

descomplica

# HORA DO *TREINO DE* BIOLOGIA



EXERCITAR  
**DÁ** JOGO  
NO ENEM

# TREINAR OS TOP CONTEÚDOS DÁ JOGO NO ENEM

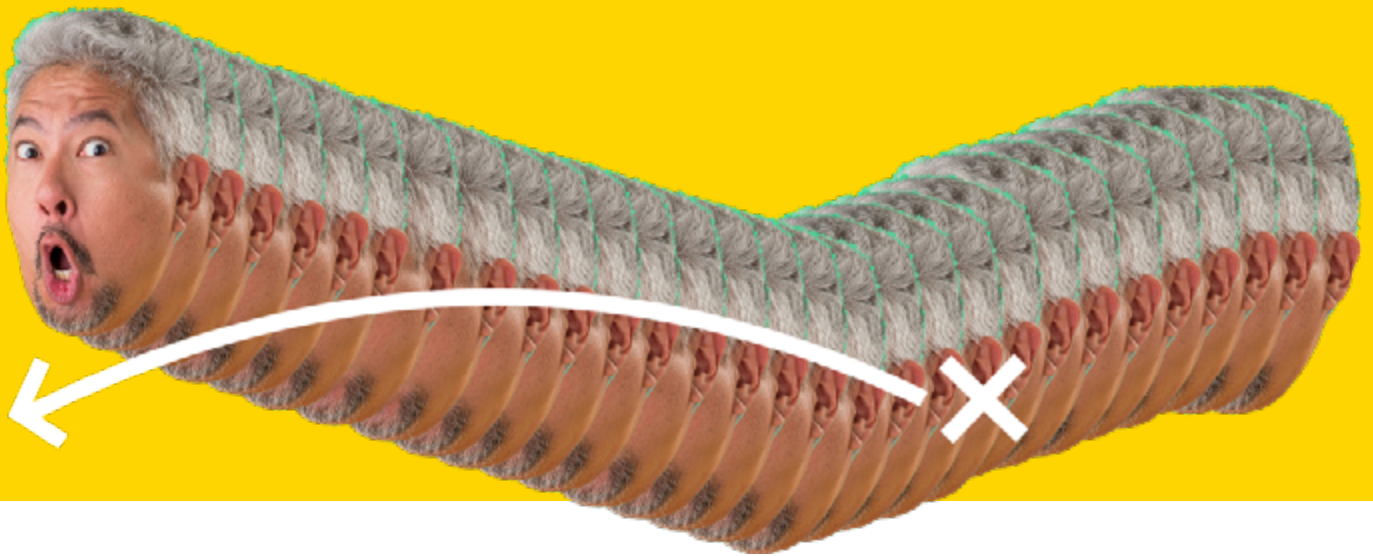
Nosso time de craques analisou mais de 900 questões do Enem e descobriu quais são os assuntos que mais caíram nos últimos cinco anos de prova. E para te ajudar a focar neles, montamos esse material com as questões mais quentes de cada disciplina e gabarito comentado.

Agora é hora de calçar a chuteira e começar a aquecer porque o jogo tá chegando, viu?

**Bom treino!**



# BIOLOGIA



## 1. Ecologia

Caiu 4 vezes no Enem 2017, 2 vezes no Enem 2018, 4 vezes no Enem 2019, 6 vezes no Enem 2020 e 4 vezes no Enem 2021. Ecologia é um campo de estudo muito amplo dentro da Biologia. Podemos dizer que ela estuda dois principais ramos: A ecobiose, que estuda a relação dos seres vivos (bióticos) com o meio ambiente (abiótico), analisando as interações em um ecossistema; A alelobiose, que estuda a relação dos seres vivos entre si (que são as relações ecológicas). As relações de alelobiose podem ocorrer entre organismos da mesma espécie (intraespecífica) ou de espécies diferentes (interespecífica).

O conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que vivem e ocupam uma mesma área é chamado de **população**, enquanto o conjunto de populações de diferentes espécies é chamado de **comunidade**.

O local onde a espécie vive é chamado de **habitat**, e a “função” da espécie no ambiente e na ecologia, é chamado de **nicho ecológico**. Como exemplos de nichos, podemos citar as atividades de uma espécie, como ela se relaciona com outros indivíduos e com o ambiente (por exemplo, comportamento alimentar, reprodutivo, etc).



A ilustração mostra os níveis de organização estudados pela ecologia.

Fonte: Rebeca Khouri/Descomplica.

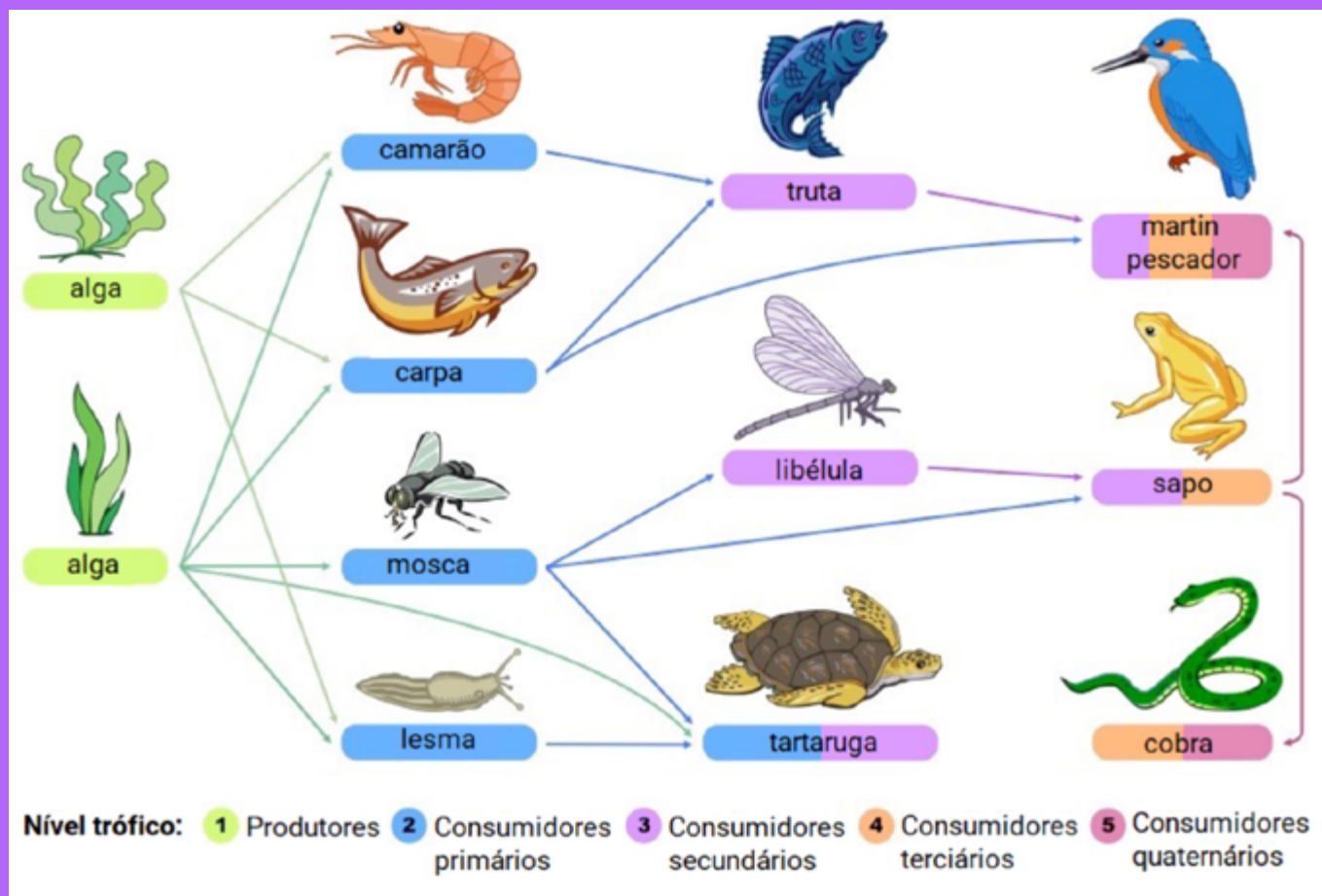
## Relações alimentares

As relações alimentares entre os seres vivos são chamadas de relações tróficas. Ao analisar as relações alimentares, também estamos vendo o **nível trófico** de cada indivíduo.

O nível trófico é o tipo de nutrição e hábito alimentar que um organismo, ou grupo de organismos, tem nas relações alimentares.

Todos os organismos que realizam fotossíntese, por exemplo, ocupam o primeiro nível trófico (os produtores), organismos herbívoros (que comem plantas) ocupam o segundo nível trófico, e assim por diante. Os decompositores transformam a matéria orgânica em matéria inorgânica, fazendo com que os nutrientes sejam disponibilizados novamente no ambiente e retornem à cadeia alimentar. São representados por fungos e bactérias, e não possuem um nível trófico fixo, visto que eles podem decompor qualquer componente da cadeia alimentar – por conta disso, decompositores sempre ocuparão um nível trófico acima do organismo que eles estão decompondo.

As relações alimentares podem ser representadas em esquemas que indicam a transferência de matéria e energia entre os organismos. Nessas representações, as setas indicam o sentido do fluxo de matéria orgânica e de energia, que é do sentido do ser vivo que foi consumido para o que consumiu. Na cadeia alimentar temos uma representação linear destas relações, enquanto as teias alimentares são formadas por um conjunto de cadeias alimentares. Neste caso, um organismo pode ser alimento para mais de um outro ser vivo, e podemos encontrar organismos onívoros, que podem se alimentar tanto de produtores quanto de outros consumidores.



Esquema de uma teia alimentar, onde um mesmo organismo pode servir de alimento para mais de um consumidor, e um mesmo consumidor pode ocupar mais de um nível trófico. Fonte: Bioninja. Disponível em: <https://ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-4-ecology/42-energy-flow/food-webs.html>. Acessado em 04/09/2021. Tradução livre por Rebeca Khouri.

## Impactos ambientais e Desequilíbrios ecológicos

Os desequilíbrios ecológicos ocorrem quando o bom funcionamento de um ecossistema se quebra, podendo interferir tanto nos fatores bióticos quanto abióticos. Os desequilíbrios mais graves são aqueles que ocorrem por conta da ação antrópica.

