

Plano de Estudos

cesec

Biologia

Ensino Médio

Módulo II



ESCOLA DE FORMAÇÃO
E DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL
DE EDUCADORES DE MINAS GERAIS

Governador do Estado de Minas Gerais

Romeu Zema Neto

Vice-governador do Estado de Minas Gerais

Mateus Simões de Almeida

Secretário de Estado de Educação

Igor de Alvarenga Oliveira Icassatti Rojas

Secretária Adjunta

Fernanda de Siqueira Neves

Subsecretária de Desenvolvimento da Educação Básica

Kellen Silva Senra

Superintendência de Políticas Pedagógicas

Rosely Lúcia de Lima

Diretoria de Modalidades de ensino e Temáticas Especiais

Fabiana Benchetrit dos Santos

Coordenação da Educação de Jovens e Adultos

Denise Jacqueline Silva Oliveira

**Superintendente da Escola de Formação e Desenvolvimento
Profissional de Educadores**

Graziela Santos Trindade

Diretora da Coordenadoria de Ensino da EFE

Janeth Cilene Betônico da Silva

Elaboração e construção

Professores Formadores da Escola de Formação e Desenvolvimento
Profissional de Educadores

Revisão

Equipe Pedagógica e Professores Formadores da Escola de Formação e
Desenvolvimento Profissional de Educadores

Supervisão

Juliano Alves Andrade
Silene Gelmini Araújo Veloso

Prezado Estudante,

Você está recebendo o Plano de Estudos de **BIOLOGIA - ENSINO MÉDIO - MÓDULO II**. Nele você encontrará conteúdos e propostas didáticas que o ajudarão a desenvolver habilidades fundamentais para o prosseguimento ou conclusão de seus estudos.

O material foi elaborado considerando o seu perfil, trajetória de vida, interesses, objetivos e necessidades. Neste Plano de Estudos você encontrará uma diversidade de textos, imagens, vídeos, músicas, questões, exercícios e outras propostas pedagógicas que foram elaboradas pensando em favorecer o seu processo de aprendizagem.

Você deverá desenvolver as atividades didáticas aqui propostas a partir dos suportes disponibilizados neste material e no Google Classroom. Porém, para o esclarecimento de qualquer dúvida ou para uma assessoria mais personalizada para a compreensão de conceitos ou realização das questões você pode contar com a orientação de estudos feita pelo professor orientador da aprendizagem do CESEC em que você está matriculado.

Desejamos que seus objetivos possam ser alcançados e que você continue em seu percurso escolar com sucesso.

Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais

SUMÁRIO

TEMA DE ESTUDO: Origem da Vida na Terra.....	05
TEMA DE ESTUDO: Vida, Terra e Cosmo	19
TEMA DE ESTUDO: Vida, Terra e Cosmo	39
TEMA DE ESTUDO: Vida, Terra e Cosmo.	47
TEMA DE ESTUDO: Vida, Terra e Cosmo.	58
REFERÊNCIAS	71

MODULO NÚMERO II DE ESTUDO CESEC

Referência: Ensino Médio

Ano Letivo: 2025

Área de Conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Componente Curricular: Biologia

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT202X) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

(EM13CNT209X) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Unidade Temática:

- Origem da Vida na Terra.

Objetos de Conhecimento:

- Vida, Terra e Cosmos.
- Tecnologia e suas linguagens.

Olá, estudante!

Seja bem-vindo (a) ao CADERNO DE BIOLOGIA DO 2º ANO!

Vamos começar o Módulo II com habilidades sobre um importante objeto do conhecimento de **Biologia**, a origem da vida na Terra. Iremos analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de

organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.

Importante que você compreenda a célula como unidade fundamental dos seres vivos com capacidade metabólica própria que para tanto possui organelas que trabalham de forma integrada para garantir as funções vitais do organismo. Você sabia, por exemplo, que para a célula secretar uma substância, como uma proteína, envolve o trabalho de várias organelas juntas? Tudo começa no núcleo celular, com as informações contidas no DNA e RNA, que serão utilizadas para fabricar substâncias em determinadas organelas no citoplasma. Iremos estudar, dessa forma, a maquinaria necessária para a manutenção da célula e do organismo.

Neste módulo iremos estudar também o Núcleo celular e conhecer a composição química do material genético. Estudante, você sabia que a quantidade de DNA varia com a espécie? Sabia também que ele geralmente encontra-se associado com outras moléculas para facilitar seu condensamento ou empacotamento? Sim, para formar os cromossomos, o DNA duplica e vai se espiralizando como um fio de telefone! E para entenderem melhor esta molécula fundamental para a vida, vamos viajar no mundo microscópico para compreender aspectos moleculares! No estudo sobre divisão celular, iremos desenvolver a compreensão dos processos de mitose e meiose. Estes dois processos possuem diferenças fundamentais, pois podem manter ou dividir o número de cromossomos da célula-mãe em relação às células-filhas. Mas, que células realizam meiose? E mitose? Com quais objetivos?

Estudante, você deve perceber em sua família características físicas que são dominantes e que são passadas de geração a geração, também pode perceber em animais e plantas a transmissão de características hereditárias em simples observações do dia-a-dia. Mas, existem leis que regem estes processos? Para o desenvolvimento das habilidades de genética, iremos conhecer a história de Mendel, conhecer seus experimentos e discutir suas ideias e leis sobre hereditariedade para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos. Finalmente, vamos conhecer e discutir as principais teorias da evolução, comparar as explicações utilizadas por Darwin e por Lamarck sobre as transformações evolutivas dos seres vivos ao longo do tempo.

Neste sentido, é fundamental o seu envolvimento na execução das atividades individuais, primando pela autonomia na condução dos seus estudos. A participação ativa nas atividades propostas, transforma o processo de aprendizagem em momentos mais divertidos e significativos.

Bom trabalho!!!

Começo de conversa: Um pouco sobre evolução da ciência e estudos astronômicos...

Estudante, você sabe como e quando surgiu o universo? E o nosso planeta, como foi a formação da Terra e quando houve condições ambientais favoráveis ao surgimento da vida? Estas questões sempre intrigaram a humanidade, antigas civilizações como os egípcios, gregos, chineses, árabes, incas, maias, dentre outros, usavam conhecimentos básicos de astronomia para buscar explicações para estes e outros fenômenos da natureza. Leia o trecho a seguir:

“O entendimento do universo foi, para essas civilizações, algo muito distinto do que nos é ensinado hoje pela ciência. Essas explicações, por falta de outras formas de entendimento da questão, sempre tiveram fundamentos religiosos, mitológicos ou filosóficos. Só recentemente a ciência pôde oferecer sua versão para os fatos. A razão principal para isso é que a própria ciência é recente. Como método científico experimental, podemos nos referir a Galileu Galilei (1564-1642, astrônomo, físico e matemático italiano) como um marco importante. Não obstante, já os gregos haviam desenvolvido métodos geométricos sofisticados e precisos para determinar órbitas e tamanhos de corpos celestes, bem como para previsão de eventos astronômicos. Não podemos nos esquecer de que egípcios e chineses, assim como incas, maias e astecas também sabiam interpretar os movimentos dos astros.”

Fonte: Steiner

Percebemos que com a evolução do método científico e utilização de ferramentas tecnológicas mais avançadas, ficou mais fácil estudar os fenômenos astronômicos e novas teorias foram elaboradas. Na antiguidade, estudiosos **como Aristarco e Ptolomeu**, acreditavam no **Geocentrismo** (Geo- Terra), teoria que defendia a ideia de que a Terra estava fixa no universo e que os planetas e o sol giravam em torno dela. Entretanto, **Nicolau Copérnico** (1473-1543) provou que a Terra girava em torno do sol, teoria denominada Heliocentrismo (Hélio-sol) e Galileu **Galilei** (1564-1642) concordou com ela, fortalecendo o Heliocentrismo. Mas, e a teoria sobre a origem do Universo, como e quando foi elaborada?

Teoria do Big bang

Na década de 1920, estudos realizados por **Edwin Hubble** comprovaram que quanto maior a distância de uma galáxia, com mais velocidade ela se afasta de nós, é a chamada **Lei de Hubble** que mostra que nosso universo está em expansão! Chamamos de **Big Bang** a ideia de que o universo surgiu de uma explosão no passado e que ele está se expandindo até hoje. De acordo com a teoria, o universo se expandiu a partir de um ponto de densidade infinita e temperatura altíssima, tornando-se maior, menos denso e mais frio ao longo do tempo. Vamos entender um pouco mais sobre o Big Bang?

O que foi o Big Bang?

A teoria do Big Bang, segundo informações da Nasa, consiste na ideia de que o universo começou em um único ponto. Um aglomerado de pequenas partículas quentes misturadas com luz e energia, nada parecido com o que vemos agora. **A partir de determinado momento, esse aglomerado começou a se expandir e a se esticar. E, à medida que as partículas se expandiam, se esfriavam e criavam novos grupos que, em tempo, se transformaram nas primeiras estrelas e galáxias.**

Quantos anos tem o universo?

A partir das primeiras estrelas e galáxias, a Nasa informa que as movimentações desses corpos, com colisões e reagrupamentos, resultaram na origem de outros objetos espaciais – como os asteroides, cometas, planetas e buracos negros. Segundo a agência espacial, estima-se que esse processo, que dura até hoje, já leve 13,8 bilhões de anos.

Quem criou a teoria do Big Bang

A Nasa conta que, em 1927, um cientista belga chamado Georges Lemaître – que também atuava como sacerdote católico – foi o primeiro a falar da origem do universo como uma expansão infinita, com um passado igualmente infinito, ou seja, que a criação do universo não seria igual ao começo do tempo. Cerca de dois anos depois, observações do astrônomo norte-americano Edwin Hubble completaram a ideia da expansão contínua do universo. De acordo com ele, as galáxias seguiam se afastando e, quanto mais distante, mais rápido se moviam. Por sua contribuição, o pesquisador americano foi homenageado ao ter seu nome dado para o Telescópio Espacial Hubble, da Nasa, que viaja pelo espaço desde 1990. As observações desse equipamento já geraram imagens impressionantes de estrelas, galáxias e outros objetos astronômicos a até 13,4 bilhões de anos luz da Terra.

Fonte: National Geographic Brasil, 2022

Sugestão de vídeo:

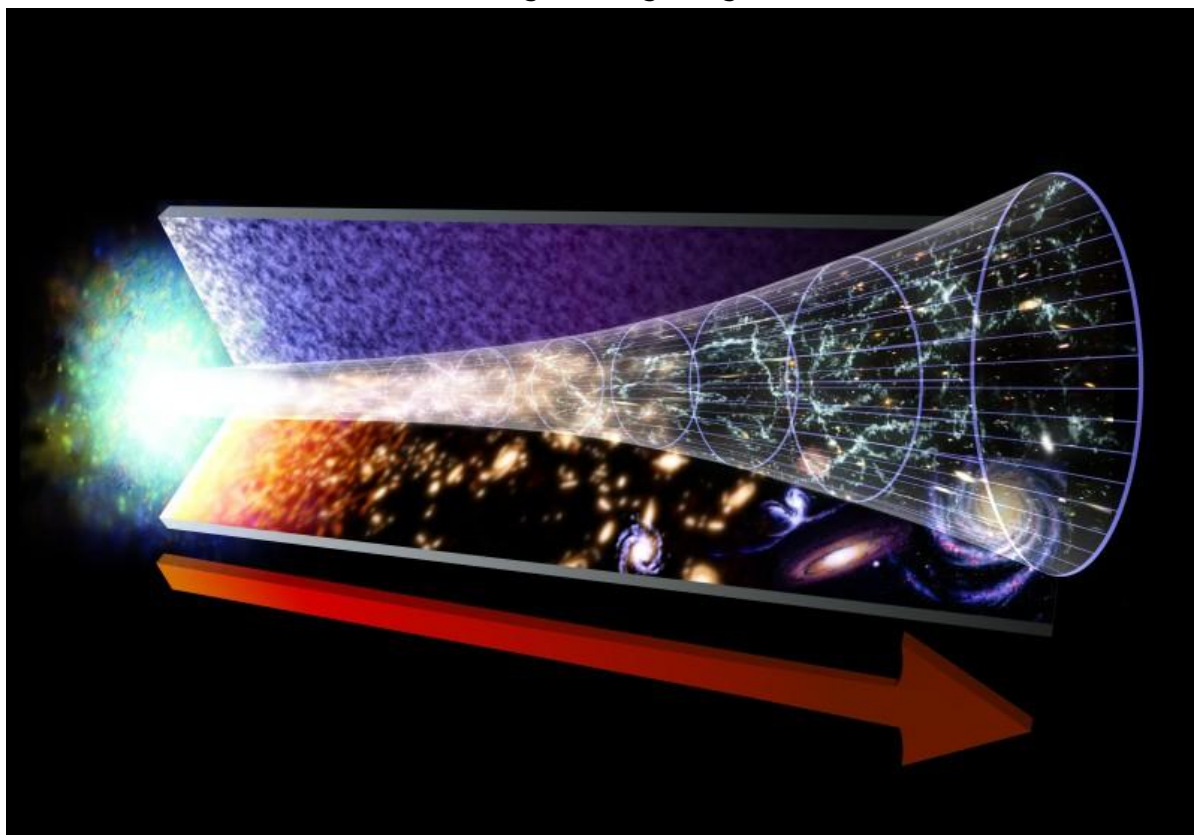
Origem do Universo.

Disponível em: [https://sire-ngcbg-](https://sire-ngcbg-pmd.fichub.com/mpx/FLAC_FOD_BRA/468/819/842163_SCI_009_01_ORIGINS_BRA01_1995385411645_mp4_video_1920x1080_4000000_primary_audio_eng_6.mp4)

[pmd.fichub.com/mpx/FLAC_FOD_BRA/468/819/842163_SCI_009_01_ORIGINS_BRA01_1995385411645_mp4_video_1920x1080_4000000_primary_audio_eng_6.mp4](https://sire-ngcbg-pmd.fichub.com/mpx/FLAC_FOD_BRA/468/819/842163_SCI_009_01_ORIGINS_BRA01_1995385411645_mp4_video_1920x1080_4000000_primary_audio_eng_6.mp4).

