Substrato** é o nome dado ao composto que sofre ação enzimática. A grande especificidade da enzima está ligada à sua forma e à forma do substrato: elas se encaixam perfeitamente, como chave e fechadura.

Existem dois fatores que influenciam a atividade enzimática. São eles:

- ✓ **temperatura:** há uma temperatura considerada ótima para cada enzima, ou seja, uma temperatura em que a velocidade da reação é a máxima. A partir do ponto ótimo, as enzimas podem ser desnaturadas;
- ✓ **pH:** cada enzima tem seu máximo de atividade em determinado pH (ácido, básico ou neutro). Qualquer alteração no pH pode provocar desnaturação a consequente inativação da enzima.



FIGURA 6. GRÁFICO MOSTRANDO REAÇÃO SEM CATALISADOR X REAÇÃO COM CATALISADOR.

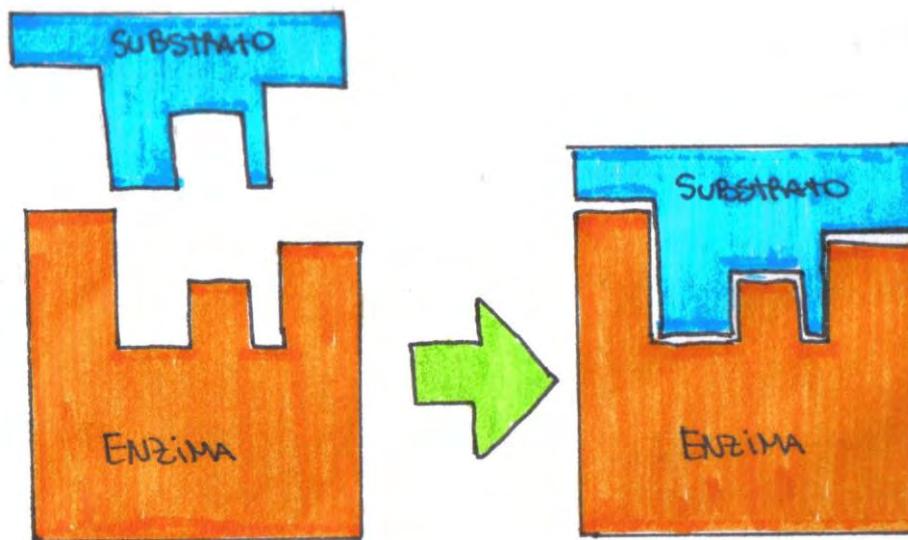


FIGURA 7. DEMONSTRAÇÃO DA TEORIA CHAVE-FECHADURA: UMA ENZIMA SE ENCAIXA PERFEITAMENTE COM SEU SUBSTRATO, E SOMENTE COM ELE.

ÁCIDOS NUCLEICOS

Os ácidos nucleicos são moléculas gigantes (macromoléculas), formadas por unidades menores conhecidas como nucleotídeos. Cada nucleotídeo, por sua vez, é formado por um açúcar do grupo das pentoses, um radical fosfato e uma base nitrogenada. O açúcar que compõe esse nucleotídeo determina o tipo de ácido nucleico. O DNA é composto pela desoxirribose e o RNA pela ribose. O DNA, ácido desoxirribonucléico, é o principal constituinte dos cromossomos; sua molécula é composta por genes, responsáveis pelas características de cada organismo. O RNA, ácido ribonucléico, participa principalmente do processo de produção de proteínas.

As bases nitrogenadas são divididas em dois tipos: púricas (adenina e guanina) e piramídicas (timina, citosina e uracila).

	DNA	RNA
BASES PÚRICAS	ADENINA(A)	ADENINA(A)
	GUANINA(G)	GUANINA(G)
BASES PIRAMÍDICAS	CITOSINA(C)	CITOSINA(C)
	TIMINA(T)	URACILA(U)
AÇÚCAR (PENTOSES)	DESOXIRIBOSE	RIBOSE

FIGURA 8. TABELA SALIENTANDO AS DIFERENÇAS ENTRE O DNA E O RNA.

O DNA é uma fita dupla de nucleotídeo e sua estrutura em espiral ocorre devido às pontes de hidrogênio que unem as bases nitrogenadas, formando como se fosse uma escada, em que as bases são os degraus e o corrimão é formado pelo complexo açúcar-fosfato.

A molécula de RNA é uma fita simples e não apresenta o nucleotídeo timina, mas sim a uracila (U) como base nitrogenada.

Importante! A (adenina) sempre se liga à T (timina) e U (uracila). C (citosina) sempre se liga à G (guanina)

meSalva!