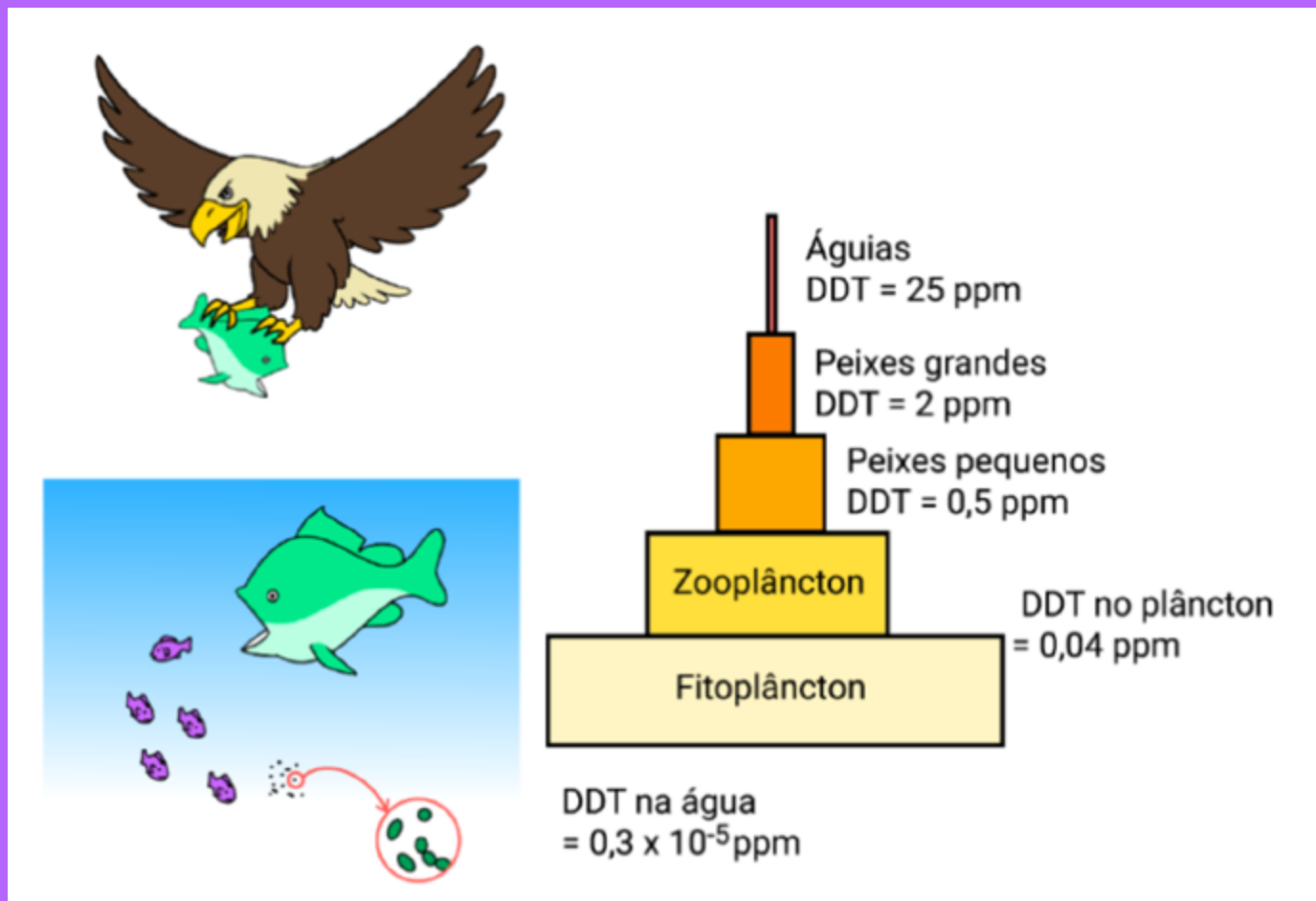


- **Agravamento do Efeito estufa:** com a emissão de gases estufas, como o gás carbônico e o metano, a camada de gases estufa aumenta e retém mais calor na superfície da Terra. Normalmente está relacionado a um desequilíbrio no ciclo biogeoquímico do Carbono. O aquecimento global traz consequências como: aumento do nível do mar e alteração de seu pH (por conta do derretimento das calotas polares), fenômenos climáticos severos (chuvas e secas intensas) e alteração da fisiologia de diversos animais

- **Buraco na camada de ozônio:** a camada de ozônio ( $O_3$ ) protege a superfície da Terra da incidência direta de raios ultravioletas (UV), prejudicial a animais e plantas. Com a liberação de certos gases, como o CFC (clorofluorcarbono), a camada se desfaz e a incidência dos raios UV pode aumentar o risco de mutações e câncer.

- **Chuva ácida:** mais comum em países com elevado nível de industrialização. Consiste na precipitação com elevada acidez, quando há o aumento de ácidos na atmosfera, como o  $NO_x$ ,  $SO_x$ ,  $HNO_3$  e  $H_2SO_4$ . A água da chuva se acidifica, podendo danificar prédios e monumentos, além de poluir corpos de água e o solo.

- **Magnificação trófica:** Quando há um acúmulo de substâncias não biodegradáveis ao longo de uma cadeia ou teia alimentar, há a magnificação trófica, também chamada de biomagnificação. O último nível trófico é o que é mais afetado, acumulando uma maior quantidade destes componentes em seu organismo.



Esquema de uma cadeia alimentar, mostrando também uma pirâmide ecológica de número e a quantidade em parte por milhão (ppm) em cada nível trófico.

Fonte: Rebeca Khouri/Descomplica.

- **Branqueamento de corais:** ocorre por conta do aumento da temperatura dos oceanos, que afeta significativamente os recifes de corais. A elevação da temperatura expulsa as zooxantelas (algas mutualísticas de corais) do tecido dos corais, fazendo com que os corais percam sua coloração e deixem de receber nutrientes destes organismos, levando-os a morte. Todos os organismos que residem no recife são prejudicados, ocasionando no decréscimo da biodiversidade.



- **Eutrofização artificial:** ocorre quando há liberação de compostos orgânicos em corpos de água (por exemplo, esgoto). Por conta disso, ocorre uma proliferação de organismos decompositores, seguido pela diminuição do oxigênio da água, causando a morte de organismos aeróbicos. Também pode acontecer com fertilizantes agrícolas em excesso no ambiente aquático (principalmente do tipo NKP – nitrogênio, potássio e fósforo).

- **Descarte irregular de lixo:** a presença de lixões, principalmente os irregulares, pode trazer problemas como a liberação de metano (um gás estufa), pela decomposição, contaminação de lençóis freáticos, por conta da lixiviação do chorume (líquido produzido durante a decomposição da matéria orgânica) e também há risco de atrair pragas (como ratos, mosquitos e baratas) para o local, que podem contribuir para a disseminação de doenças transmitidas por estes vetores.

Para ajudar no estudo da Ecologia, separamos três mapas mentais para vocês:

**Conceitos em ecologia e Cadeias alimentares**

**Relações Ecológicas**

**Desequilíbrios Ecológicos!**

Basta clicar nos nomes para abrir os links.

## 2. Seres vivos

Caiu 2 vezes no Enem 2017, 3 vezes no Enem 2018, 4 vezes no Enem 2019, 3 vezes no Enem 2020 e 3 vezes no Enem 2021. Os seres vivos são os principais protagonistas da biologia: são os organismos que compõem a biodiversidade da Terra. Todos os seres vivos apresentam célula, metabolismo, capacidade de reagir a estímulos, se reproduzir e de sofrer efeitos da evolução. São classificados em cinco reinos, de acordo com seu tipo celular e metabolismo.

### Reino Monera

O reino monera engloba bactérias (heterotróficas) e cianobactérias (autotróficas fotossintetizantes). São seres unicelulares e procariontes (sem núcleo delimitado). Também apresentam plasmídeos em seu citoplasma, que são estruturas de DNA circular que podem carregar genes de virulência (o que deixa a bactéria mais perigosa nas infecções) e genes de resistência (ficam “imunes” aos antibióticos). A importância do plasmídeo é que ele pode ser replicado e passado a outras bactérias de maneira independente à reprodução com divisão celular. Isso pode gerar um impacto em relação à ação de medicamentos antibactericidas, gerando as chamadas “superbactérias”.

São importantes por fazerem a decomposição, juntamente com os fungos, e participam de etapas do ciclo do nitrogênio. Em relação à saúde, as doenças causadas por bactérias são chamadas de **bacterioses**.

Estas são as únicas doenças que podem ser tratadas com antibióticos. Os antibióticos são medicamentos que podem ser de origem natural ou sintética e têm como objetivo exclusivo combater doenças causadas por bactérias. Eles atuam inibindo o crescimento e reprodução das bactérias ou levando-as à morte.

## Reino Protista

O Reino Protista é um grupo polifilético, com várias origens evolutivas, e engloba os protozoários e as algas (unicelulares e pluricelulares). São um grupo formado por células eucariontes e possuem características gerais bastante diversas. Os protozoários são organismos heterotróficos unicelulares, e podem causar doenças conhecidas como protozooses. São exemplos a Doença de Chagas, a Malária, a Amebíase, a Giardíase e a Tricomoníase.

Já as algas são organismos autotróficos e podem ser uni ou pluricelulares. A proliferação excessiva de algas vermelhas causa o impacto ambiental da maré vermelha, diminuindo a penetração de luz no ambiente aquático e podendo liberar toxinas que afetam a biota aquática.

## Reino Fungi

O Reino Fungi possui organismos com células eucariontes com parede celular de quitina, são decompositores heterotróficos por absorção, sendo o glicogênio a substância de reserva. Podem ser tanto unicelulares, como as leveduras, ou pluricelulares, como os cogumelos, e estes sem formarem tecidos verdadeiros.

Os fungos possuem filamentos de células conhecidas como hifas e seu conjunto é conhecido como micélio. São importantes ecologicamente em associações mutualísticas formando os líquens e as micorrizas.

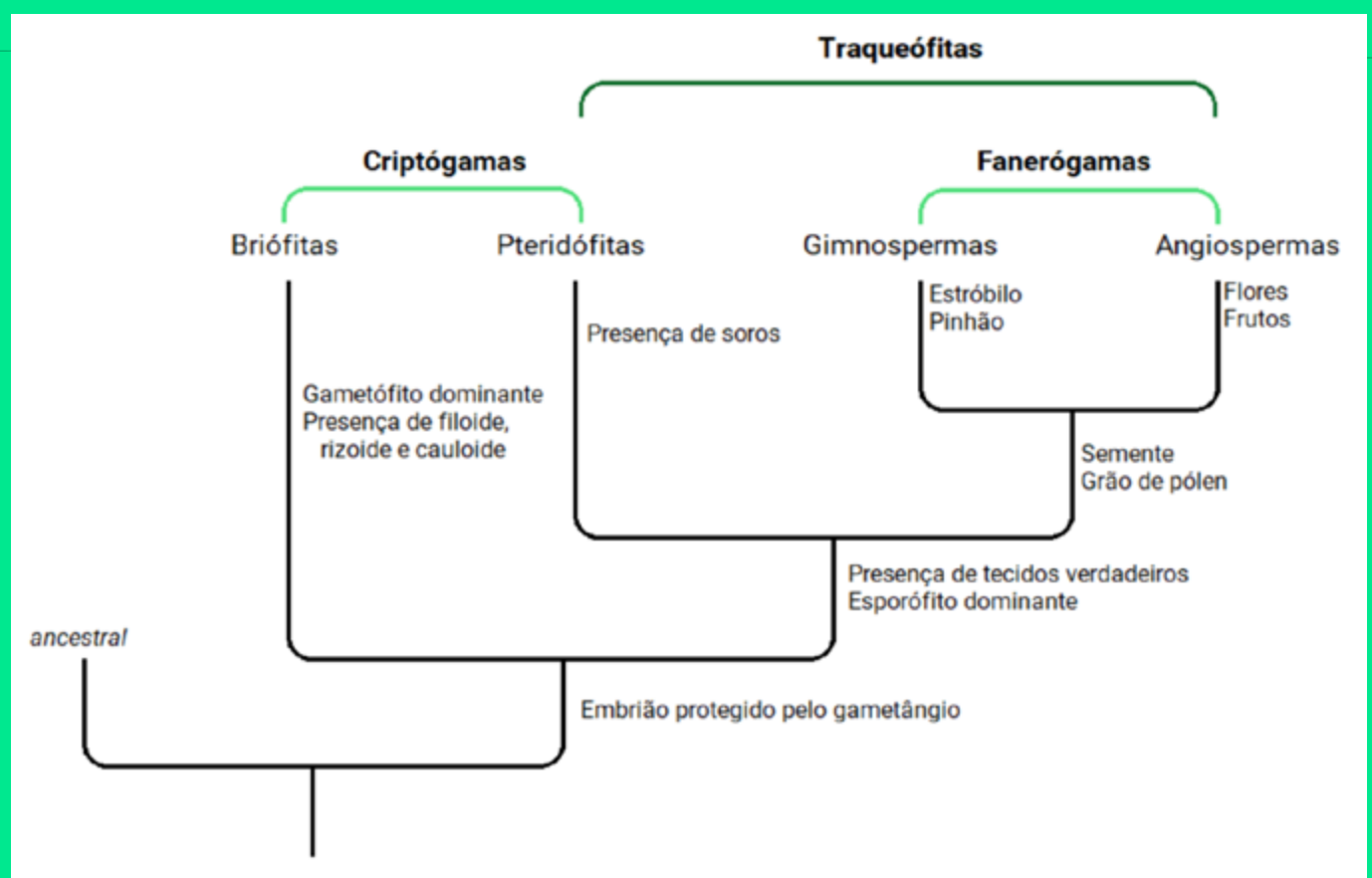
Os líquens são associações que ocorrem entre algas e fungos. As algas, que realizam a fotossíntese, fornecem compostos orgânicos para os fungos. Já os fungos propiciam um ambiente úmido para as algas, que dependem diretamente da água para realizar suas atividades vitais. Já as micorrizas são associações que ocorrem entre fungos e as raízes de algumas plantas. Os fungos disponibilizam nutrientes para os vegetais e as plantas fornecem açúcares e aminoácidos aos fungos.