Estudante, observem a Imagem 1 que mostra a grande explosão inicial e a expansão do universo:

Imagem 1. Big Bang



Fonte: (Silva, [2024])

Curiosidade: A teoria do Big Bang é muito aceita na comunidade científica, pois ela explica a evolução do cosmos e pode ser confirmada pela lei de Hubble, citada anteriormente, e pela detecção, em 1965, da chamada **Radiação Cósmica de Fundo**, uma radiação eletromagnética que é uma evidência de resquícios da grande explosão primordial.

Vamos agora compreender como surgiu a vida na Terra. Este tema é muito discutido e existem diversas hipóteses diferentes que tentam explicar a origem da vida, são elas:

- Panspermia
- Evolução química da vida
- Mundo de RNA
- Criacionismo
- Biogênese e abiogênese

Panspermia

A hipótese da panspermia (Pan: Todos os lugares e spermia: semente) foi elaborada pelo filósofo grego Anaxágoras (500 a.C – 428 a.C) e defendida por outros, como Hermann von Helmholtz que a reformulou. Segunda essa teoria, sementes de vida vieram do espaço por meio de meteoros que chocaram com nosso planeta e se espalharam, isto é, moléculas orgânicas que em condições favoráveis na Terra deram origem ao primeiro ser vivo (Imagem 2). No séc. XIX, químicos descobriram compostos orgânicos em meteorito, fortalecendo esta teoria.

Fragilidades da teoria: Esta teoria possui falhas, dentre elas por não explicar como a vida não surgiu também em outros corpos celestes.

Imagem 2. Panspermia



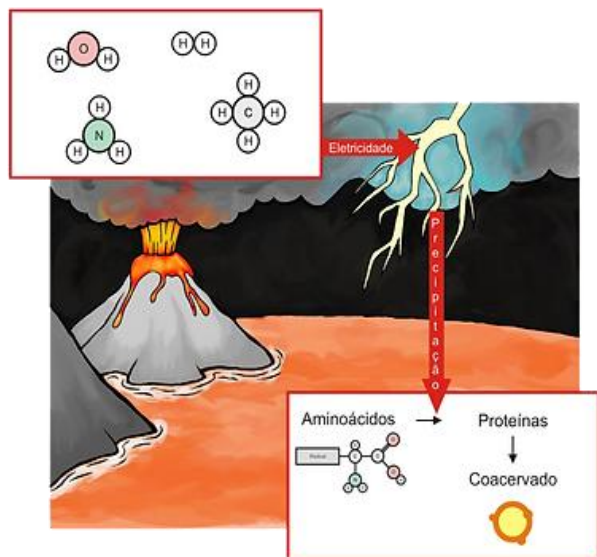
Fonte:Castilho, [2024])

Evolução química da vida (Oparin-Haldane)

Esta hipótese foi proposta pelos biólogos Oparin e Haldane, que trabalharam de forma independente na década de 1920, mas que chegaram às mesmas conclusões. Segunda ela, a atmosfera da Terra primitiva era bem diferente da atual, seria formada **por amônia, hidrogênio, metano e vapor de água**, expelidos por vulcões que estavam em plena atividade na crosta terrestre. Estes gases sofreram influência das radiações solares e de fortes descargas elétricas de raios, reagindo entre si e formando moléculas orgânicas, os **aminoácidos**. Estas moléculas foram levadas pelas chuvas para os oceanos primitivos, formando uma **sopa química ou sopa primordial**, que mais tarde se organizaram em compostos proteicos envolvidos por água, isolando-se do meio, denominados **coacervados**. Com

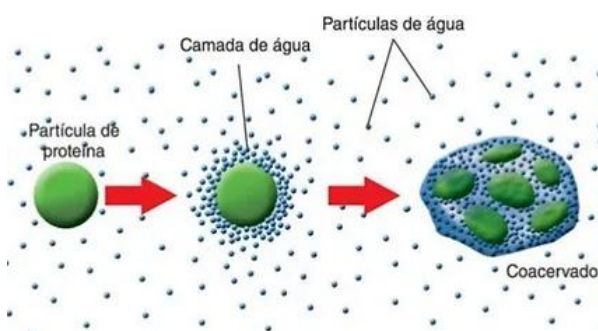
o passar do tempo e com melhores condições climáticas no planeta, os coacervados foram se estabilizando e se reestruturando, formaram membrana semipermeável, conseguiram obter alimento e energia do meio (sopa oceânica), além de autoduplicar, tornando os precursores das primeiras células.

Imagem 3. Teoria de Oparin-Haldane



Fonte: (Lima, 2016)

Imagem 4. Coacervados.

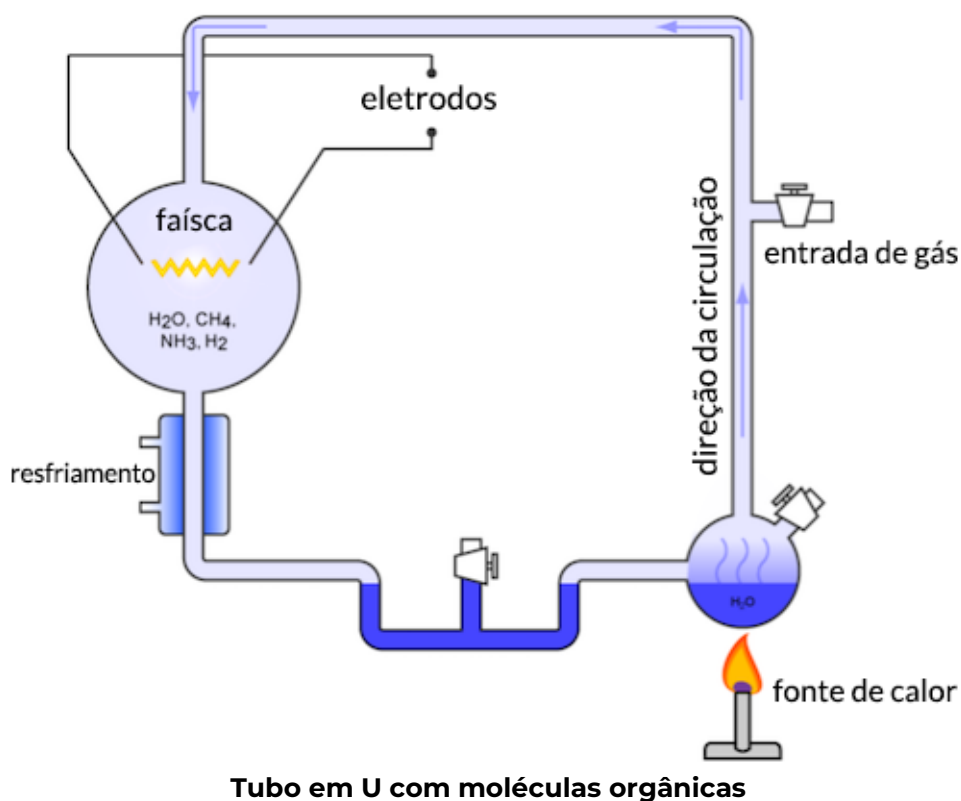


Fonte: (Borba, 2012)

Seria possível comprovar a hipótese de **Oparin-Haldane**? Décadas mais tarde, em 1953, os cientistas Miller e Urey construíram um experimento para tentar reproduzir a atmosfera primitiva:

Experimento de Miller e Urey: Eles construíram um sistema fechado contendo os gases que poderiam estar presentes nesta atmosfera (água, metano, amônia e hidrogênio), além de produzirem vapor d'água gerado por uma água aquecida. Os cientistas produziram faíscas elétricas com eletrodos para imitar as descargas elétricas que podem ter favorecido as reações químicas entre os gases na Terra primitiva. **Após uma semana, perceberam o surgimento de moléculas de aminoácidos, açúcares, lipídios e outras no tubo em U**, comprovando que a ideia de Oparin e Haldane poderia estar correta e que moléculas orgânicas poderiam ser formadas naquelas condições (Imagem 5).

Imagem 5. Experimento de Miller e Urey



Fonte: Wikipedia, [2024])

Saiba mais...

Estudante, segue sugestão de vídeos sobre experimento de Urey e Miller:

Vídeo 1. Disponível em: <https://youtu.be/HpWSIDowKEs>.

Vídeo 2. Disponível em: https://youtu.be/WzrOVY_3tUI.

Mundo de RNA

Estudante, para que você compreenda esta hipótese é necessário que relembre o que são as moléculas de DNA e RNA, ácidos nucleicos responsáveis pela síntese de proteínas nas células e pela manifestação da vida. O DNA é formado por trechos denominados genes, que carregam o código genético para síntese de proteínas e o RNA mensageiro (RNAm) transcreve a mensagem contida no gene, levando-a até os ribossomos, verdadeiras fábricas de proteínas. Aprendemos que o DNA, portanto, é quem origina o RNA, um importante mensageiro!

Entretanto, na hipótese do mundo de RNA, **acreditam que o RNA foi a molécula primordial que deu início à vida na Terra!** A hipótese do mundo

de RNA tem grande aceitação no mundo científico! Afinal, essa molécula possui outras capacidades que podem ter garantido seu sucesso, como: **armazenamento de informação genética, autorreplicação (capacidade de tirar cópias de si mesma de forma independente) e função catalítica, isto é, capacidade de conduzir e acelerar reações químicas.** Segundo esta hipótese, a molécula de RNA surgiu a partir de blocos construtores (nucleotídeos) presentes na sopa oceânica da terra primitiva.

“Ao longo de milhões de anos, esses RNAs se multiplicaram e evoluíram para criar uma série de máquinas de RNA. Em algum momento, o DNA e as proteínas evoluíram. As proteínas começaram a conduzir as reações químicas nas células, e o DNA—que é mais estável que o RNA—assumiu a tarefa de armazenar as informações genéticas.”

Fonte: khanacademy, 2023

Teoria da abiogênese X teoria da biogênese

A humanidade sempre teve curiosidade acerca do surgimento da vida na Terra e muitos cientistas, incluindo Aristóteles (384-322 a.C.), acreditavam que a vida poderia surgir espontaneamente da matéria inanimada, por meio de uma força vital. Um experimento clássico que buscou comprovar a teoria da **geração espontânea ou abiogênese** foi realizado por **Van Helmont**, no século XVII. Ele colocou roupas sujas misturadas com trigo e observou o surgimento de ratos, acreditando que estes animais surgiram espontaneamente da roupa suja!

Imagem 6. Experimento de Van Helmont



Fonte: Braz, [2023])

O médico italiano **Francesco Redi** (1626–1697) não aceitando que a vida poderia surgir da matéria bruta, realizou experimentos para confrontar esta ideia. Redi colocou pedaços de carne em potes de vidro, alguns vedados e outros abertos, deixando-os expostos no ambiente por alguns dias. Ele observou o surgimento de larvas apenas nos frascos abertos, compreendendo que as larvas surgiram a partir de ovos colocados pelas

moscas que conseguiram entrar em contato com a carne. Isto é, as larvas eram originadas pelo processo reprodutivo das moscas e não, espontaneamente da carne. Dessa forma, Redi contestou a abiogênese e fortaleceu a **teoria da biogênese**, que afirma que a vida surge a partir de outra vida preexistente.

Imagem 7. Experimento de Redi



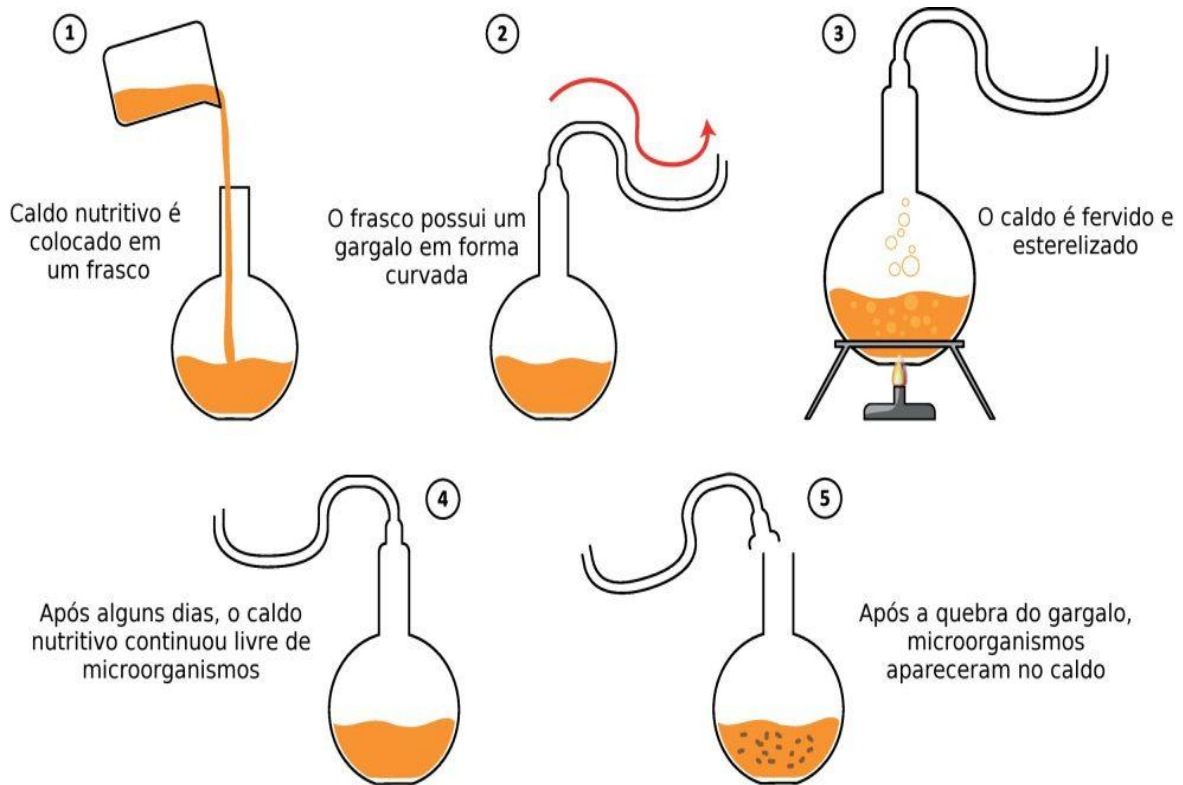
Fonte: Santos, [2024])

Mas o cientista **John Needham** (1713-1781) realizou um experimento para defender novamente a **abiogênese**. Ele ferveu caldo de carne para eliminar possíveis microrganismos, colocando-o em frascos fechados com rolha. Dias depois, Needham percebeu que havia contaminação por microrganismos no caldo nutritivo, levando-o a afirmar que eles surgiram graças à **força vital** presente naquele líquido.