## Reino Plantae

As plantas, ou Reino Vegetal, são organismos eucariontes com parede celular de celulose, e autotróficos fotossintetizantes (apresentam cloroplastos). Estes organismos são a base da cadeia alimentar principalmente em ambientes terrestres, e são importantes na caracterização dos biomas. Todas as plantas apresentam um ciclo reprodutivo haplodiplobionte, que apresenta a alternância de gerações, ou seja, o indivíduo gerado após a fecundação até a formação de gametas, se passa por uma etapa diploide ( $2n$ ) e uma haploide ( $n$ ), as fases esporofítica e gametofítica, respectivamente.

As plantas são tradicionalmente divididas em dois grupos:

- **Criptógamas:** são as plantas com “gameta escondido” ou “estrutura reprodutiva escondida”, ou seja, são plantas que não possuem sementes. Os grupos que estão incluídos nesta classificação são as Briófitas (ex.: musgos) e as Pteridófitas (ex.: samambaias).
- **Fanerógamas:** são as Gimnospermas e Angiospermas, que apresentam sementes e não dependem diretamente da água para reprodução.



Cladograma mostrando os quatro grupos de plantas, as principais características de cada ramo e suas classificações artificiais: Criptógamas, Phanerógamas e Traqueófitas. As traqueófitas são as plantas que possuem vasos condutores de seiva, um indicativo de que possuem tecidos verdadeiros.

## Reino Animal

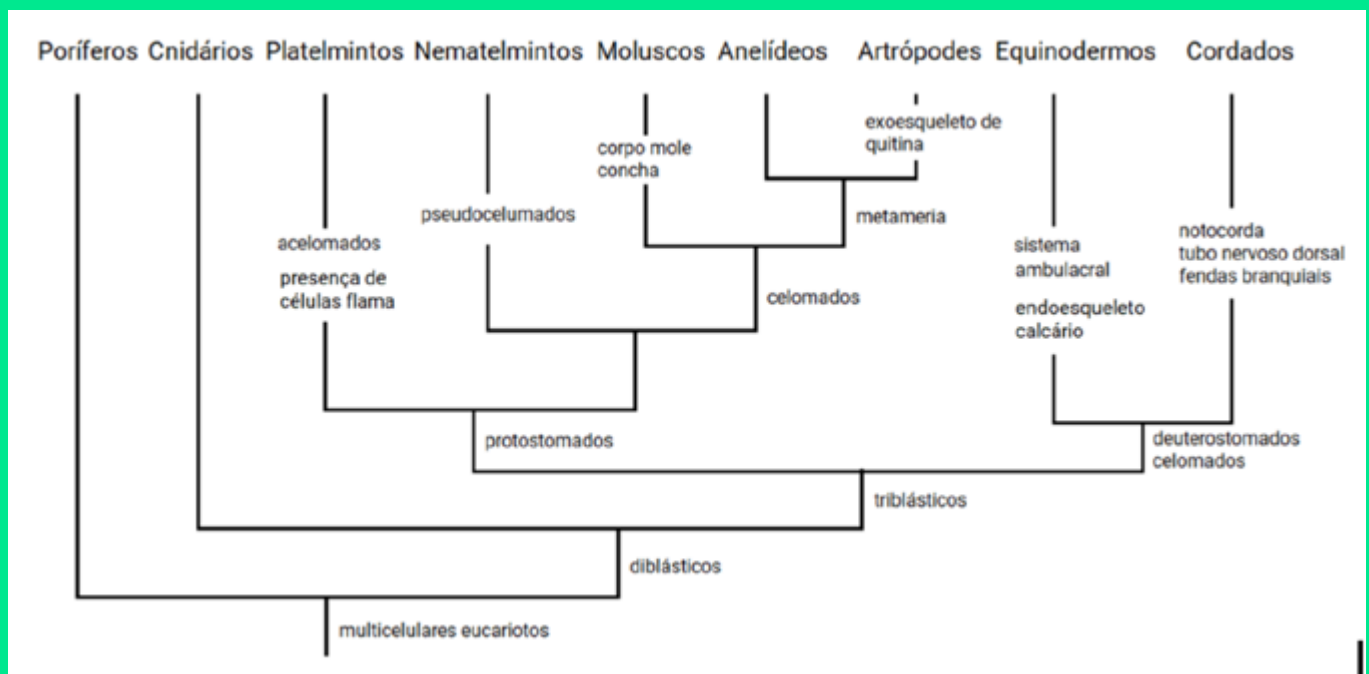
Também chamado de reino Animalia, é composto por seres multicelulares, eucariontes e heterotróficos. O reino animal é dividido em dois grupos principais: os vertebrados, que são os seres vivos que possuem vértebras, coluna dorsal e crânio, e os invertebrados, aqueles que não possuem vértebras.

Os grupos animais são:

- **Poríferos:** São animais que apresentam desenvolvimento embrionário apenas até a etapa de blástula. A maioria vive em ambiente marinho, e todos são exclusivamente aquáticos. As esponjas fazem parte deste grupo.
- **Cnidários:** Os cnidários são o grupo das águas-vivas, anêmonas e também dos corais, sendo animais pluricelulares, eucariontes, heterótrofos, com simetria radial e exclusivamente aquáticos, com a maior parte das espécies vivendo em ambiente marinho.
- **Platelmintos:** São conhecidos como vermes achatados, por conta do seu corpo comprido e por serem acelomados. Não apresentam sistema circulatório nem respiratório e o sistema digestório é incompleto. As planárias e as tênias são exemplos de animais deste grupo.
- **Nematelmintos:** São chamados de vermes cilíndricos, pois possuem o corpo em um formato arredondado. O sistema digestório é completo e diversos parasitas fazem parte deste grupo, como o *Ascaris lumbricoides* (*ascaridíase*), o *Ancylostoma sp.* (*amarelão e bicho geográfico*) e *Wuchereria bancrofti* (*filariose*).



As verminoses (doenças causadas por platelmintos e nematelmintos) são de grande importância na saúde: grande parte das doenças causadas por vermes está relacionada com problemas de saneamento básico, em ambientes e alimentos contaminados. O saneamento básico é um conjunto de serviços e melhorias sociais e econômicas para que a sociedade tenha uma boa qualidade de vida, como, por exemplo, esgoto encanado e tratado, abastecimento de água potável e manejo de resíduos sólidos (como o lixo).



Filogenia de dos grupos animais, simplificado e de acordo com a classificação tradicional.

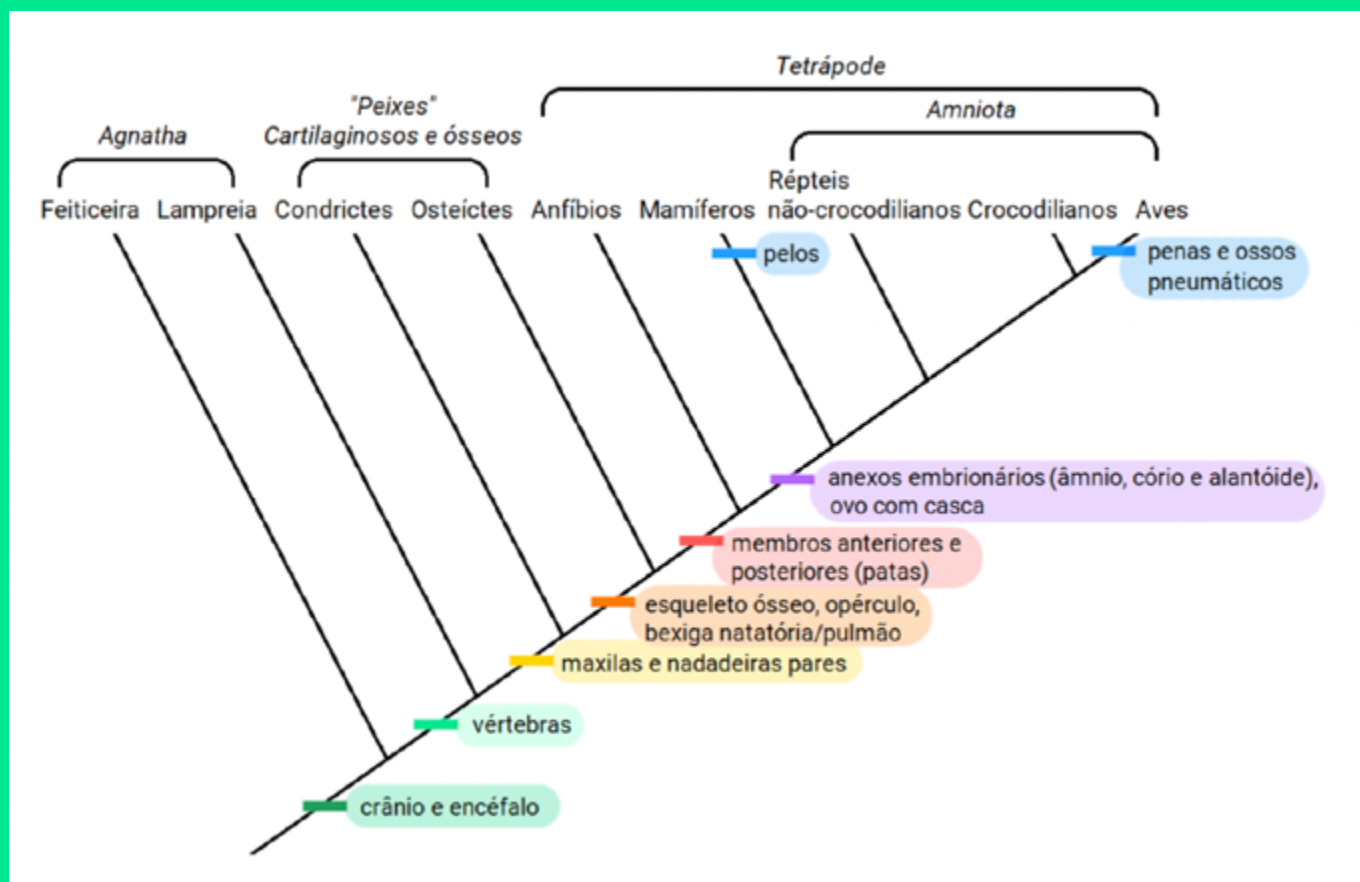
- **Moluscos:** Apresentam o corpo dividido em cabeça, pés e massa visceral. A maioria dos indivíduos apresenta também uma concha de calcário, que pode ser externa ou interna e ajuda na identificação dos grupos. Os caramujos, lesmas, mexilhão, polvos e as lulas são exemplos de moluscos.

- **Anelídeos:** Os anelídeos são animais invertebrados com corpo cilíndrico e segmentado. Fazem parte deste grupo as minhocas, sanguessugas e os poliquetas.

- **Artrópodes:** A principal característica desse grupo é a presença de apêndices articulados e de um exoesqueleto de quitina. Por conta do exoesqueleto rígido, os artrópodes têm seu crescimento limitado e devem realizar as mudas, também chamadas de ecdises, para crescer. Isso faz com que o crescimento dos artrópodes seja “em saltos”. Fazem parte deste grupo os Insetos, Miriápodes, Aracnídeos e os Crustáceos.

- **Equinodermos:** Os equinodermos são animais exclusivamente marinhos e com hábitos bentônicos (vivem associados a um substrato). Eles também apresentam um endoesqueleto de calcário, importante para a sustentação do corpo. Fazem parte deste grupo as estrela-do-mar e os ouriços-do-mar.

- **Cordados:** Estes apresentam crânio protegendo o cérebro e o desenvolvimento de vértebras (e coluna vertebral) em substituição à notocorda. São os agnatos, peixes (cartilaginosos, como os Condrictes, e ósseos, como os Osteíctes), anfíbios, mamíferos, répteis e aves. As principais características dos animais vertebrados estão descritas no cladograma a seguir.



Filogenia de vertebrados, com as principais características evolutivas.

Quer entender melhor como é feita a classificação taxonômica dos seres vivos?

**Assista aqui este vídeo com um mapa mental!**

## Vírus

Os vírus são organismos com características de seres vivos e de matéria bruta, e por terem uma classificação incerta não possuem nenhum Reino. Os vírus são seres acelulares (isto é, sem células), microscópicos, compostos por uma cápsula proteica (capsídeo viral) envolvendo um material genético, que pode ser DNA ou RNA. Vírus são seres obrigatoriamente parasitas intracelulares, ou seja, eles não apresentam metabolismo ou reprodução fora de uma célula hospedeira. As viroses são doenças causadas por vírus e podem ser

transmitidas diretamente ou com a presença de um vetor. Um tipo de doença viral que merece atenção são as arboviroses. As arboviroses são doenças causadas por vírus e são transmitidas por artrópodes hematófagos. Um exemplo de vetor dessas doenças é o mosquito *Aedes aegypti* – a fêmea, que é hematófaga, pica as pessoas e pode transmitir a doença caso já tenha em seu organismo o sangue contaminado, adquirido ao picar outra pessoa anteriormente. Como medida profilática para as arboviroses, além da vacinação, também devemos evitar o contato e o aumento da população de vetores. Medidas profiláticas estão relacionadas com a forma de transmissão da doença: doenças transmitidas pelo ar e por meio de partículas de saliva (ex.: gripe, rubéola, Covid-19) podem ser prevenidas com o uso de máscaras, isolamento e evitando-se lugares fechados; doenças transmitidas por troca de fluidos corporais (ex. Hepatite, AIDS) podem ser prevenidas com uso de preservativos; doenças transmitidas por animais podem ser prevenidas evitando-se o encontro com esses animais e controlando a população deles (ex.: raiva – animais contaminados; dengue e zika – mosquitos vetores).

### 3. Citologia

Caiu 1 vez no Enem 2017, 3 vezes no Enem 2018, 3 vezes no Enem 2019, 1 vez no Enem 2020 e 2 vezes no Enem 2021. A citologia é a área da biologia que estuda as células e as estruturas presentes nelas. A célula é a menor unidade biológica dos seres vivos e pode apresentar diferentes formas e funções, dependendo do organismo ou tecido no qual a encontramos. Todas as células possuem membrana

celular, citoplasma e material genético (DNA e RNA). As principais diferenças nos tipos celulares se dão pela presença ou ausência de núcleo ou organelas no citoplasma. Os principais tipos de células são:

- **Células Procariontes:** são células simples, com membrana celular, citoplasma e material genético. Apresenta parede celular e ribossomos no citoplasma. Não possuem organelas membranosas.

- **Células Eucariontes:** São células mais complexas e compartimentadas, presentes nos animais, vegetais, fungos e protoctistas (protozoários e algas). Além de membrana celular, possuem material genético contido em um núcleo (que é revestido pela carioteca), ribossomos 80s e organelas membranosas. Os diferentes grupos eucariontes podem apresentar diferenças nas suas células:

- Eucarionte animal: Presente em animais e alguns protozoários. Apresentam lisossomos e centríolos, porém não possui parede celular. Apresentam glicogênio como reserva energética.

- Eucarionte vegetal: Presente em plantas e em algumas algas. Possuem parede celular de celulose, apresentam cloroplastos e vacúolos, porém não tem lisossomos nem centríolos. Apresentam amido como reserva energética.

- Eucarionte em fungos: Possuem parede celular de quitina, porém não tem lisossomos nem centríolos. Apresentam glicogênio como reserva energética.

## Membrana celular

A membrana celular, também chamada membrana plasmática, delimita a superfície celular, e ela é responsável por delimitar o tamanho e formato da célula. Esta membrana é formada por uma camada dupla de fosfolipídios, e pode ter inseridos nessas camadas proteínas, lipídios (como o colesterol) e glicoproteínas (como o glicocálix).

A membrana é uma estrutura dinâmica e em constante movimento: todas estas estruturas da membrana podem movimentar-se paralelamente ao plano da membrana, sem desconfigurar sua forma, o que faz com que a membrana possa ser chamada pelo que é conhecido como modelo mosaico-fluido.

A membrana plasmática também é semipermeável, ou seja, apresenta permeabilidade seletiva. Isso significa que ela permite a entrada e saída de apenas algumas substâncias, podendo haver gasto de energia (ATP) ou não. Quando há gasto de energia, o transporte é tido como ativo, enquanto transportes sem gasto de energia são tidos como passivos (osmose e difusão).

## Citoplasma

A região interna da célula é chamada de citoplasma, onde acontece grande parte das reações químicas dos organismos vivos. Ele apresenta em sua composição uma porção viscosa (citosol, ou hialoplasma), na qual ocorre a maioria das reações químicas necessárias para a manutenção



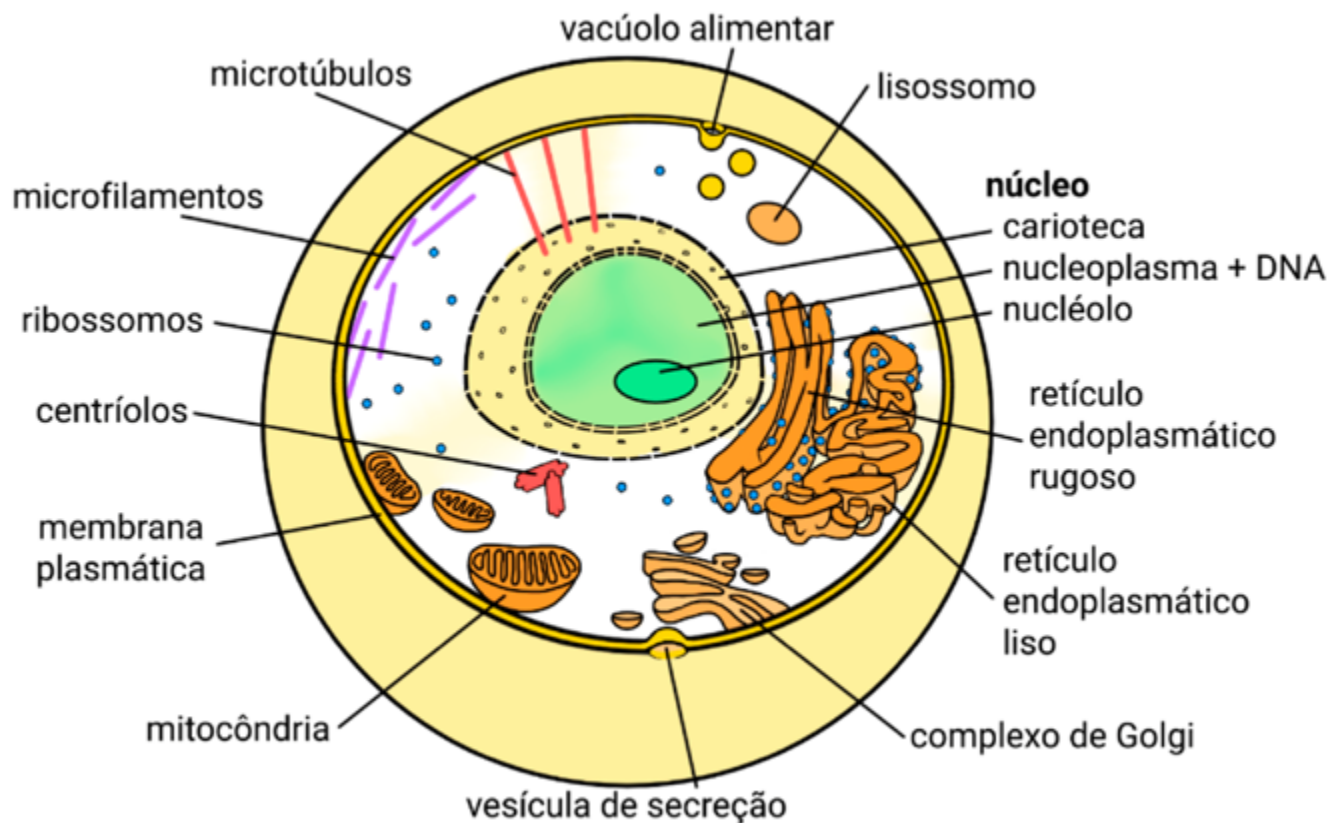
da vida. O fluido citoplasmático é composto principalmente por água, proteínas, sais minerais e açúcares.

O citoesqueleto é uma rede de proteínas responsável pela sustentação, locomoção e transmissão de sinais das células. É composto por microtúbulos (formados pela proteína tubulina), microfilamentos (formados pela proteína actina) e filamentos intermediários (formados por queratina).