Não satisfeito com as conclusões de Needham, em 1770, **Lazzaro Spallanzani** refez o seu experimento, mas ferveu o caldo por mais tempo para realmente eliminar os microrganismos e lacrou os frascos de forma hermética e eficiente, pois percebeu tais falhas no experimento de Needham. Ao analisar o resultado, Spallanzani observou que não havia contaminação do caldo por microrganismos, contestando a abiogênese. Porém, Needham se defendeu dizendo que Spallanzani havia eliminado “a força vital” com o super aquecimento. Desta forma, a abiogênese retomou sua força na comunidade científica.

Finalmente, por volta de 1861, **Louis Pasteur** realizou seu célebre experimento com balões pescoço de cisne, derrubando de vez a teoria da abiogênese. Ele ferveu caldo nutritivo e colocou em um balão, cujo pescoço curvo permitia a entrada de ar, mas retia partículas em suspensão nas paredes. Após alguns dias, o caldo permanecia sem contaminação por microrganismos, pois não havia a tal “força vital”. Segundo Pasteur, ao quebrar o pescoço do balão, o ar penetrava no frasco e contaminava o caldo, provando que tais microrganismos estavam no ar.

Imagem 8. Experimento de Pasteur



Fonte: Montesanti, [2024])

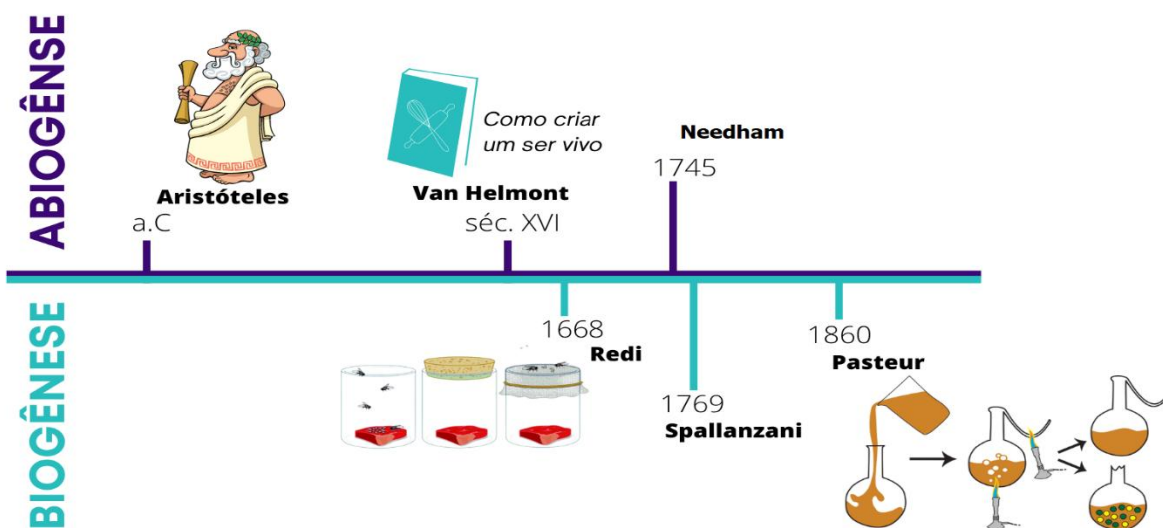
Criacionismo

O criacionismo baseia-se na crença que **um ser divino originou o universo e todos os seres vivos**. Para os cristãos, o livro de Gênesis retrata Deus como o criador do mundo e da vida em 6 dias. Apesar de muito aceita pelas diversas religiões, essa teoria contradiz a teoria da evolução de Darwin. Como a Ciência é experimental e utiliza o método científico para provar suas hipóteses, entendemos que o Criacionismo não deve ser considerado uma teoria científica já que não pode ser provado experimentalmente, mas deve ser respeitada.

ATIVIDADES

1. Analise a Imagem abaixo que mostra a linha do tempo da teoria da Biogênese e Abiogênese. Em seguida, resolva as perguntas que se seguem:

Imagem 9. Linha do tempo



Fonte: (Braz, [2023])

A) Quais cientistas listados na linha do tempo foram defensores da teoria da biogênese?

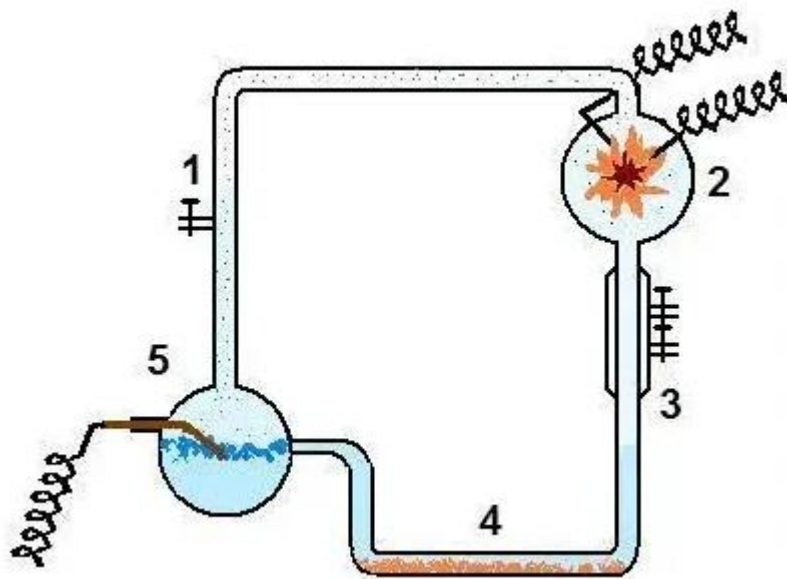
B) Quais foram os questionamentos de Spallanzani acerca dos experimentos de Needham?

C) Descreva o experimento de Spallanzani, com as devidas adequações feitas por ele, e suas conclusões.

D) Explique como a curvatura do balão pescoço de cisne de Pasteur impediu a contaminação do caldo por microrganismos.

2. O famoso experimento de Miller e Urey tentou reconstruir a atmosfera primitiva descrita por Oparin-Haldane na teoria da evolução química da vida e comprovar a formação de moléculas orgânicas no oceano primitivo.

Imagem 10. Experimento de Urey e Miller



Fonte: Projeto agatha, [2024])

Com base nos seus conhecimentos e na Imagem 10, analise as afirmativas abaixo:

- I. Os gases que poderiam estar presentes nesta atmosfera eram água, metano, amônia e hidrogênio, além de vapor d'água.
- II. Miller e Urey perceberam o surgimento de moléculas orgânicas no tubo em U, representado pelo número 4.
- III. O vapor d'água foi produzido experimentalmente no balão, representado pelo número 3.

- IV. Miller e Urey comprovaram que a ideia de Oparin e Haldane estava incorreta e que moléculas orgânicas não poderiam ser formadas naquelas condições.
- V. Em 2, os cientistas produziram faíscas elétricas com eletrodos para imitar as descargas elétricas que podem ter favorecido as reações químicas entre os gases na Terra primitiva.

Estão corretas as afirmativas: —————

3. Na hipótese do mundo de RNA, acreditam que o RNA foi a molécula primordial que deu início à vida na Terra! Segundo esta hipótese, a molécula de RNA surgiu a partir de blocos construtores presentes na sopa oceânica da terra primitiva. A hipótese do mundo de RNA tem grande aceitação no mundo científico, pois esta molécula possui capacidades que podem ter garantido seu sucesso. Liste essas capacidades:

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT202X) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

Unidade Temática:

- -Vida, Terra e Cosmo.

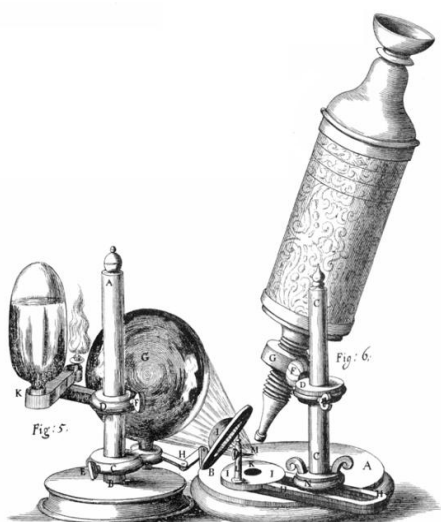
Objetos de Conhecimento:

- Teoria Celular.

CÉLULA, A UNIDADE BÁSICA DA VIDA.

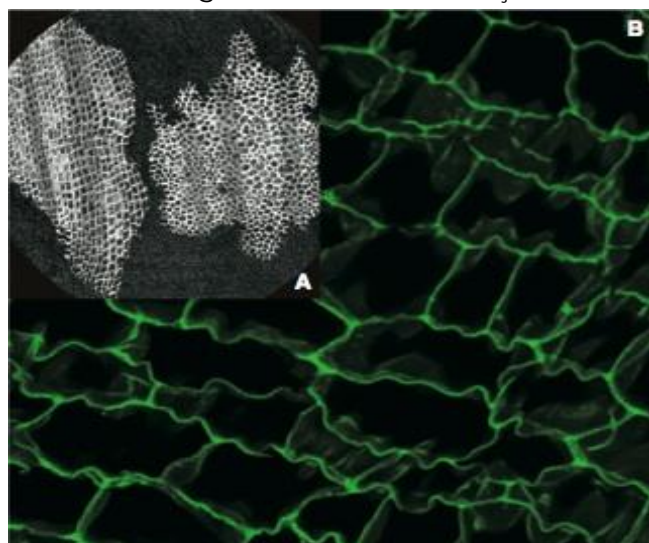
Você sabia que todos os seres vivos são formados por pelo menos uma célula, unidade básica dos seres vivos? Ela foi vista pela primeira vez pelo biólogo Robert Hooke em 1665 quando este visualizava cortes de cortiça (casca de árvore) em seu microscópio (Imagem 11). Mas, na verdade, Hooke visualizou apenas espaços vazios (Imagem 12) que denominou célula (do latim cellula, que significa pequeno compartimento).

Imagem 11. Microscópio de Hooke



Fonte: Wikipedia, 2024

Imagem 12. Célula de cortiça



(A) Imagem das células da cortiça de Robert Hooke de 1665

(B) Imagem de microscopia confocal a laser.

Fonte: Moreira, 2014

Após esta descoberta e com a evolução do microscópio, outras cientistas estudaram a célula, dentre eles Schleiden, Schwann e Virchow, e baseado em suas ideias foi proposta a teoria celular:

“A **teoria celular** baseia-se na hipótese de que todo organismo vivo possui células. Essa teoria é sustentada por três pilares:

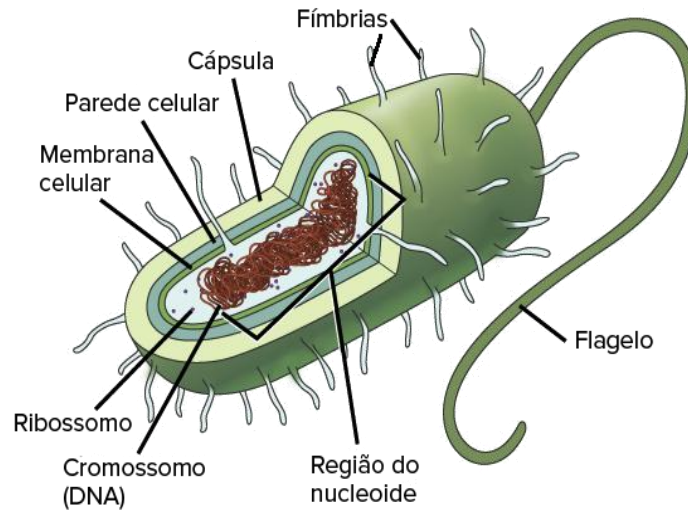
- Todos os seres vivos são constituídos por células, sendo estas, portanto, a unidade morfológica dos organismos vivos;
- As células realizam importantes atividades em seu interior e, por isso, são as unidades funcionais dos seres vivos;
- Uma célula é formada apenas a partir de outra célula preexistente.

Assim sendo, utilizando essa teoria como base, podemos dizer que a célula é a menor unidade estrutural e funcional dos seres vivos.” (Santos, 2024)

Estima-se que as primeiras células surgiram há aproximadamente 3,5 bilhões de anos atrás, no oceano primitivo. Os primeiros seres vivos possuíam uma organização muito simples, eram **procariontes**. O processo evolutivo a partir dessas células mais simples originou células de organização mais complexas, chamadas de **eucariontes** (*eu* = Verdadeiro).

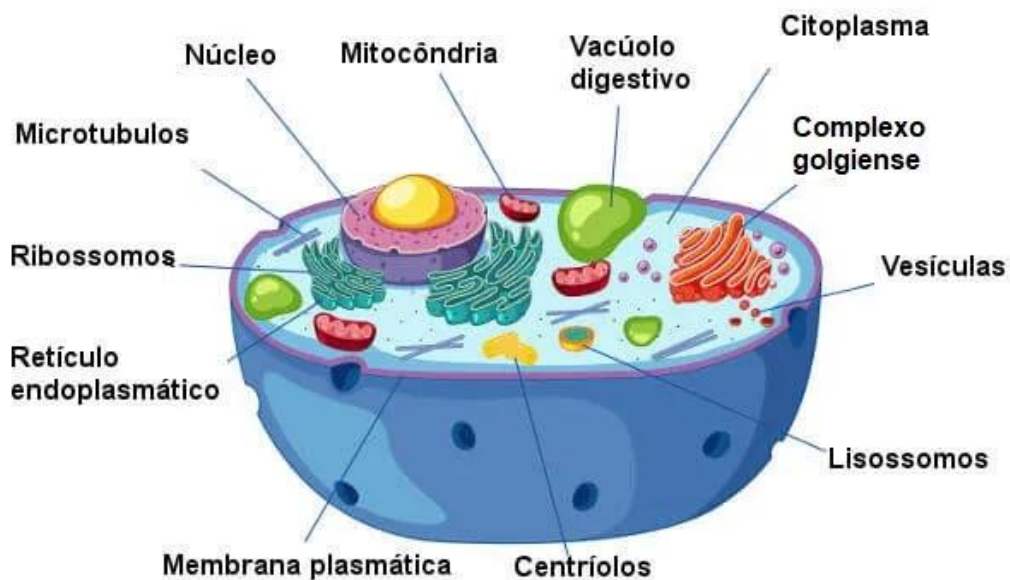
Nas imagens abaixo, vamos observar as semelhanças e diferenças entre célula procarionte e eucarionte. A procarionte (Imagem 13), presente apenas em bactérias, cianobactérias e arqueas, **não possui núcleo organizado, tendo o material genético disperso no citoplasma**, apresentam ribossomos como única organela e podem apresentar, além da membrana celular, parede celular e cápsula. A célula **eucarionte** (Imagem 14), presente nos demais organismos (protozoários, fungos, vegetais e animais), possui o núcleo organizado envolvido por membrana nuclear ou carioteca. Este tipo celular apresenta diversos tipos de organelas citoplasmáticas além dos ribossomos: lisossomos, **centríolos**, **complexo de Golgi**, **Retículo endoplasmático rugoso (RER) e liso (REL)**, **mitocôndrias**, **peroxissomos e outras**.

Imagem 13. Célula procarionte



Fonte: (khanacademy, [2024])

Imagem 14. Célula eucarionte



Fonte: (Santos, [2024])

Saiba mais...

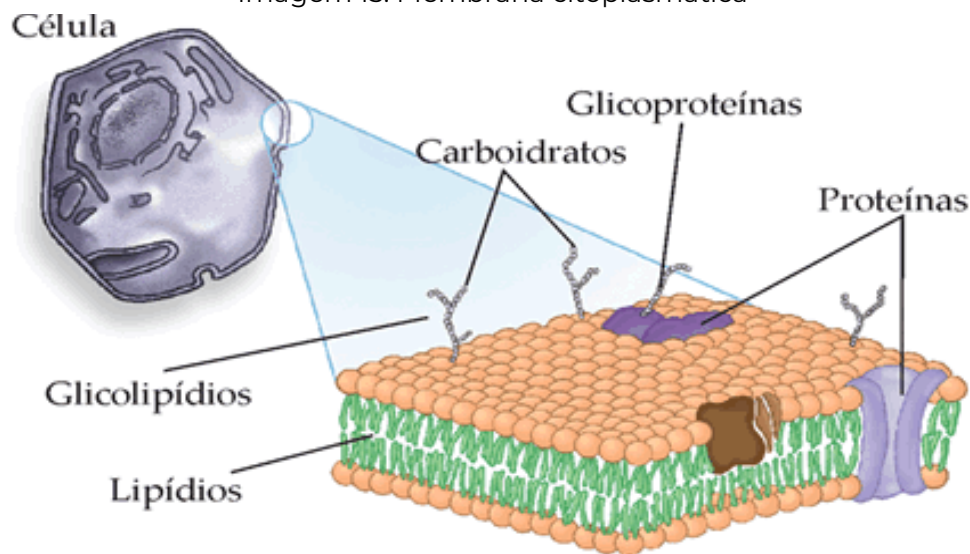
Assista ao vídeo: Células procariontes e eucariontes.
Disponível em: https://youtu.be/5_TxiRPsvUY.

Vamos agora analisar as células e suas partes: membrana citoplasmática, o citoplasma e o núcleo.

Membrana citoplasmática

A **membrana citoplasmática** envolve e protege a célula, separando o interior celular do ambiente e funcionando como uma barreira semipermeável que seleciona o que entra e o que sai (permeabilidade seletiva). A membrana é formada por duas camadas de fosfolipídios de consistência oleosa e fluída, nela estão inseridas proteínas de superfície ou que atravessam a membrana formando uma mistura ou mosaico fluido (Imagem 15). A membrana citoplasmática não é rígida, mas de estrutura dinâmica e flexível, pois as proteínas e também os lipídios apresentam a capacidade de movimentação.

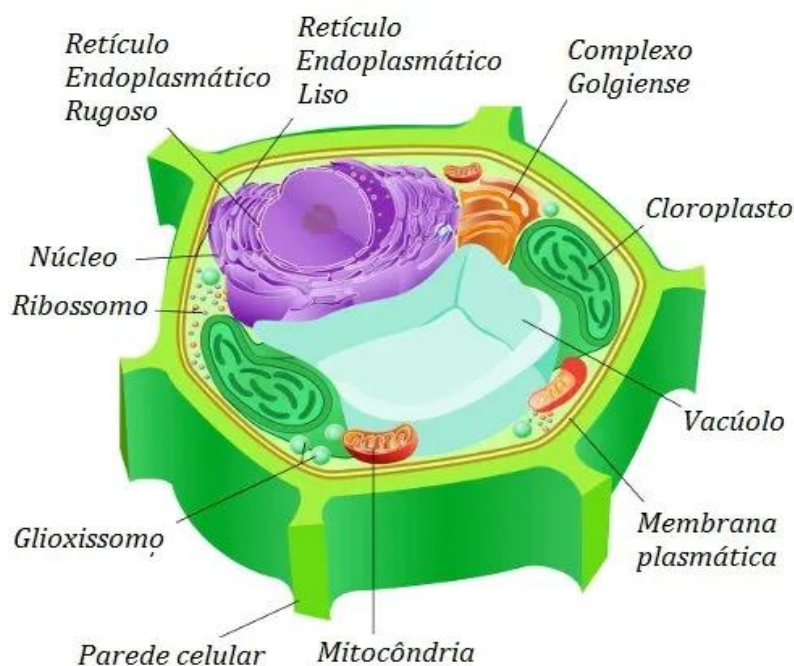
Imagem 15: Membrana citoplasmática



Fonte:(Só biologia, 2024)

Além da membrana, as células de algumas bactérias, fungos e todos os vegetais, possuem um envoltório extracelular denominado parede celular (Imagem 16), de composição variada de acordo com o grupo. A parede celular protege e mantém a forma da célula, sendo mais rígida. Você sabia que a célula vegetal possui organelas importantes para a fotossíntese e armazenamento de água e substâncias? **São cloroplastos e vacúolos de suco celular**, respectivamente!

Imagem 16. Célula eucarionte vegetal



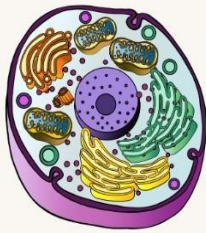
Fonte: (Santos, [2024])

Citoplasma

O **citoplasma** é preenchido por uma matéria coloidal e semi-fluída denominada citosol, o suco citoplasmático é composto em sua maior parte por água, além de outras substâncias como proteínas, íons e sais. Nele encontram-se as **organelas celulares**, que são estruturas membranosas (em sua maioria) e funcionam como “minúsculos órgãos” da célula, pois realizam importantes funções para a perfeita atividade celular como: respiração celular, síntese de substâncias, digestão, transporte de substâncias, armazenamento, dentre outras.

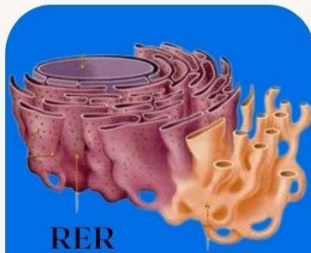
- ⇒ **Organelas membranosas:** As organelas podem ser formadas por membranas como a mitocôndria, retículo endoplasmático, complexo golgiense, lisossomo, peroxissomo, cloroplasto e vacúolo.
- ⇒ **Organelas não membranosas:** São organelas ou estruturas que não são formadas por membranas como os centríolos, ribossomos e citoesqueleto.

Estudante, podemos imaginar que as células sejam bem gelatinosas, mas as células eucariontes possuem uma estrutura resistente formada por uma rede de filamentos denominada de **citoesqueleto**. Ele contribui para a forma da célula, divisão celular, movimentação e até mesmo para a sustentação da membrana plasmática e organelas. Os componentes do citoesqueleto são os microfilamentos, os filamentos intermediários e os microtúbulos.



organelas membranosas

Retículo
endoplasmático
rugoso- RER



RER
Possui íntima relação com o núcleo, responsável pela síntese, modificação e transporte de substâncias. Possuem ribossomos aderidos em sua membrana para a síntese de proteínas.

Retículo
endoplasmático liso -
REL



REL
Participar da produção de lipídios (gorduras), especialmente os fosfolipídios, colesterol e esteroides (incluindo os hormônios sexuais estrogênio e testosterona).

Complexo de Golgi



Responsável pelo armazenamento, modificação, empacotamento e endereçamento das substâncias na célula.

Mitocôndria



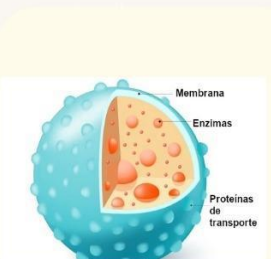
Atuam na respiração celular, processo de quebra da glicose para produção de energia para a célula. Obs. ela possui DNA próprio.

cloroplasto



Organela que ocorre apenas nas células de vegetais e algas, são ricas em clorofila para a realização de fotossíntese. Obs. ele possui DNA próprio.

Lisossomo



Lisossomo é uma organela celular encontrada apenas em células eucarióticas que atua na digestão intracelular

Fonte: (Araujo, 2024)



organelas membranosas

Peroxisissomos

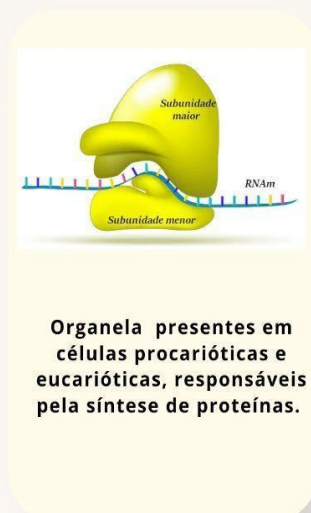


vacúolo



organelas não membranosas

Ribossomos



Centríolos



Citoesqueleto

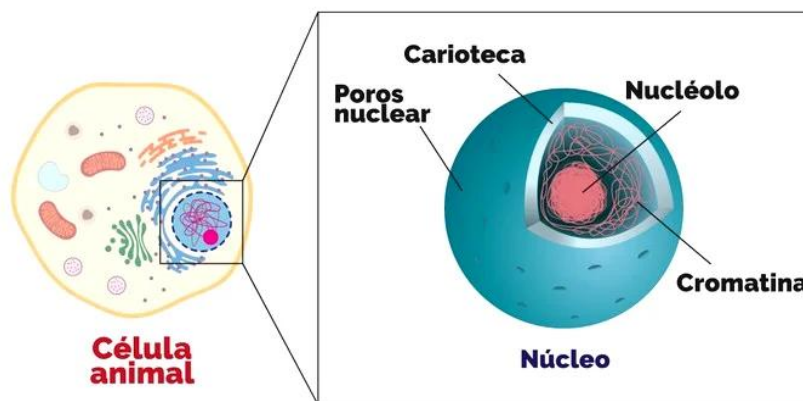


Fonte: (Araujo, 2024)

Núcleo

Estudante, o núcleo desempenha diferentes funções, sendo uma delas o controle das atividades celulares. O núcleo organizado, presente nas células eucarióticas, é formado por vários componentes, tais como o **nucléolo** (formado principalmente por RNA ribossomal e proteínas), o nucleoplasma (gel proteico que preenche o espaço nuclear), a **cromatina** formada por DNA e proteínas (que pode condensar-se para formar os **cromossomos**) e a **membrana nuclear ou carioteca** (envelope que envolve o material genético separando-o do citoplasma). **A membrana nuclear possui poros que permitem o livre trânsito de moléculas de RNA e proteínas entre o núcleo e o citoplasma** (Imagem 17).

Imagem 17. Partes do núcleo

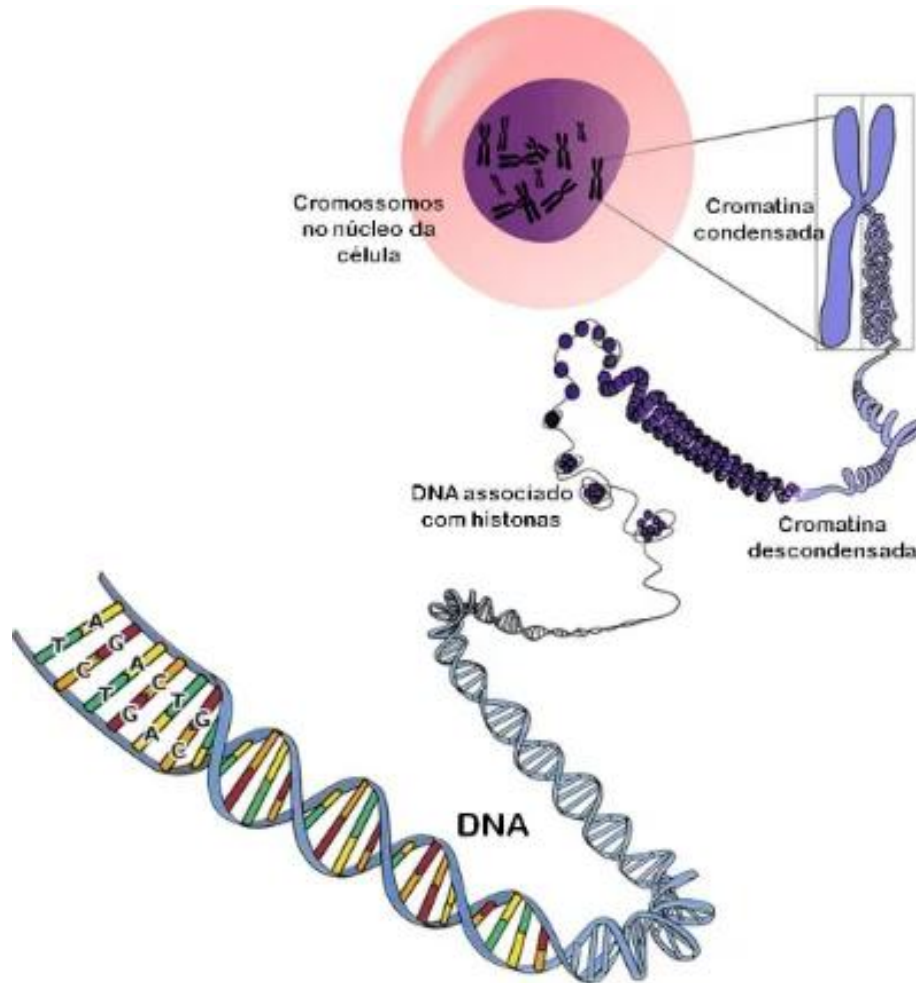


Fonte: (Castilho, [2024])

Qual é a diferença entre a cromatina e o cromossomo?