## Organelas celulares

- **Retículo endoplasmático rugoso:** uma série de sacos achatados e sua membrana é repleta de ribossomos aderidos. Sua principal função é a síntese de proteínas a serem exportadas ao meio extracelular.
- **Retículo endoplasmático liso:** apresenta função de armazenamento (produzindo vacúolos); age na desintoxicação do organismo (metabolizando álcool, por exemplo) e sintetiza lipídios.
- **Complexo Golgiense:** tem função de armazenamento, transformação, empacotamento e secreção de substâncias recebidas para o meio extracelular. Sintetiza glicídios e forma lisossomos. Nos vegetais, é responsável pela formação da lamela média, e nos espermatozoides dos animais, forma uma bolsa cheia de enzimas, chamada acrossomo.

- **Lisossomos:** bolsas membranosas contendo enzimas digestivas. São responsáveis pela digestão intracelular de materiais que adentram a célula.
- **Mitocôndrias:** responsáveis pela produção energética da célula, formando ATP (adenosina tri-fosfato) através da respiração celular. Possuem DNA circular, ribossomos 70s e uma de dupla-membrana, que corroboram a Teoria da Endossimbiose. Nessa teoria, mitocôndrias foram bactérias fagocitadas por células eucariontes e passaram a viver em mutualismo.
- **Cloroplasto:** O cloroplasto é repleto de clorofila e realiza a fotossíntese. Também se encaixa na Teoria Endossimbionte, tendo DNA próprio e ribossomos 70s, assim como a mitocôndria.
- **Ribossomos:** possuem a função de sintetizar proteínas para uso interno da célula. São formados a partir do RNA ribossomal.
- **Centríolos:** auxiliam na divisão celular animal, pois formam as fibras do fuso acromático que irão permitir a movimentação dos cromossomos durante a divisão. Também formam cílios e flagelos.



Esquema de uma célula eucarionte genética, semelhante à animal. Fonte: Rebeca Khouri/Descomplica.

Nada melhor que uma revisão rápida e dinâmica sobre os tipos de células, as principais organelas e suas funções, não é mesmo?

**Aqui um mapa mental que tem isso tudo pra ajudar você nos seus estudos!**

## 4. Genética

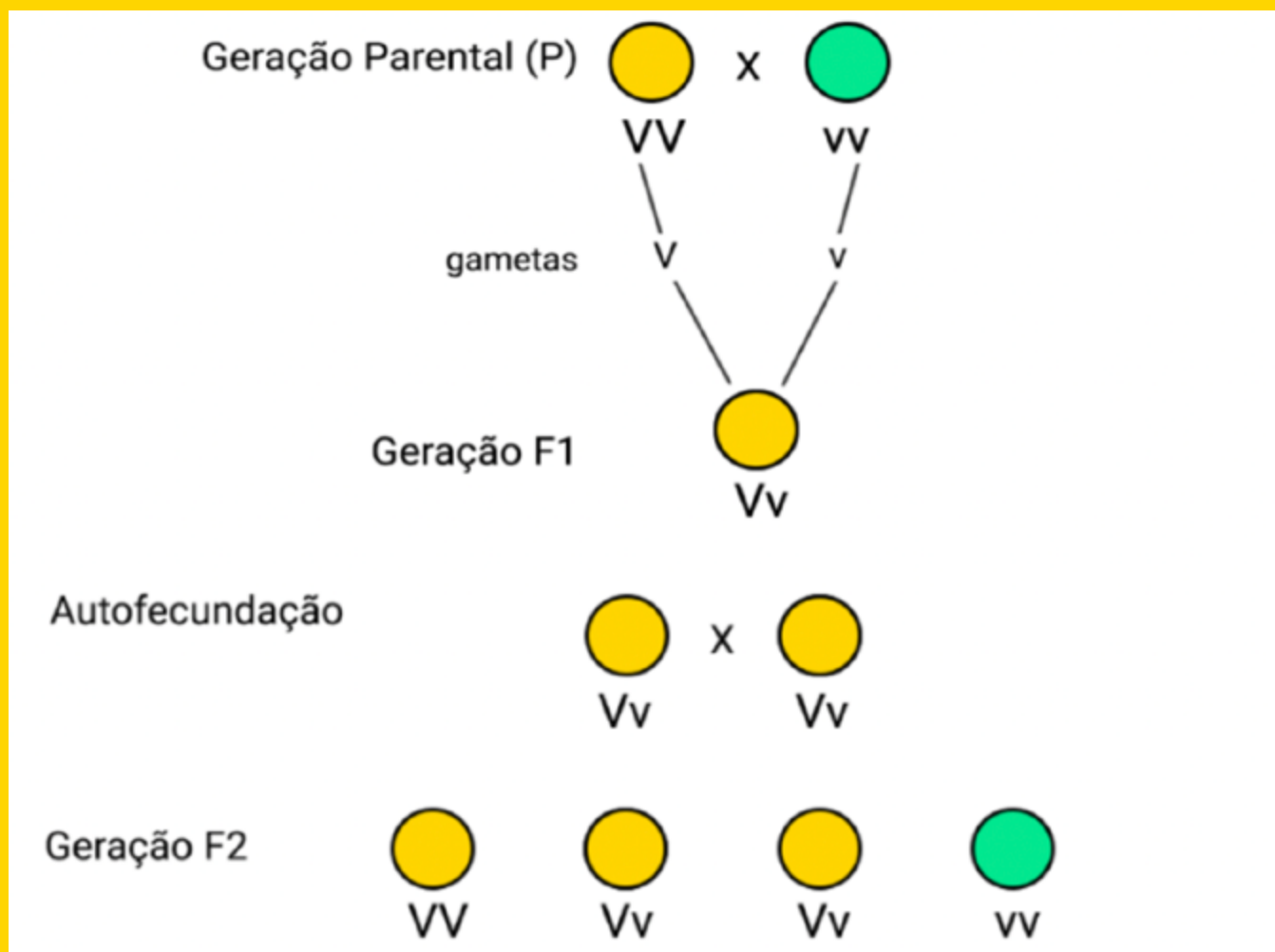
Caiu 1 vez no Enem 2017, 2 vezes no Enem 2018, 1 vez no Enem 2019, 4 vezes no Enem 2020 e 2 vezes no Enem 2021

A genética é uma área da biologia que estuda a relação entre os genes e características hereditárias. O estudo da genética foi iniciado por Gregor Mendel, conhecido como pai da genética, com objetivo de entender e explicar como as características são passadas através das gerações.

### Leis de Mendel

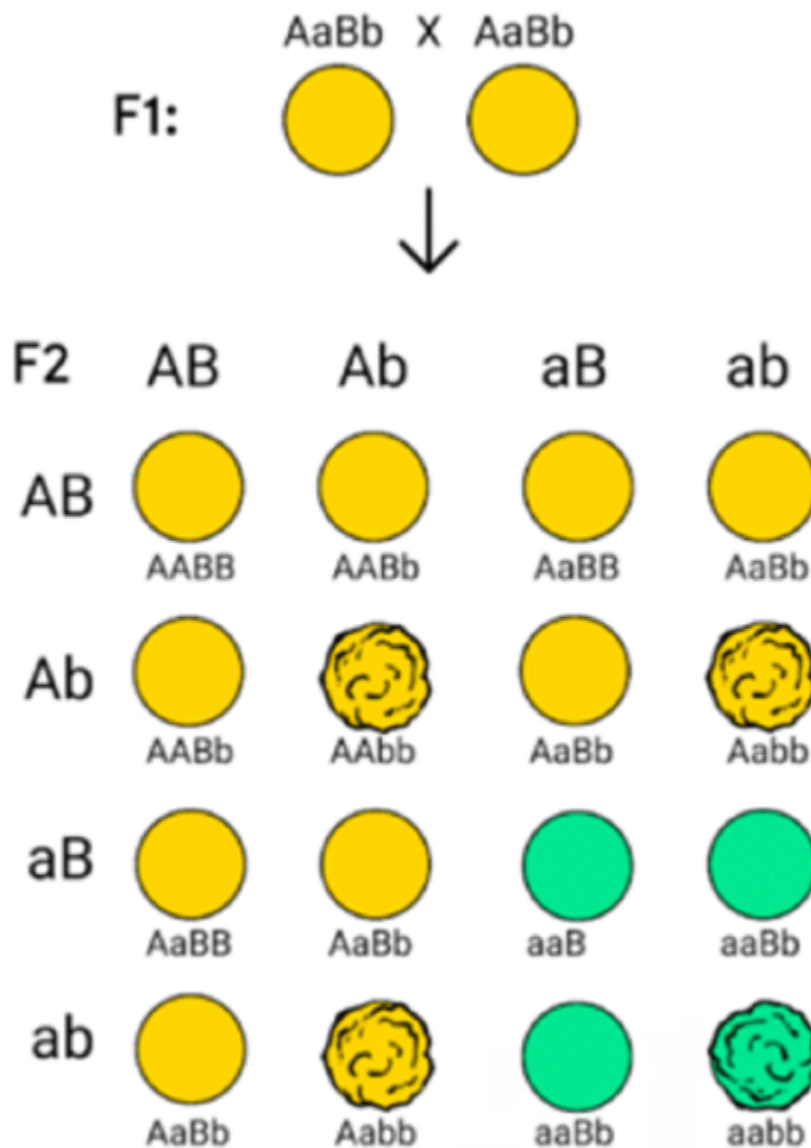
Para entender e desenvolver melhor os conceitos de genética, Mendel realizou trabalhos com ervilhas de linhagens puras para diferentes características. Ele descobriu que os alelos são responsáveis por determinar as características, segregados durante a formação dos gametas e transmitidos aos descendentes pelos pais, que doam um gene cada. Estes alelos podem se combinar em pares **homozigotos** (alelos iguais de um mesmo gene (ex.: AA e aa)) ou **heterozigotos** (por alelos diferentes de um mesmo gene (ex.: Aa).)

- **Primeira lei de Mendel:** A característica é determinada por um par de genes alelos, que podem ser dominantes (A) ou recessivos (a). Na dominância completa da primeira lei, os genótipos AA e Aa possuem um mesmo fenótipo (pois apresentam ao menos um alelo dominante), enquanto o fenótipo recessivo apenas quando em homozigose (aa - pares iguais).



Esquema do primeiro cruzamento realizado por Mendel, onde P equivale a linhagem parental gerando a primeira geração de descendentes (F1), e do segundo cruzamento realizado por Mendel, onde houve a autofecundação da geração a segunda geração de descendentes (F2). Fonte: Rebeca Khouri/Descomplica.

- **Segunda lei de Mendel:** também é conhecida como a lei da segregação independente dos fatores. Nas análises de segunda lei, dois ou mais pares de genes alelos se separam independentemente. Os diferentes pares de alelos podem agir de forma onde cada um determina uma característica, ou então interagirem juntos para a expressão de uma única característica (interação gênica).



Cruzamento da geração F1 e resultados na geração F2, no experimento da segunda lei de Mendel. A proporção genotípica da prole de um cruzamento de heterozigotos é 9:3:3:1 – 9  $A\_B\_$  (ambas as características dominantes); 3  $A\_bb$  (apenas a primeira característica dominante); 3  $aaB\_$  (apenas a segunda característica dominante); 1  $aabb$  (ambas as características recessivas). Fonte: Rebeca Khouri/Descomplica.

**Você também pode revisar a Genética e seus conceitos com este mapa mental!**

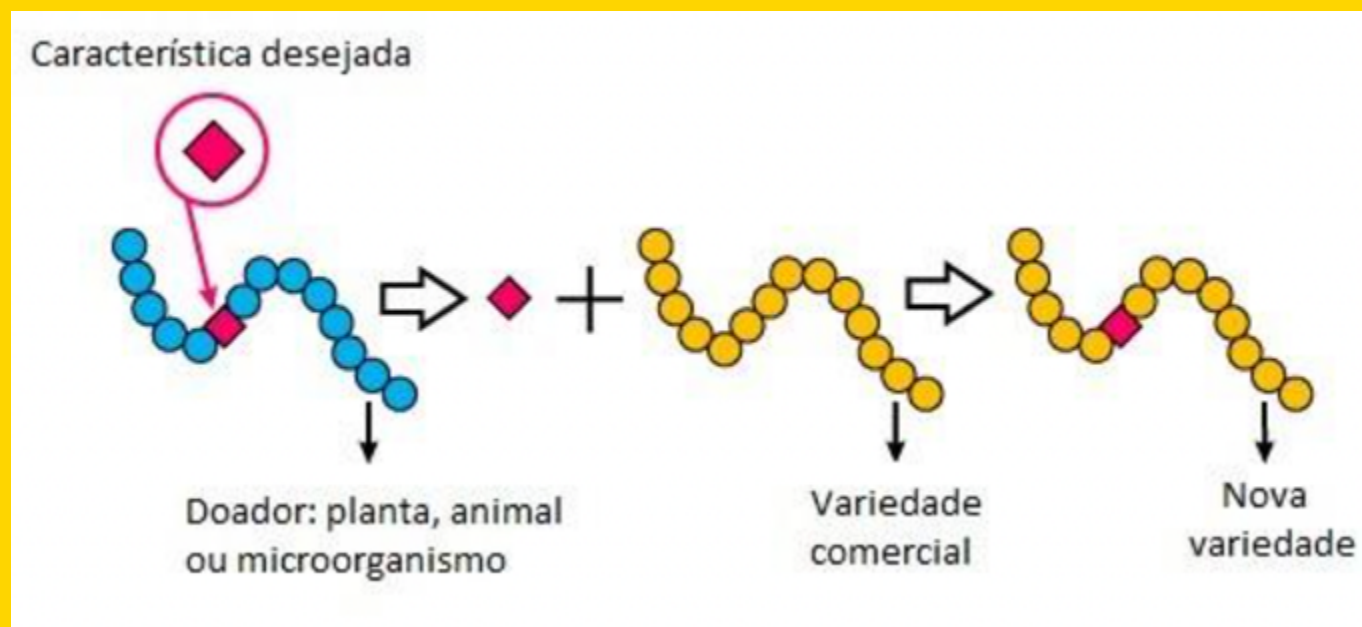


## Engenharia Genética

A genética também pode aparecer na forma de tecnologias aplicadas, conhecido como Engenharia genética. A engenharia genética consiste em técnicas de manipulação e recombinação dos genes, e ela pode ser aplicada em diversos campos, como medicina e agropecuária. As principais técnicas da Engenharia Genética são:

- **Células tronco:** Células-tronco são células com capacidade de originar diferentes células do corpo humano e formar diferentes tecidos. Podem ser totipotentes (totalmente indiferenciadas), pluripotentes (com grau de diferenciação equivalente ao seu folheto embrionário), ou multipotentes (células-tronco adultas, dão origem a células de um mesmo tecido).
- **Clonagem:** É quando temos indivíduos geneticamente idênticos. A clonagem reprodutiva tem como o objetivo reproduzir um novo ser geneticamente igual a um já existente. Implementa-se o núcleo de uma célula somática adulta em um óvulo anucleado. O embrião formado é implementado em um útero onde se desenvolverá o clone. Este clone terá as características do doador do núcleo somático.
- **OMG e Transgenia:** OGM, ou organismos geneticamente modificados, são aqueles que tiveram sua sequência gênica alterada ou modificada de alguma forma. Quando essa modificação ocorre pela inserção de genes de uma espécie diferente, temos um transgênico.

Os transgênicos têm como objetivo melhorar e aprimorar um organismo a partir da implementação de novas características ao organismo, como resistência a pragas (agricultura) e produção de insulina (importante no tratamento de diabetes), entre outros.



Esquema simplificado de como ocorre a formação de um organismo geneticamente modificado. Fonte: GEPEA. Disponível em: <https://gepea.com.br/5-1-impactos-positivos-dos-transgenicos-na-industria/>. Acessado em 25/09/2021

- **Reação em Cadeia de Polimerase (PCR):** Esta técnica tem como objetivo multiplicar fragmentos de DNA, para que eles possam ser analisados em outros exames e estudos, como por exemplo nos testes de DNA.
- **Testes de DNA (DNA Fingerprint):** Fragmentos de DNA são separados e cortados em diversos fragmentos por enzimas de restrição, e estes são colocados para análise em eletroforese. Na eletroforese, as amostras são colocadas em uma placa com um gel, e uma corrente elétrica é liberada,

fazendo com que os fragmentos do DNA se desloquem. Os fragmentos maiores, mais pesados, não se movem muito, ficando na parte mais de cima, e os menores, mais leves, vão para a parte mais inferior da placa. A partir disso, é possível ver quais fragmentos são iguais nas diferentes amostras. Na análise do teste, os fragmentos que o filho tem e a mãe não tem, terão que ser do suposto pai.

## 5. Anatomia e Fisiologia

Caiu 3 vezes no Enem 2018, 1 vez no Enem 2019, 1 vez no Enem 2020 e 1 vez no Enem 2021.

A anatomia é a área que estuda a forma e a estrutura dos elementos que compõe o corpo dos organismos. Já a fisiologia é uma área que busca entender como os organismos funcionam. Nela, estudamos processos químicos e físicos do metabolismo, além da interação entre os órgãos e os sistemas. O corpo humano apresenta diversos sistemas que se integram para que nosso organismo funcione corretamente. Dentre os principais sistemas que aparecem no Enem, focados na anatomia e na fisiologia, temos:

- **Sistema Circulatório:** Através do sistema cardiovascular, acontece o transporte de oxigênio, hormônios e nutrientes pelo corpo, bem como a eliminação de resíduos tóxicos. Nos seres humanos, a circulação é fechada, dupla e completa, e o órgão central desse processo é o coração. O coração é o órgão central desse sistema, formado principalmente por tecido muscular estriado cardíaco, e os principais vasos sanguíneos são as veias, as artérias e os capilares.

- **Sistema Digestório:** A digestão humana tem como objetivo conseguir nutrientes para o nosso organismo, com a quebra de moléculas grandes (macromoléculas) em moléculas menores (micromoléculas). O sistema digestório é completo, iniciando na boca e terminando no ânus, e a digestão é extracelular, ocorrendo no tubo digestório. Cada região do sistema apresenta um valor de pH próprio, que vai permitir a ação ótima das enzimas no local, e por isso é muito importante lembrar destes valores na boca, estômago e intestino, que são os locais onde ocorre a digestão enzimática.

- **Boca (pH = 7):** faz a digestão mecânica, através dos dentes, e química, através da ação da enzima amilase salivar (também chamada de ptialina) presente na saliva. Essa enzima inicia a digestão do amido em maltose (um dissacarídeo). A saliva é produzida pelas glândulas salivares.

- **Estômago (pH = 2):** Quando o alimento chega no estômago, ocorre a produção do suco gástrico. O suco gástrico torna a cavidade estomacal ácida, permitindo a ação da enzima pepsina. A pepsina tem como função realizar a digestão parcial de proteínas, quebrando-as em peptídeos menores.

- **Duodeno (pH = 8):** É a primeira parte do intestino delgado. Ocorre a liberação de bicarbonato de sódio pelo pâncreas, que é importante para aumentar o pH do duodeno, tornando-o básico para que as enzimas digestivas possam atuar no local. As principais enzimas são a maltase, lactase, sacarase, lipase, tripsina e amilase. Nesta região também é liberada a bile.

A bile é uma substância que emulsifica as gorduras (função “detergente”), fazendo com que as enzimas digestivas possam atuar na quebra dos lipídios. A bile é produzida pelo fígado e armazenada e secretada pela vesícula biliar.

Já que o sistema digestório é um dos que mais aparece no Enem, que tal revisar com um mapa mental?

**Basta clicar aqui!**

- **Sistema Endócrino:** O sistema endócrino é formado por diversas glândulas endócrinas, responsáveis pela síntese e secreção de hormônios na corrente sanguínea. Os hormônios regulam diversas funções no organismo, incluindo a atividade de outras glândulas, como é o caso da hipófise. O controle endócrino está relacionado ao controle por feedback. O feedback, também chamado de retroalimentação, é a resposta a um estímulo, como se fosse um efeito retroativo. Ele pode ser um feedback positivo, quando a resposta do estímulo é o aumento da atividade, ou feedback negativo, quando a resposta do estímulo é a redução ou inibição da atividade.

- **Sistema Excretor:** O sistema excretor é constituído por órgãos e estruturas, que atuam na filtragem do sangue e expelindo substâncias tóxicas do organismo. A principal excreta nitrogenada humana é a ureia, sintetizada no fígado a partir da amônia, no ciclo da ureia. O principal órgão excretor humano são os rins, que sintetizam a urina a partir de suas unidades funcionais, os néfrons.

Os rins podem ser divididos em uma região periférica (córtex) e uma região mais interna (medula). Os néfrons estão localizados no córtex, e terminam em túbulos coletores que, juntos, formam as pirâmides renais. Essa urina formada nos néfrons segue das pirâmides renais até o cálice renal, uma câmara no interior do rim, e de lá segue até a pelve renal, que forma um tubo, originando o ureter, que segue até a bexiga, onde a urina será armazenada até ser eliminada pelo canal da uretra.



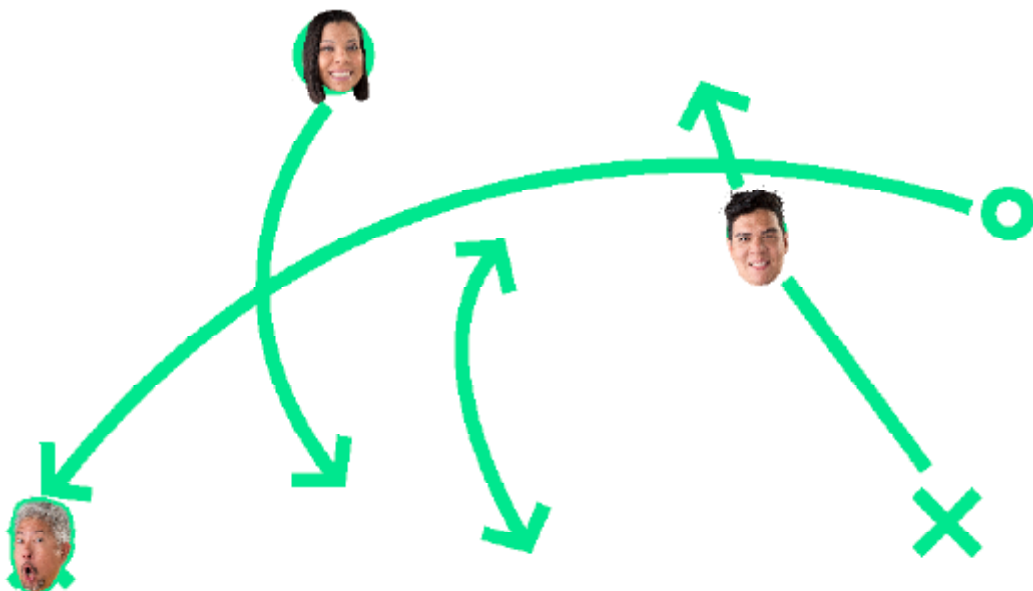
- **Sistema Imunológico:** participa na defesa do organismo, ajudando a proteger e combater bactérias, vírus e outros microrganismos que possam causar doenças. É responsável pela produção de anticorpos, que garantem a imunidade.