A **cromatina** corresponde a um longo e fino filamento de **DNA** associado a proteínas, como as histonas, encontrado durante a interfase, fase em que a célula não encontra-se em divisão. Na maior parte da vida da célula, a cromatina está **descondensada**, ou seja, ela existe em fitas longas e finas ao microscópio. Para a divisão celular, a cromatina enrola-se sobre si mesma (**condensação**) para formar os **cromossomos** (Imagem 18). Isto é, cromossomo e cromatina são dois aspectos morfológicos que tem como base a mesma estrutura: O DNA!

Imagem 18. Cromatina e cromossomo



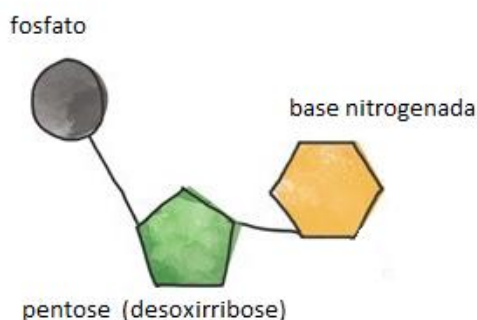
Fonte: Magalhães, [2024])

DNA: a molécula da vida

Estudante, vamos conhecer melhor funções e estrutura do DNA, que é uma macromolécula fundamental para a continuidade da vida! O DNA é responsável por armazenar e transmitir as informações hereditárias, isto é, que é passada de pais para filhos, fornecendo instruções ou códigos de como fazer diferentes tipos de proteínas do organismo.

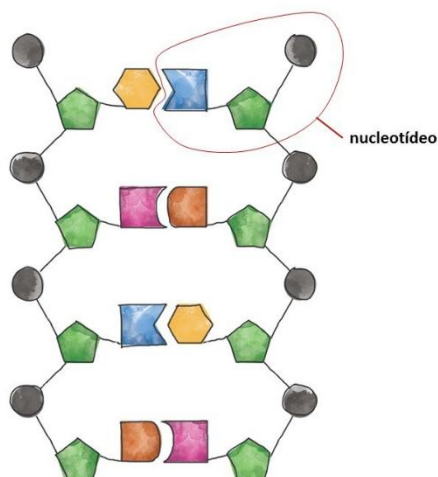
Agora, vamos compreender a estrutura do DNA. O DNA é um ácido nucleico composto por “peças que se encaixam”, os **nucleotídeos**, que são compostos por três partes: **Um açúcar de cinco carbonos (pentose) denominado desoxirribose, uma base nitrogenada e grupo fosfato** (Imagem 19).

Imagem 19. Nucleotídeo



Fonte:(Projetosemear, [2024])

Imagem 20: Molécula de DNA



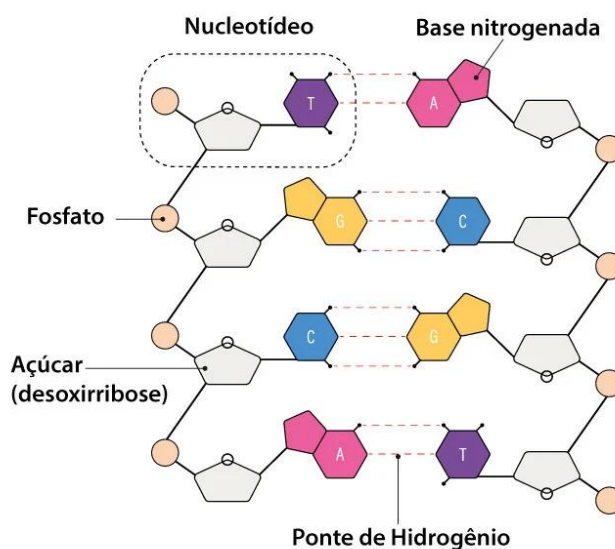
Fonte: (Projetosemear, [2024])

Como os nucleotídeos se unem para formar um polinucleotídeo?

Os nucleotídeos são unidos entre si por ligações químicas (peça verde - peça preta (Imagem 20) formando uma longa molécula de polipeptídeo. O DNA é formado por duas cadeias de polinucleotídeos (fita) que formam uma dupla-hélice. (Imagem 18).

Como as duas cadeias de polinucleotídeo se unem? Elas se unem entre as bases nitrogenadas de cada cadeia ou fita de DNA. As bases nitrogenadas são 4: Citosina (C), Timina (T), Adenina (A) e a Guanina (G). Dessa forma, ligam-se: A com T e C com G por afinidade química. Vamos conhecer detalhadamente esta molécula e como as ligações ocorrem (Imagem 21)?

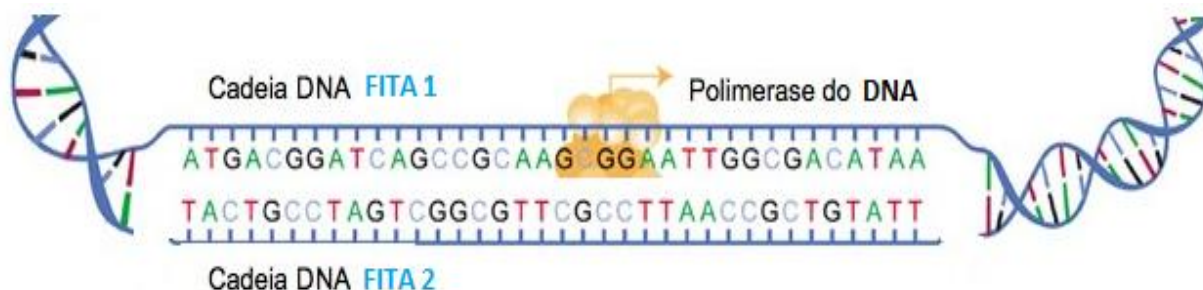
Imagem 21. Molécula de DNA



Fonte: (Castilho, [2024])

Podemos simplificar o DNA de dupla-hélice como um **modelo de escada helicoidal**. Nele, o grupo **fosfato e a pentose** não aparecem em detalhes, mas estão formando o **corrimão** da escada e **as bases nitrogenadas**, representadas por letras, formam os **degraus**. Veja como as fitas 1 e 2 se complementam (Imagem 22):

Imagem 22. DNA: fita 1 e 2

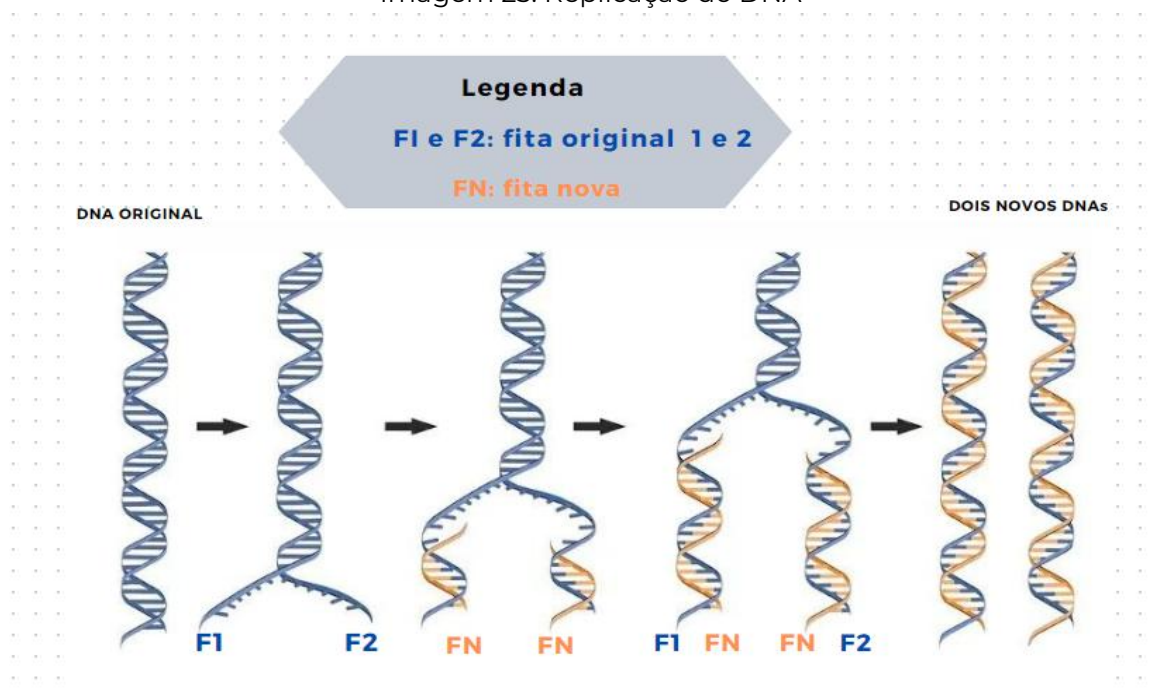


Fonte: adaptado de (Moreira, 2015)

Como a célula produz novas moléculas de DNA?

O processo de **duplicação ou replicação** do DNA ocorre para preparar a célula para a divisão celular (Imagem 23). Afinal, a célula-mãe terá que dobrar o número de DNA para depois dividi-lo com as células-filhas! Neste processo as **fitas originais do DNA (F1 e F2, em azul)** se abrem e servem de molde para a produção de fitas **novas (FN, em laranja)**, assim a **duplicação da molécula é denominada semiconservativa**, pois as duas moléculas de DNA formadas terão sempre uma fita original e uma fita nova, portanto híbridas.

Imagem 23. Replicação do DNA



Adaptado pela autora Fonte: (Biologia net, [2024])

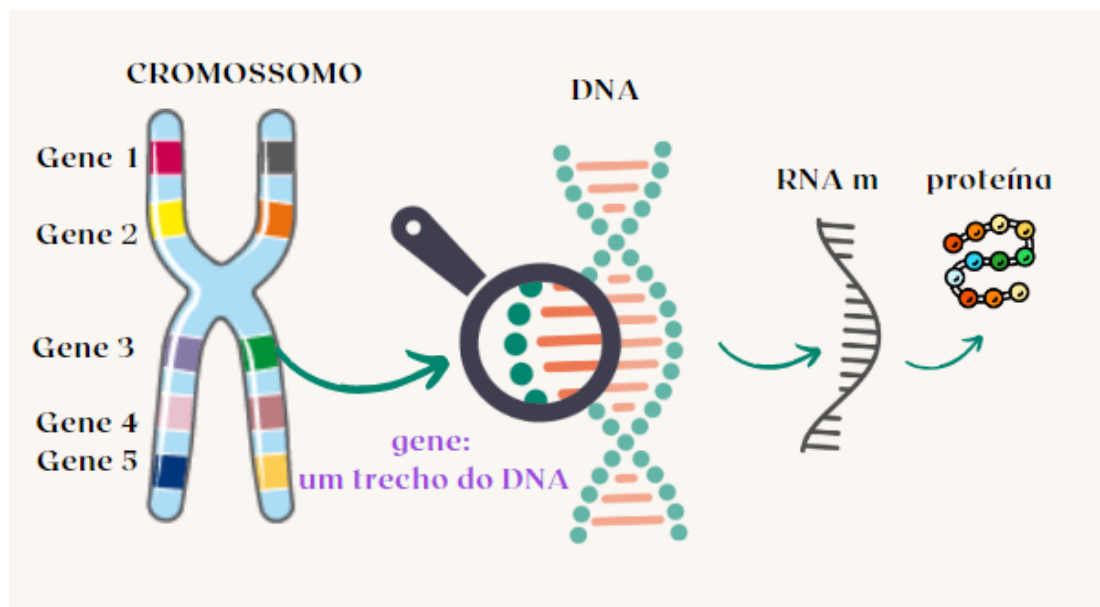
Relação DNA, GENE, RNA e proteína.

Bom saber: “A molécula de DNA, tem sua estrutura ordenada por quatro componentes químicos diferentes entre si (Adenina, Guanina, Citosina e Timina ou A, G, C, T), que **se repetem por quase três bilhões de vezes variando suas sequências, por exemplo: AGGCTACT... nos 23 pares de cromossomos**. Apenas 3% dessa sequência evoluíram para produzir proteínas, enzimas e hormônios, e essas pequenas porções de sequências úteis são denominadas por genes. O restante, 97% das moléculas de DNA do nosso organismo, não tem função de genes, servem como se fossem “esqueletos” dos cromossomos.” (CET, 2024).

-Vamos compreender como estas moléculas estão interligadas?

O DNA, portanto, é formado por vários trechos ou porções denominadas **genes**. A **expressão gênica** é o processo de fabricação de produtos funcionais, como RNA (na **transcrição**) e proteínas (na **tradução**). As “receitas” contidas nos genes são enviadas como mensagem pelo **RNA mensageiro (RNAm)** até os ribossomos, que são as “fábricas de proteínas” localizadas no citoplasma (Imagem 24).