Um indivíduo imunizado apresenta anticorpos contra determinado corpo estranho (antígeno). A imunização pode ser ativa ou passiva.

- **Imunização ativa:** O próprio indivíduo produz seus anticorpos. As vacinas estimulam o corpo a produzir anticorpos, pois possuem antígenos mortos ou enfraquecidos. Portanto, possuem ação preventiva e devem ser tomadas antes de se entrar em contato com a doença. Gera memória imunológica.
- **Imunização passiva:** O indivíduo recebe anticorpos que foram produzidos por outro indivíduo. Este tipo de imunização não possui capacidade de gerar memória imunológica.

- **Sistema Nervoso:** O sistema nervoso tem como função regular diferentes atividades no nosso corpo, por meio da transmissão de impulsos nervosos e percepção de estímulos. Nos humanos o sistema nervoso é dividido anatomicamente em sistema nervoso central (formado pelo encéfalo e pela medula) e sistema nervoso periférico (formado pelos gânglios nervosos e nervos).

- **Sistema Respiratório:** Nesse sistema, temos a entrada e saída de gases do nosso corpo, para conseguirmos oxigênio e descartar o gás carbônico. Esse sistema é formado pelas vias respiratórias (cavidades nasais, faringe, laringe, traqueia e brônquios) e pulmão, além dos vasos sanguíneos e musculatura associada à caixa torácica (diafragma e musculatura intercostal).
- **Sistema Reprodutor:** A reprodução é um processo muito importante para os seres vivos, pois permite a perpetuação das espécies. Através da reprodução sexuada, o ser humano transmite seus genes aos descendentes, através das células reprodutivas (gametas). A união dos gametas é chamada fecundação e ocorre com a junção dos gametas masculinos (espermatozoides) com os gametas femininos (ovócito). O sistema reprodutor masculino é composto pelos testículos (onde ocorre a espermatogênese), bolsa escrotal, pênis, um sistema de ductos ou canais e glândulas anexas. Já o sistema reprodutor feminino é composto por ovários (onde ocorre a ovulogênese), tubas uterinas, útero, vulva, clitóris e vagina.



# EXERCÍCIOS ENEM

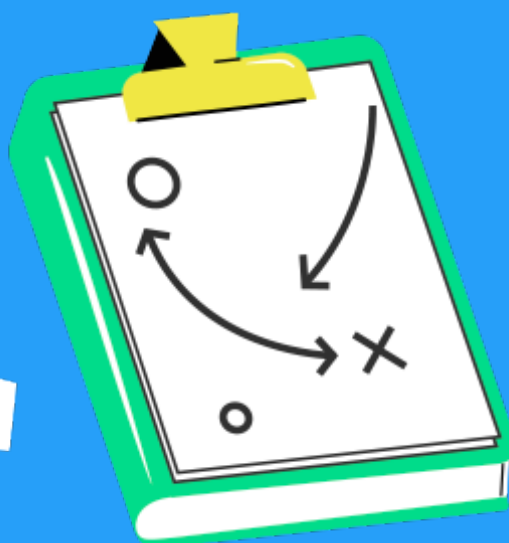


1. (Enem Digital 2021) A deficiência de lipase ácida lisossômica é uma doença hereditária associada a um gene do cromossomo 10. Os pais dos pacientes podem não saber que são portadores dos genes da doença até o nascimento do primeiro filho afetado. Quando ambos os progenitores são portadores, existe uma chance, em quatro, de que seu bebê possa nascer com essa doença.

ANDERSON, R. A. et. al. In: Situ Localization of the Genetic Locus Encoding the Lysosomal Acid Lipase/Cholesteryl Esterase (LIPA) Deficient in Wolman Disease to Chromosome 10q23.2-q23.3. Genomics, n. 1, jan. 1993 (adaptado).

Essa é uma doença hereditária de caráter

- a) recessivo.
- b) dominante.
- c) codominante.
- d) poligênico.
- e) polialélico.

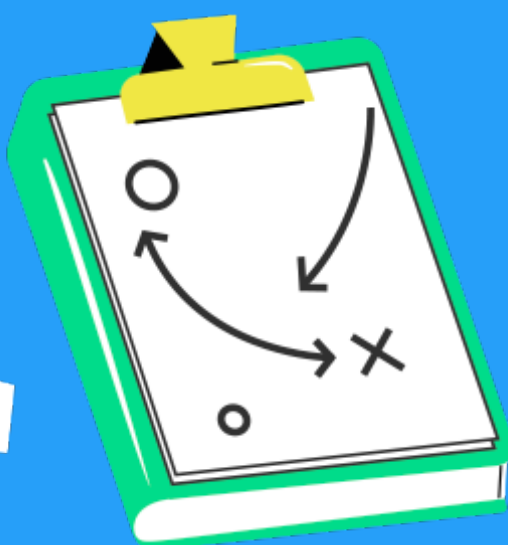


**2.** (Enem 2017) Os botos-cinza (*Sotalia guianensis*), mamíferos da família dos golfinhos, são excelentes indicadores da poluição das áreas em que vivem, pois passam toda a sua vida — cerca de 30 anos — na mesma região. Além disso, a espécie acumula mais contaminantes em seu organismo, como o mercúrio, do que outros animais da sua cadeia alimentar.

MARCOLINO, B. Sentinelas do mar. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

Os botos-cinza acumulam maior concentração dessas substâncias porque

- a) são animais herbívoros.
- b) são animais detritívoros.
- c) são animais de grande porte.
- d) digerem o alimento lentamente.
- e) estão no topo da cadeia alimentar.

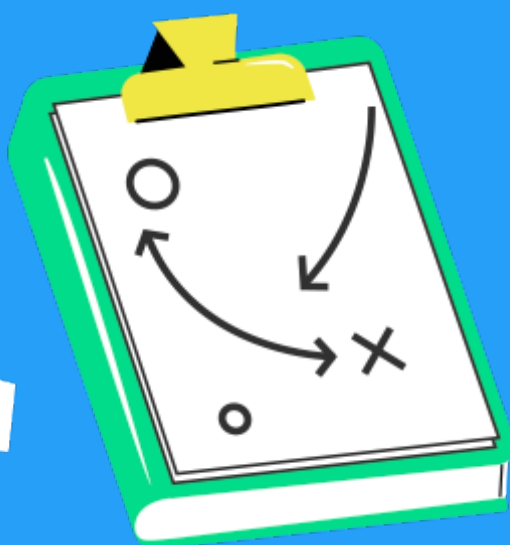


**3.** (Enem 2019) O “The Kidney Project” é um projeto realizado por cientistas que pretendem desenvolver um rim biônico que executará a maioria das funções biológicas do órgão. O rim biônico possuirá duas partes que incorporam recentes avanços de nanotecnologia, filtração de membrana e biologia celular. Esse projeto significará uma grande melhoria na qualidade de vida para aquelas pessoas que dependem da hemodiálise para sobrevivência.

Disponível em: <https://pharm.ucsf.edu>. Acesso em: 26 abr. 2019 (adaptado).

O dispositivo criado promoverá diretamente a

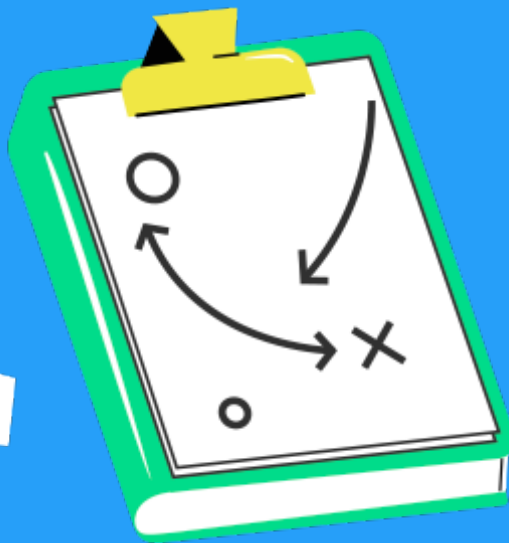
- a)** remoção de ureia.
- b)** excreção de lipídios.
- c)** síntese de vasopressina.
- d)** transformação de amônia.
- e)** fabricação de aldosterona.



4. (Enem, 2019) Uma cozinheira colocou sal a mais no feijão que estava cozinhando. Para solucionar o problema, ela acrescentou batatas cruas e sem tempero dentro da panela. Quando terminou de cozinhá-lo, as batatas estavam salgadas, porque absorveram parte do caldo com excesso de sal. Finalmente, ela adicionou água para completar o caldo do feijão.

O sal foi absorvido pelas batatas por:

- a) osmose, por envolver apenas o transporte do solvente.
- b) fagocitose, porque o sal transportado é uma substância sólida.
- c) exocitose, uma vez que o sal foi transportado da água para a batata.
- d) pinocitose, porque o sal estava diluído na água quando foi transportado.
- e) difusão, porque o transporte ocorreu a favor do gradiente de concentração.

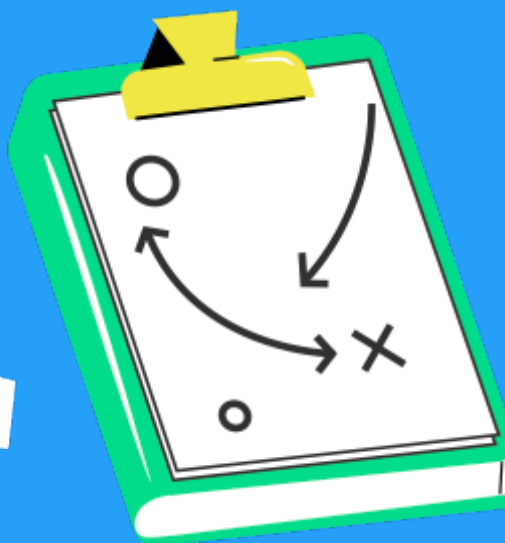




**5.** (Enem 2020) Aranhas, escorpiões, carrapatos e ácaros são representantes da classe dos Aracnídeos. Esses animais são terrestres em sua grande maioria e ocupam os mais variados habitats, tais como montanhas altas, pântanos, desertos e solos arenosos. Podem ter sido os primeiros representantes do filo Arthropoda a habitar a terra seca.