Imagem 24. Expressão gênica



Fonte: (Araújo, 2024)

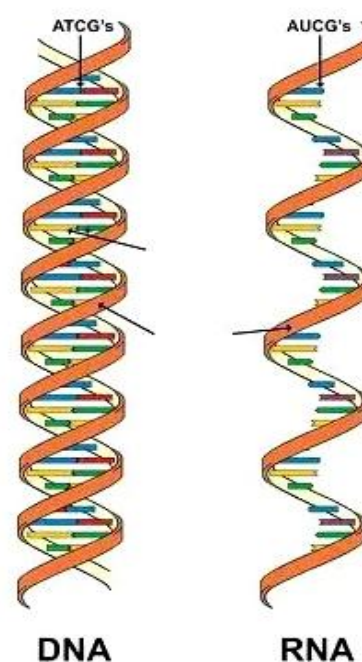
Vamos conhecer melhor o RNA?

Estudante, existem diferenças entre RNA e o DNA, pois

o **RNA possui uma molécula de açúcar (ribose) diferente do DNA (que possui desoxirribose)**; outra diferença está na base nitrogenada **uracila (U)**, presente apenas no RNA (este não apresenta a timina, T). O RNA é um ácido nucleico que atua de diversas formas na síntese de proteínas. Vamos conhecer o tipos de RNA:

➤ RNA mensageiro (RNAm): É formado por códons, sequências de três bases nitrogenadas (que podem ser A, U, C ou G), que codificam aminoácidos durante a síntese de proteínas. Uma proteína é formada por um conjunto de 20 tipos de aminoácidos.

Imagem 25: DNA e RNA



Fonte: (Batista [2024])

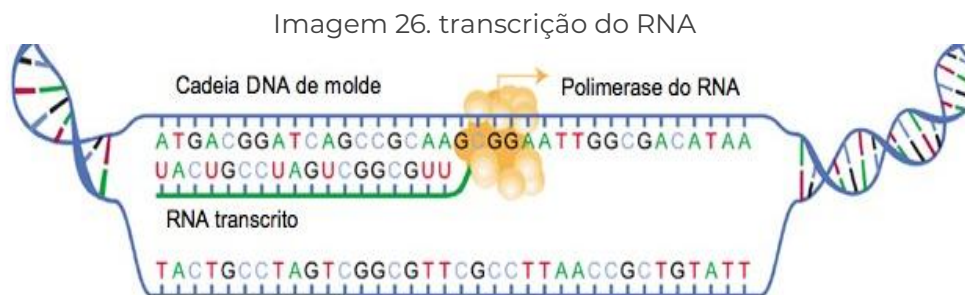
- ⇒ RNA ribossômico (RNAr): é o principal constituinte dos ribossomos. Formado por duas subunidades, a maior e a menor.
- ⇒ RNA transportador (RNAt): sua função é transportar as moléculas de aminoácidos dispersa no citoplasma até os ribossomos, onde serão utilizados na síntese de proteínas.

Processo de Transcrição

Estudante, sabemos que o DNA codifica as características genéticas de um organismo. Para tanto, a mensagem contida em cada trecho de DNA (gene ativo) deve ser lido ou traduzido para a produção de proteínas nos ribossomos. Mas o DNA, na célula eucariótica, localiza-se no núcleo e as fábricas de proteínas (os ribossomos) encontram-se no citoplasma. Como a célula resolve este problema espacial? Ora, construindo o RNA mensageiro (RNAm) a partir de uma sequência do DNA-molde no processo de transcrição! Como seu próprio nome diz, o RNA mensageiro leva a mensagem do DNA para o ribossomo servindo de elo! Vamos entender como esta molécula é fabricada em detalhes:

O RNAm é formado por uma molécula de fita simples fabricada utilizando-se um trecho de uma fita de DNA como molde (gene ativo) num processo denominado **transcrição**. Observe que neste processo uma fita de DNA se abre e serve de molde para a construção do RNA mensageiro pela enzima

polimerase, mas agora **A (Adenina)** não se liga com T (Timina), mas **liga-se com U (Uracila)** e **C (Citosina)** continua ligando-se com G (Guanina).
Veja na (Imagem 26:



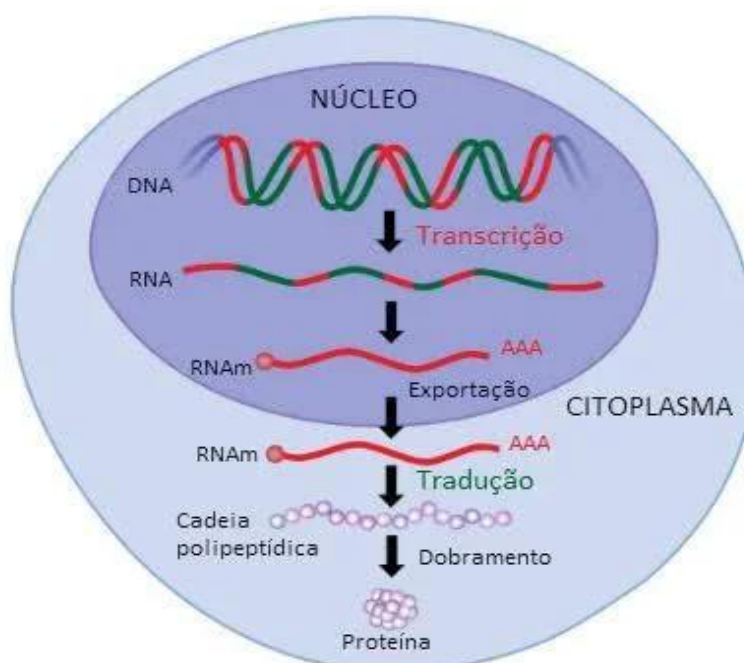
Fonte: (Moreira, 2015)

Processo de Tradução: Como se produz proteínas?

Estudante, a fita de RNAm produzida sairá do núcleo, após sofrer algumas modificações, e passará pelos poros da membrana nuclear chegando ao citoplasma para levar a mensagem até os ribossomos livres ou presentes no retículo endoplasmático rugoso, outra organela citoplasmática.

Após ligação entre mensageiro e ribossomo, ocorrerá a **tradução gênica**, que é o processo no qual ocorre a síntese de uma proteína ou cadeia polipeptídica. No processo de tradução, as mensagens genéticas contidas no RNAm orientam a ordem dos aminoácidos para a formação da cadeia polipeptídica no ribossomo (Imagem 27).

Imagem 27: Esquema resumo de transcrição e tradução



Fonte (Batista, [2024])

Conformações espaciais das proteínas

As proteínas possuem diferentes níveis estruturais, isto é, a cadeia polipeptídica poderá se enrolar, dobrar e até mesmo se agrupar com outras! Entende-se por estrutura da proteína a sua conformação natural (forma) necessária para desempenhar suas funções biológicas (Imagem 28).

As proteínas podem ter **estrutura primária** (sua sequência linear de aminoácidos que formam a molécula), **secundária** (resultantes do enrolamento helicoidal filamento protéico) sobre si mesmo), **terciária** (resultantes do dobramento do filamento protéico sobre si mesmo) e **quaternária** (corresponde a duas ou mais cadeias polipeptídicas, que se agrupam e se ajustam para formar a estrutura total da proteína).

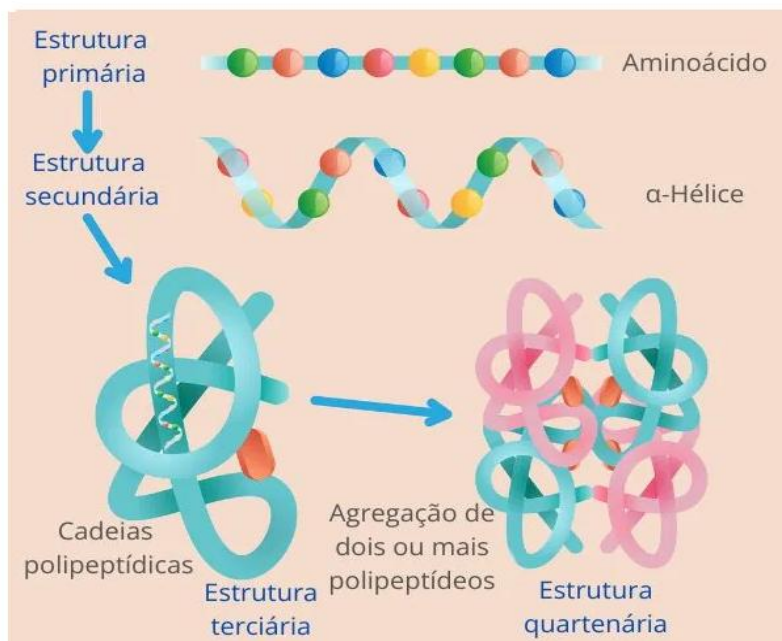
Estudante, as proteínas precisam manter sua estrutura tridimensional para exercer suas funções. A **desnaturação** refere-se à alteração na estrutura tridimensional de uma proteína, resultando na perda de sua forma e, na maioria dos casos, de sua função. Isso pode ocorrer por variação na temperatura e pH do meio. Uma enzima amilase, por exemplo, ao perder a forma estrutural da região de ligação com o amido (sítio ativo), não conseguirá se encaixar neste substrato e realizar sua digestão (como chave e fechadura que não são compatíveis).

Herança do DNA

Estudante, você já deve ter ouvido falar muito em teste de paternidade. Vamos compreender melhor como a análise de DNA permite descobrir laços de parentesco:

“Cada um de nós nasce com uma estrutura genética única. O DNA é esta “impressão biológica” única que compõe o material genético de uma

Imagem 28. Estrutura da proteína

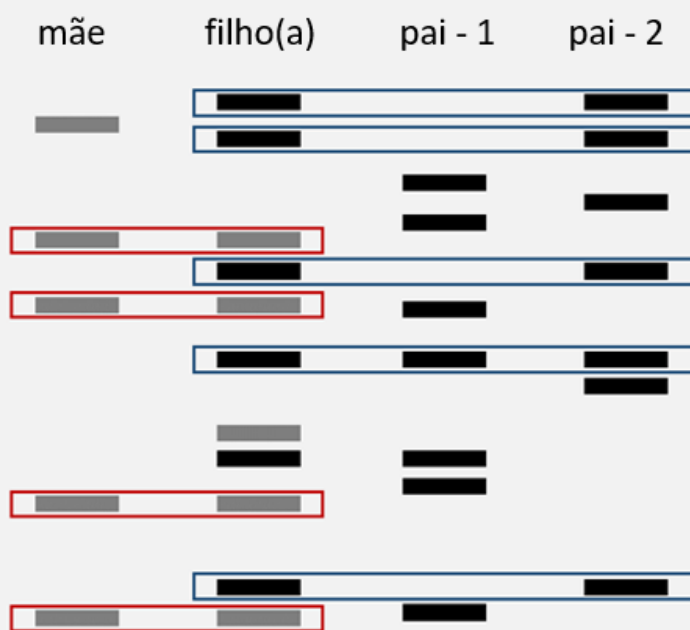


Fonte: (Flores,[2024])

pessoa. Este material genético é obtido do DNA de ambos os pais. Metade do DNA é herdado da mãe biológica e a outra metade do pai biológico. Esta é a premissa sobre a qual o teste de paternidade é construído. Primeiro, são realizadas colheitas de DNA da criança e do suposto pai. Ao analisar os resultados, a probabilidade de parentesco é determinada.

O teste de paternidade de DNA envolve a coleta de uma amostra de DNA de uma criança e do suposto pai. A amostra de DNA pode ser colhida usando vários métodos. Os métodos mais comuns são a colheita de uma amostra de sangue ou uma zaragatoa – cotonete na parte interna da bochecha. Em seguida, o DNA é fragmentado usando uma das várias abordagens e os fragmentos são inseridos num gel que os separa por tamanho, criando um padrão de bandas distinto.” (Código ADN, [2024]). Os padrões dessas bandas fornecem informações sobre as relações biológicas, conforme descrito a seguir (Imagem 29):

Imagem 29: teste de paternidade



Perfil de DNA em testes de paternidade. As crianças herdam metade do DNA de cada pai e, portanto, possuem uma combinação de ambos. Fragmentos de DNA da criança também devem estar presentes nos fragmentos da mãe (em cinza) e do pai (em preto). Neste exemplo, é mais provável que o pai 2 seja o pai biológico.

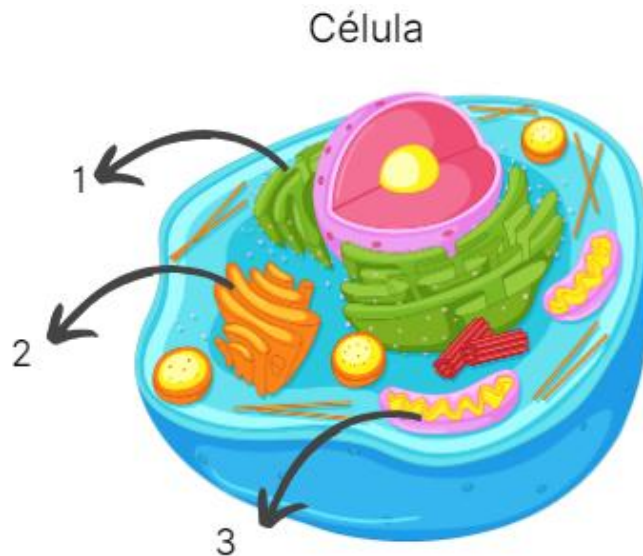
Fonte: (Código ADN,[2024])

Os testes de DNA costumam proporcionar probabilidades cumulativas positivas de paternidade acima de 99,9% quando o suposto pai é analisado.

ATIVIDADES

1. A célula é a unidade fundamental dos seres vivos. Ela contém toda a “maquinaria” necessária para seu perfeito funcionamento, pois contém organelas citoplasmáticas que trabalham juntas para a manutenção da vida. Analise a Imagem abaixo de uma célula animal representada abaixo (Imagem 30):

Imagem 30. Célula animal



Fonte: (Araujo, 2024)

A) Quais organelas estão representadas pelos números 1, 2 e 3, respectivamente?

B) Qual número representa a organela responsável pela produção de energia na célula?

C) A célula representada é eucarionte ou procarionte? Justifique sua resposta.

2. A célula vegetal apresenta as estruturas básicas de uma célula animal: membrana plasmática, citoplasma, organelas celulares e núcleo organizado. Observe a Imagem abaixo (Imagem 31):

Imagem 31. Célula vegetal



Fonte: (Araújo, 2024)

A) Quais organelas e estruturas são encontradas na célula vegetal e não ocorrem na animal?

3. O processo de duplicação ou replicação do DNA ocorre para preparar a célula para a divisão celular. Afinal, a célula-mãe terá que dobrar o número de DNA para depois dividi-lo com as células-filhas! Com base em seus conhecimentos sobre este processo, explique a frase: A replicação do DNA é semiconservativa.

4. Leia as afirmativas sobre o núcleo e seus componentes:

- I. A molécula de DNA é formada por 3 “peças” : grupo fosfato, desoxirribose (pentose) e base nitrogenada, que se encaixam formando o nucleotídeo.
- II. Não existe comunicação entre o núcleo e o citoplasma, portanto nenhuma molécula entra ou sai do núcleo.

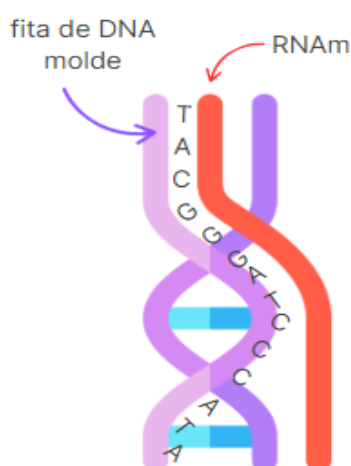
- III. O RNA mensageiro (RNAm) é uma molécula idêntica ao DNA, mas possui função diferente.
- IV. O núcleo é responsável pelo controle das atividades celulares.
- V. A tradução da proteína ocorre no núcleo.

Estão corretas as afirmativas:

- A) apenas a I, II e III
- B) apenas II e V
- C) apenas I e IV
- D) todas estão corretas

5. Observe no esquema abaixo (Imagem 32) a fita de DNA que serve de molde para a construção de uma molécula de RNAm. Lembrando que o RNA mensageiro possui as bases A,C,G e U mas não possui Timina (T), responda:

Imagem 32. DNA e RNA



Fonte: (Araújo, 2024)

A) Sabendo que a fita molde de RNAm (Imagem 24) possui a sequência inicial de bases TAC GGG, qual será a sequência de bases do RNA correspondente?:

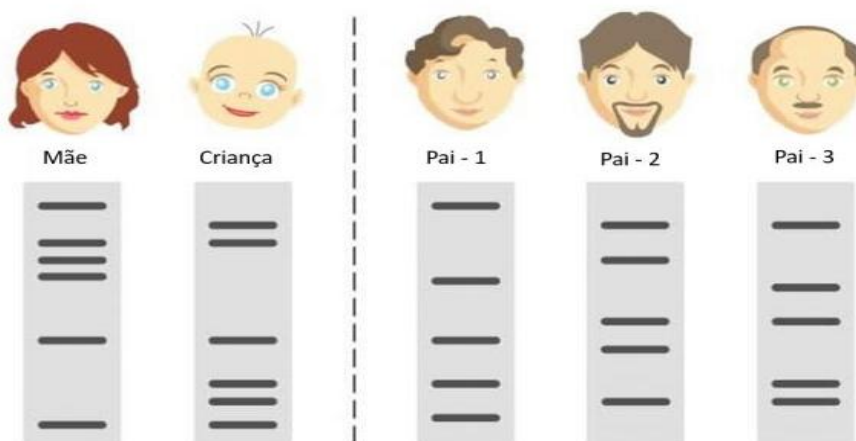
- () AUG TTT (...) AUG CCC () ATG CCC () AAA CAC

B) Qual é a função do RNA mensageiro na síntese de proteínas?

C) Diferencie por meio de esquema a estrutura primária, secundária e terciária e quaternária das proteínas.

6. Um teste de DNA foi solicitado por uma mulher que queria confirmar a paternidade dos filhos. O teste de paternidade de DNA envolve a colheita de uma amostra de DNA de uma criança e do suposto pai. Analise os resultados de padrão de bandas obtidos (Imagem 33):

Imagem 33. Resultado de teste de DNA



Fonte: (Código ADN,[2024]).

A criança herda metade do número de DNA do pai e metade da mãe e, portanto, possui uma combinação de ambos. Sabendo que fragmentos de DNA da criança também devem estar presentes nos fragmentos da mãe e do pai, quem é o provável pai da criança?

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT202X) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

Unidade Temática:

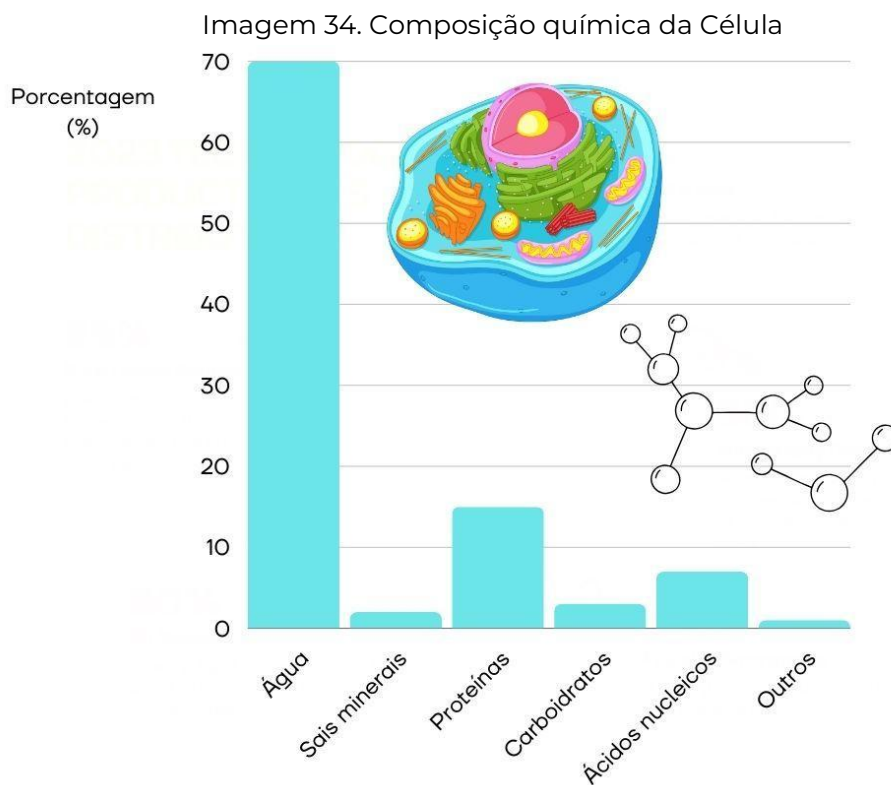
- Vida, Terra e Cosmo.

Objetos de Conhecimento:

- Constituição bioquímica dos seres vivos.

Composição química dos seres vivos

“Humanos, árvores, amebas, cobras, musgos. Você pode achar que esses, e tantos outros seres vivos, não têm nada em comum. Mas se suas formas e hábitos são tão diferentes, ao menos em sua constituição química eles são semelhantes. Ao analisarmos os componentes das células de diversos seres vivos, veremos que existem algumas substâncias que estarão sempre presentes. São elas: água, minerais, carboidratos, lipídios, proteínas e ácidos nucleicos. A quantidade de cada um desses elementos varia de acordo com a espécie, a idade e o tecido analisado. No entanto, a água é o componente que está sempre presente em maior quantidade, chegando a representar até mais de 85% do peso de um organismo. Os minerais aparecem sempre em menor quantidade”. (Brits,2014). Observe a Imagem 34 a seguir:



Estudante, já conhecemos a célula e suas partes, agora vamos compreender a composição química essencial para seu metabolismo e sobrevivência dos diversos tipos de seres vivos. As substâncias essenciais à vida podem ser orgânicas ou inorgânicas.

Substâncias orgânicas: As substâncias orgânicas são formadas por cadeias **de carbono** ligados entre si e por outros elementos como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e outros. Exemplos:

Proteínas: Moléculas presentes em todas as estruturas celulares, são formadas por aminoácidos e sua presença é indispensável para o metabolismo do organismo. As proteínas atuam de diversas maneiras no organismo: como catalisadoras de reações químicas, como enzimas; na defesa, como anticorpos; na comunicação celular, como neurotransmissores; no transporte de substâncias, como é o caso da hemoglobina, que atua no transporte de oxigênio; promovem sustentação, como o colágeno, que atua na sustentação da pele, dentre outras funções (Imagem 35).

Imagem 35. Proteínas no organismo.

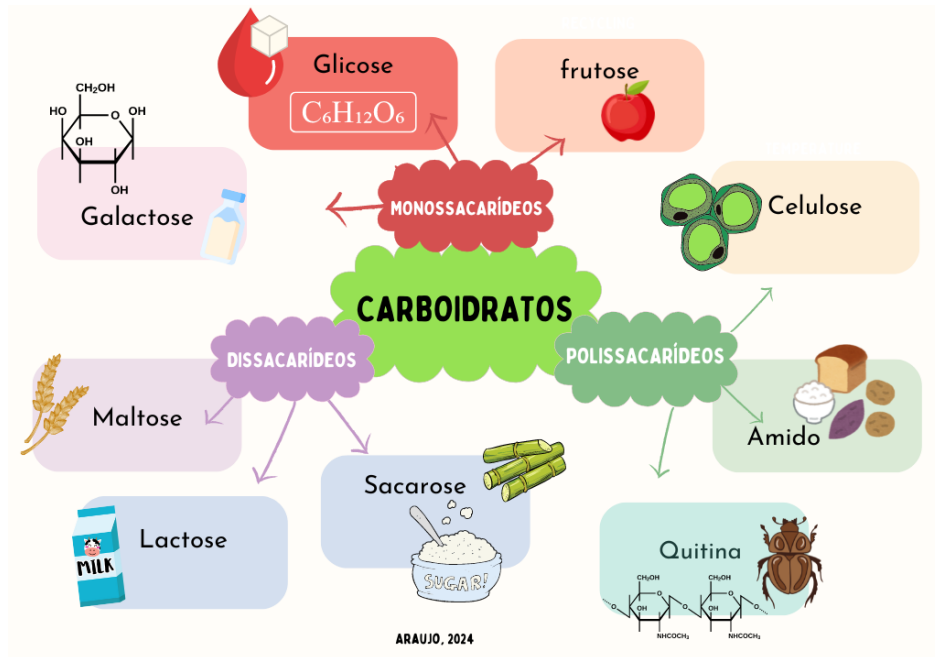


Fonte: (Fogaça, [2024])

Carboidratos (Glicídios ou Açúcares): São importantes fontes de energia às células e ao organismo. Podem ser formadas por uma, duas ou mais moléculas de açúcar, sendo denominados, respectivamente, de monossacarídeos (glicose, galactose e frutose) dissacarídeos (sacarose, lactose e maltose) e polissacarídeos (amido, glicogênio, celulose, quitina). Alguns têm função estrutural, como celulose e quitina; e de reserva, como amido e glicogênio (Imagem 36).

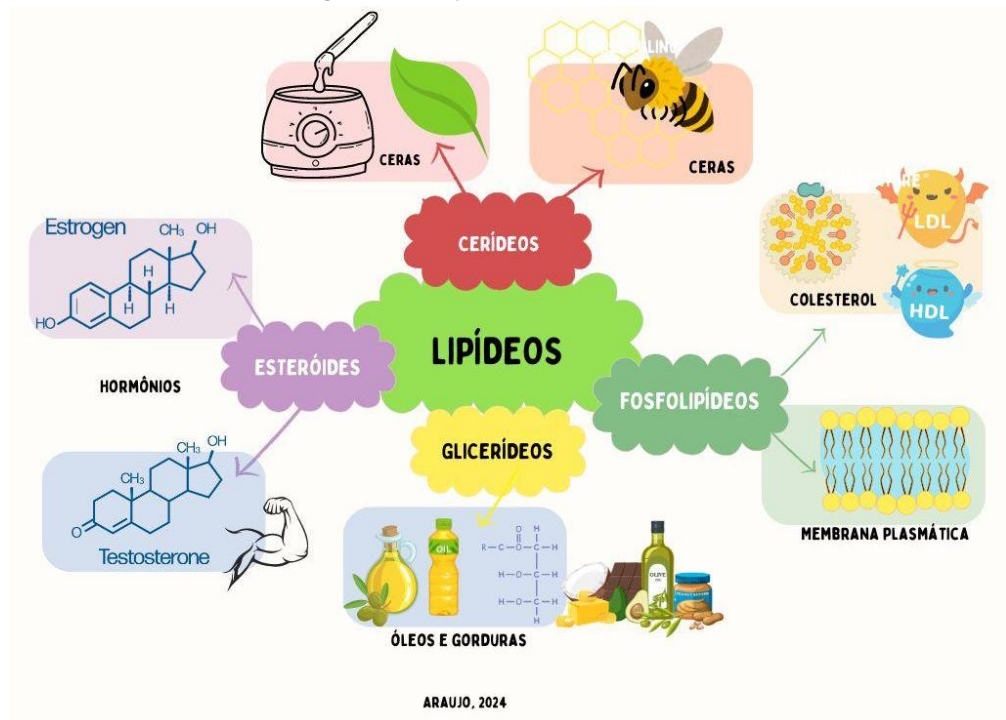
Lipídios: São insolúveis em água, atuam como reserva de energia, isolante térmico, participam de processos metabólicos, formam as membranas celulares e alguns hormônios, protegem órgãos contra impactos, entre outras funções. São classificados em glicerídeos, ceras, esteróides, fosfolipídios e carotenóides (Imagem 37).