A característica que justifica o sucesso adaptativo desse grupo na ocupação do ambiente terrestre é a presença de:

- a)** quelíceras e pedipalpos que coordenam o movimento corporal.
- b)** excreção de ácido úrico que confere estabilidade ao pH corporal.
- c)** exoesqueleto constituído de quitina que auxilia no controle hídrico corporal.
- d)** circulação sanguínea aberta que impede a desidratação dos tecidos corporais.
- e)** sistema nervoso ganglionar que promove a coordenação central do movimento corporal.



**6.** (Enem 2020) Na indústria farmacêutica, é muito comum o emprego de substâncias de revestimento em medicamentos de uso oral, pois trazem uma série de benefícios como alteração de sabor em medicamentos que tenham gosto ruim, melhoria da assimilação do composto, entre outras ações. Alguns compostos poliméricos à base do polissacarídeo celulose são utilizados para garantir que o fármaco somente seja liberado quando em contato com soluções aquosas cujo pH se encontre próximo da faixa da neutralidade.

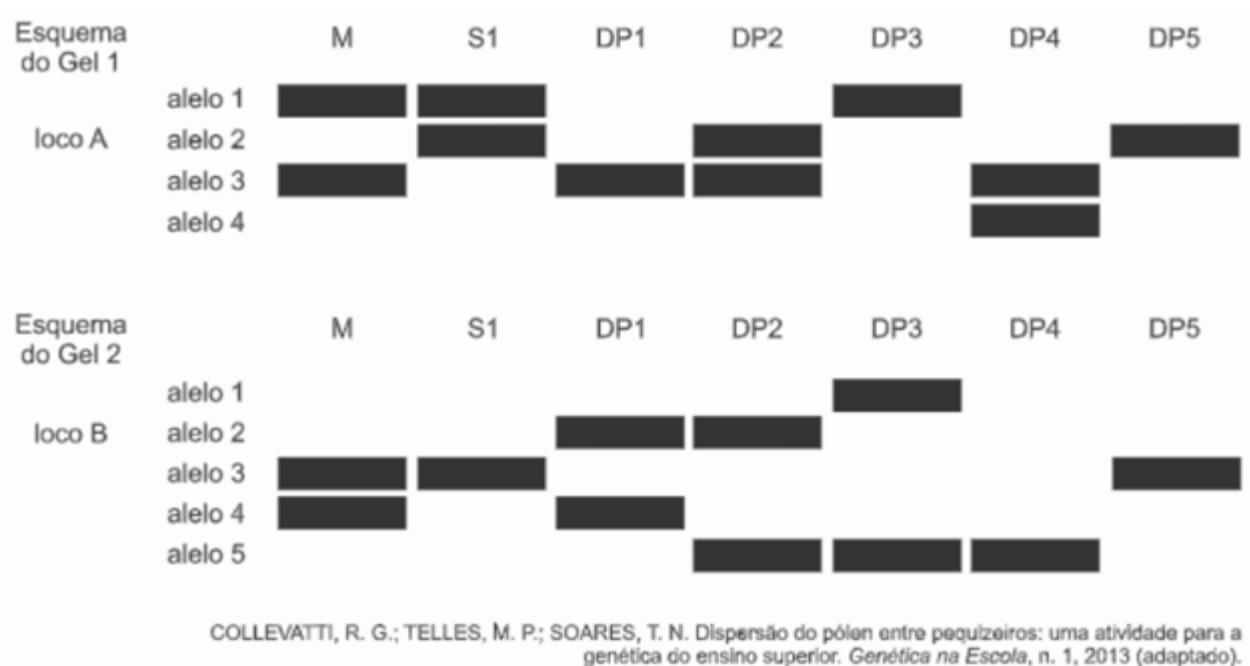
(BORTOLINI, K. et al. Análise de perfil de dissolução de cápsulas gastrorresistentes utilizando polímeros industriais com aplicação em farmácias magistrais, Revista da Unifebe, n. 12, 2013. Adaptado.)

Qual é a finalidade do uso desse revestimento à base de celulose?

- a)** Diminuir a absorção do princípio ativo no intestino.
- b)** Impedir que o fármaco seja solubilizado no intestino.
- c)** Garantir que o fármaco não seja afetado pelas secreções gástricas.
- d)** Permitir a liberação do princípio ativo pela ação das amilases salivares.
- e)** Facilitar a liberação do fármaco pela ação dos sais biliares sobre o revestimento.



7. (Enem 2018) Considere, em um fragmento ambiental, uma árvore matriz com frutos (M) e outras cinco que produziram flores e são apenas doadoras de pólen (DP1, DP2, DP3, DP4 e DP5). Foi excluída a capacidade de autopolinização das árvores. Os genótipos da matriz, da semente (S1) e das prováveis fontes de pólen foram obtidos pela análise de dois locos (loco A e loco B) de marcadores de DNA, conforme a figura.



A progênie S1 recebeu o pólen de qual doadora?

- a) DP1
- b) DP2
- c) DP3
- d) DP4
- e) DP5



**8.** (Enem, 2019) O 2,4-dinitrofenol (DNP) é conhecido como desacoplador da cadeia de elétrons na mitocôndria e apresenta um efeito emagrecedor. Contudo, por ser perigoso e pela ocorrência de casos letais, seu uso como medicamento é proibido em diversos países, inclusive no Brasil. Na mitocôndria, essa substância captura, no espaço intermembranas, prótons ( $H^+$ ) provenientes da atividade das proteínas da cadeia respiratória, retornando-os à matriz mitocondrial. Assim, esses prótons não passam pelo transporte enzimático, na membrana interna.

GRUNDLINGH, J. et. al. 2,4-Dinitrophenol (DNP): a Weight Loss Agent with Significant Acute Toxicity and Risk of Death. Journal of Medical Toxicology, v. 7, 2011 (adaptado).

O efeito emagrecedor desse composto está relacionado ao(à):

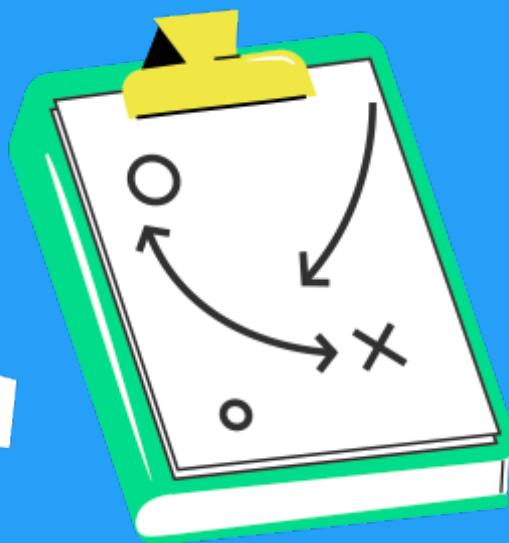
- a)** obstrução da cadeia respiratória, resultando em maior consumo celular de ácidos graxos.
- b)** bloqueio das reações do ciclo de Krebs, resultando em maior gasto celular de energia.
- c)** diminuição da produção de acetil CoA, resultando em maior gasto celular de piruvato.
- d)** inibição da glicólise de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.
- e)** redução da produção de ATP, resultando em maior gasto celular de nutrientes.



**9.** (Enem 2018) A polinização, que viabiliza o transporte do grão de pólen de uma planta até o estigma de outra, pode ser realizada biótica ou abioticamente. Nos processos abióticos, as plantas dependem de fatores como o vento e a água.

A estratégia evolutiva que resulta em polinização mais eficiente quando esta depende do vento é o(a)

- a)** diminuição do cálice.
- b)** alongamento do ovário.
- c)** disponibilização do néctar.
- d)** intensificação da cor das pétalas.
- e)** aumento do número de estames.



**10.** (Enem 2020) O dióxido de carbono passa para o estado sólido (gelo seco) a  $-78^{\circ}\text{C}$  e retorna ao estado gasoso à temperatura ambiente. O gás é facilmente solubilizado em água, capaz de absorver radiação infravermelha da superfície da terra e não conduz eletricidade. Ele é utilizado como matéria-prima para a fotossíntese até o limite de saturação. Após a fixação pelos organismos autotróficos, o gás retorna ao meio ambiente pela respiração aeróbica, fermentação, decomposição ou por resíduos industriais, queima de combustíveis fósseis e queimadas. Apesar da sua importância ecológica, seu excesso causa perturbações no equilíbrio ambiental.

Considerando as propriedades descritas, o aumento atmosférico da substância afetará os organismos aquáticos em razão da

- a) redução do potencial hidrogeniônico da água.
- b) restrição da aerobiose pelo excesso de poluentes.
- c) diminuição da emissão de oxigênio pelos autótrofos.
- d) limitação de transferência de energia entre os seres vivos.
- e) retração dos oceanos pelo congelamento do gás nos polos.



# GABARITOS

**1. A)** Como pais sadios apresentam um filho afetado, a deficiência é obrigatoriamente determinada por alelo recessivo.

**2. E)** Poluentes não-biodegradáveis acumulam-se ao longo dos níveis tróficos, assumindo maiores quantidades nos animais de topo de cadeia.

**3. A)** A principal excreta nitrogenada humana é a ureia e, o principal órgão excretor humano são os rins, que sintetizam a urina a partir de suas unidades funcionais, os néfrons.

**4. E)** O transporte de sal na membrana plasmática ocorre por difusão, que é caracterizado por ser um transporte passivo, onde não envolve gasto energético e é a favor do gradiente de concentração. Devido ao caldo do feijão ser hipertônico, o sal passa para as células da batata, que são hipotônicas.

**5. C)** O exoesqueleto dos aracnídeos (e demais artrópodes) evita a perda excessiva de água permitindo a grande irradiação adaptativa desses animais no ambiente terrestre.

**6. C)** O revestimento de medicamentos com polímeros a base de celulose protege o fármaco do pH estomacal, permitindo que no intestino, com pH próximo ao neutro (8), o fármaco seja liberado. Outra função associada ao revestimento que se encontra no enunciado é evitar a recepção de sabor ruim na cavidade bucal.

**7. E)**

Ao analisar um espectro de eletroforese, temos que ver quais bandas são compatíveis entre os indivíduos observados: quanto mais bandas iguais, maior a proximidade genética. O alelo 2 do loco A presente em S1 também está presente em DP5, assim como o alelo 3 do loco B, que é o único presente nestas duas espécies.

**8. E)** O gradiente de concentração de prótons é alterado quando o DNP se desacopla da cadeia respiratória. Com essa alteração, os prótons não atravessam o ATP sintase, diminuindo produção de ATP. Graças a essa redução de ATP, a célula necessita gastar mais nutrientes para conseguir a quantidade suficiente de ATP para suas atividades. Por isso o composto DNP possui efeito emagrecedor.

**9. E)** O aumento do número de estames aumenta também a produção de grão de pólen, o que compensa as possíveis perdas no processo de polinização pelo vento (anemofilia).

**10. A)** O aumento do CO<sub>2</sub> atmosférico promove aumento da concentração desse gás no meio aquoso. Nos corpos d'água, o CO<sub>2</sub> reage com a H<sub>2</sub>O formando ácido carbônico que reduz o pH (potencial de hidrogênio) do meio.



**AGORA É SÓ  
CHUTAR PRO GOL  
E COMEMORAR  
A APROVAÇÃO**