Imagem 36. Carboidratos



Fonte: (Araujo, 2024)

Imagem 37. Lipídeos



Fonte: (Araújo, 2024)

Vitaminas: podem ser hidrossolúveis (solúveis em água) ou lipossolúveis (solúveis em lipídios). São necessárias em pequenas quantidades pelo organismo, mas são fundamentais para o equilíbrio das funções vitais. As vitaminas são adquiridas por meio de uma alimentação variada rica em frutas, legumes, cereais, verduras e carnes. Em níveis baixos (hipovitaminose) no organismo pode causar diversas reações e até mesmo

doenças graves. Veja o resumo de vitaminas a seguir (Imagem 38):

Imagem 38. Tabela de vitaminas

Vitamina D	Vitamina E	Vitamina K
•Funções: Absorção de cálcio e fósforo. Auxilia o crescimento e a resistência dos ossos, dentes, músculos e nervos; •Fontes: Leite e derivados, margarinas e cereais enriquecidas, peixes gordos, ovos, levedo de cerveja. •Hipovitaminose: •Anormalidades ósseas, raquitismo, osteomalácia;	•Funções: Ação antioxidante, auxilia na prevenção de doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer. •Fontes: Óleos vegetais, nozes, amêndoa, avelã, gérmen de trigo, abacate, aveia, batata doce, vegetais verde-escuros. •Hipovitaminose: Anemia hemolítica, distúrbios neurológicos, miopatia esquelética.	•Funções: Catalisar a síntese dos fatores de coagulação do sangue no fígado, necessária na manutenção da saúde dos ossos. •Fontes: Vegetais verdes folhosos, fígado, feijão, ervilha e cenoura. •Hipovitaminose: •Tendência a hemorragias.
Vitamina A	Vitamina B	Vitamina C
•Funções: Crescimento e desenvolvimento dos tecidos; ação antioxidante; funções reprodutivas; integridade dos epitélios; importante para a visão. •Fontes: Fígado, rim, nata, manteiga, leite integral, gema de ovo, queijo e peixes oleosos. Fontes de carotenos. •Hipovitaminose: •Queratinização de mucosas, pele e do epitélio do olho, insônia, acne, pele seca com descamações, cegueira noturna, aumento da incidência de infecções e outros.	•Funções: Geralmente, elas atuam como coenzimas na ativação de diferentes processos metabólicos. Elas atuam, por exemplo, como coenzima na síntese de gordura, glicogênio e aminoácidos. •Fontes: cereais integrais, castanhas, farelo de trigo, hortaliças, ovos, frutas, e carnes. •Hipovitaminose: fadiga, anemia, irritabilidade, e lesões na pele.	•Funções: Antioxidante, cicatrizante, atua no crescimento e manutenção dos tecidos corporais, incluindo matriz óssea, cartilagem, colágeno e tecido conjuntivo. •Fontes: Frutas cítricas, frutas vermelhas, maçã, tomate, batata inglesa, batata doce, repolho, brócolis. •Hipovitaminose: •Pontos hemorrágicos na pele e nos ossos, capilares fracos, articulações frágeis, dificuldade de cicatrização de feridas, sangramento de gengivas.

Fonte: Araújo, 2024 (Adaptado de Magalhães, [2024])

Substâncias inorgânicas

Sais minerais: são formados por íons, como por exemplo o fósforo, ferro, magnésio, sódio, iodo, cálcio, flúor, potássio, zinco, selênio, manganês, cobre, enxofre, cromo. Algumas de suas funções são: formar o esqueleto, participar da coagulação sanguínea, transmitir impulsos nervosos, realizar transporte de oxigênio, auxiliar na contração muscular, regular o líquido do corpo, etc (Imagem 39). Sua falta pode afetar o metabolismo e levar à morte.

Imagem 39. Tabela de sais minerais

Sais minerais	Funções	Fontes
FÓSFORO	Componente das moléculas de DNA e RNA, o fósforo auxilia na formação dos ossos e dos dentes.	Encontrado no leite e derivados, ovos, carnes, peixe, repolho, ervilha, feijão e cereais.
FERRO	Auxilia na absorção e transporte de oxigênio no corpo.	Carne, leite, ovos, cereais, banana, melão, batata, feijão, ervilha, tomate, frutas cítricas.
MAGNÉSIO	Auxilia nas reações químicas celulares e nos processos enzimáticos.	Legumes, hortaliças de folhas verdes, nozes, maçã, banana, figo, soja, cereais, peixes, carnes, ovos, feijão.
SÓDIO	Auxilia na contração muscular e regula o líquido do corpo.	Sal de cozinha, ovos, carnes, verduras, algas marinhas.
IODO	Componente de alguns hormônios importantes para o organismo, como por exemplo, da Tireoide.	Componente de alguns hormônios importantes para o organismo, como por exemplo, da Tireoide.
CÁLCIO	Auxilia na calcificação e formação de ossos e dentes; coagulação do sangue, contração muscular.	Leite e derivados, ovos, couve, espinafre, rúcula, brócolis, cereais. FLUOR
POTÁSSIO	Auxilia na contração muscular e transmissão dos impulsos nervosos.	Carne, leite, ovos, cereais, banana, melão, batata, feijão, ervilha, tomate, frutas cítricas.

Fonte: (Adaptado de Castilho, 2024)

Água: substância encontrada em maior quantidade nos seres vivos. A molécula de água é formada por dois átomos de hidrogênio e uma de oxigênio (H₂O), sendo polar, isto é, tem pólo positivo e pólo negativo. Pode dissolver a maioria das substâncias, por isso, é classificada como um solvente amplamente utilizado (não universal). No corpo humano, representa cerca de 60 a 70% do peso corporal, variando com diversos fatores, como idade, sexo, composição corporal e saúde geral. Dentre as principais funções da

água no corpo humano, podemos destacar sua participação em reações químicas, no transporte de nutrientes, controle da temperatura do corpo, dentre outras. A água é fundamental para a vida! Veja o esquema (Imagem 40) a seguir:

Imagem 40. Funções da água no organismo



Fonte:(Araújo, 2024)

ATIVIDADES

Questão 01. A célula possui uma composição química essencial para seu metabolismo e sobrevivência dos diversos tipos de seres vivos. As substâncias essenciais à vida podem ser **orgânicas ou inorgânicas**. Analise as afirmativas a seguir:

- I. Água, sais minerais e vitaminas são substâncias inorgânicas.
- II. As proteínas, carboidratos, lipídios e vitaminas são consideradas substâncias orgânicas, pois são formadas por cadeias de carbono ligadas entre si e por outros elementos como hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo e outros.
- III. Os carboidratos e lipídeos possuem função apenas energética.

IV. As vitaminas são necessárias em grande quantidade no organismo, pois são fundamentais em diversos processos metabólicos.

Estão corretas as afirmativas: _____

2. Liste 3 sais minerais e suas funções no organismo.

Sais minerais	Funções

3. A água está presente em grande quantidade em nosso corpo e realiza diversas funções para o seu perfeito funcionamento. Num dia de calor ou após atividades físicas, é comum sentirmos o suor escorrer em nossa pele. A água presente no suor realiza, principalmente, qual função abaixo:

- A) É um meio para reações químicas.
- B) Ajuda no controle de temperatura.
- C) Auxilia no transporte de substâncias.
- D) Age para dissolver substâncias.

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

Unidade Temática:

- Vida, Terra e Cosmo.

Objetos de Conhecimento:

- Genética Mendeliana.

Você sabe o que é Ploidia?

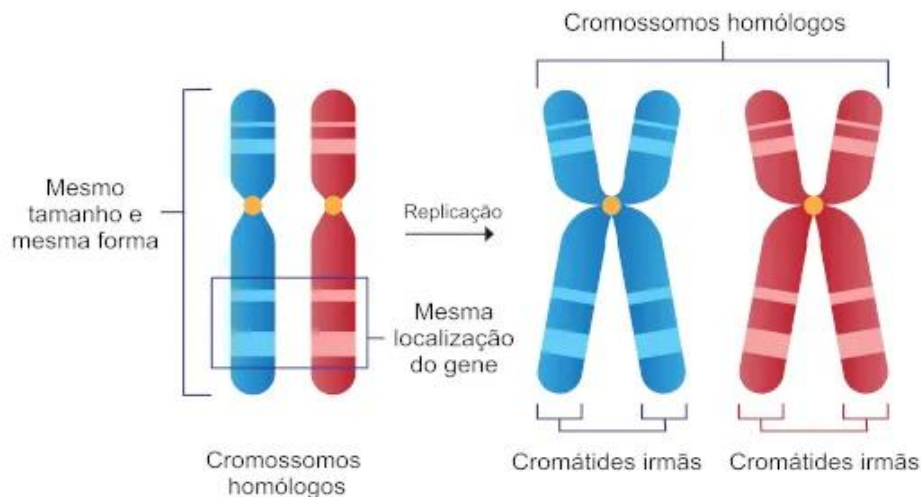
A ploidia é o conjunto numérico de cromossomo (reveja sua estrutura na Imagem 18) de uma determinada célula. Leia o trecho a seguir:

“Cada espécie em particular possui um número de cromossomas característico. As espécies que se reproduzem assexuadamente têm um conjunto de cromossomos, que é igual em todas as células do corpo. As espécies que se reproduzem sexuadamente têm células somáticas, que são diplóides [$2n$] (têm dois conjuntos de cromossomas, um proveniente da mãe e outro do pai) ou poliplóides [Xn] (têm mais do que dois conjuntos de cromossomas). Além das células somáticas, os organismos que se reproduzem sexuadamente possuem os gametas (células reprodutoras), que são haplóides [n] (têm apenas um conjunto de cromossomas). Os gametas são produzidos por meiose de uma célula diplóide.”

Fonte: (Wikiversity, 2019)

Nosso corpo é formado por células somáticas diplóides ($2n$: 46) que apresentam pares de cromossomos denominados **homólogos**. Os cromossomos homólogos podem apresentar-se de forma simples na célula ou são duplicados para a divisão celular (na intérfase) formando as cromátides-irmãs que se ligam pelos centrômeros (Imagem 41).

Imagem 41. Cromossomos homólogos



Fonte: (Flores, [2024])

Nossos gametas, os espermatozóides e ovócitos, são células haplóides ($n:23$), portanto possuem a metade do número de cromossomos da espécie. Para que isso ocorra faz-se necessário a separação dos cromossomos homólogos durante a meiose.

Divisão celular:

No processo de divisão celular, uma célula-mãe ($2n$) dá origem a células-filhas e divide seu material genético com elas. Essa divisão pode ser **equacional** por **MITOSE**, quando a quantidade de DNA das células-filhas é igual à célula original ($2n$) ou **reducional** por **MEIOSE**, quando a quantidade de DNA das células-filhas é a metade da célula original (n) (Imagem 42). O processo de mitose ocorre na cicatrização de tecidos, crescimento e desenvolvimento do organismo pluricelular ou multicelular; já a meiose ocorre para fazer gametas, no processo de reprodução sexuada.

DIVISÃO CELULAR

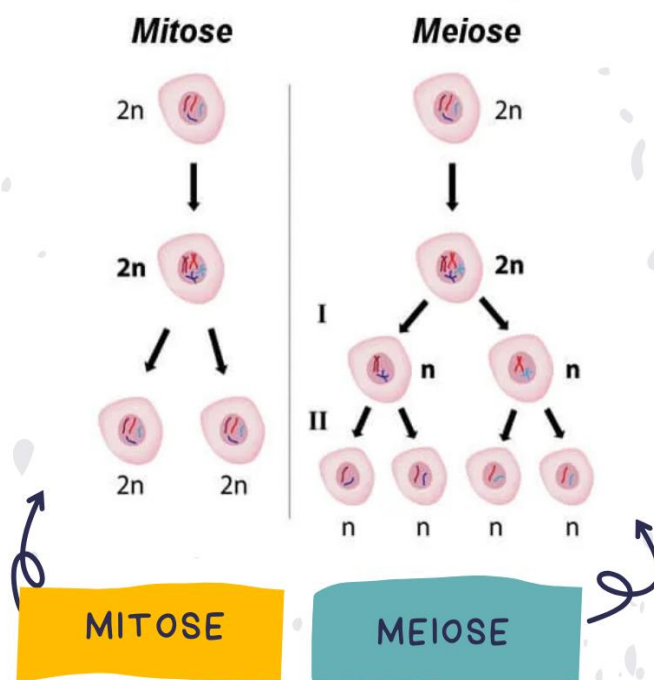
A divisão celular é o processo pelo qual uma célula-mãe origina células-filhas.

Ciclo Celular

É o período que se inicia com a origem da célula, a partir de uma divisão celular e termina quando esta se divide em duas células-filhas.

O ciclo celular é dividido em duas etapas: a interfase e a divisão celular.

Nos eucariontes existem dois tipos de divisão celular: **a mitose e a meiose**.



Na mitose, as células-filhas apresentam a mesma quantidade de cromossomos da célula-mãe.

são produzidos duas células-filhas ($2n$).

Ocorre em processos de regeneração celular, cicatrização e desenvolvimento.

Na meiose, as células-filhas apresentam a metade da quantidade de cromossomos da célula-mãe.

São produzidos quatro células-filhas (n).

Ocorre em órgãos reprodutivos para a produção de gametas

REFERÊNCIA

SANTOS, V.S. Mitose e meiose. **Mundo educação**. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/mitose-meiose.htm>. Acesso em: 08 abr. 2024

Fonte: (Araújo, 2024)

Genética de Mendel

Estudante, vocês já devem ter percebido que na sua família existem várias características semelhantes compartilhadas entre seus membros como: cor de olho, tipo de cabelo, cor da pele, até mesmo disponibilidade a certas doenças. Como isso ocorre? Estas características são ditas hereditárias, isto é, passam de pai para filho seguindo leis genéticas. Quem primeiro descreveu estas leis foi Gregor Mendel, um monge que realizou estudos com ervilhas nos jardins de seu mosteiro na Áustria, no século XIX. Vamos conhecer um pouco mais sobre ele e seus experimentos ?

Biografia de Gregor Mendel

Gregor Mendel (1822-1884) foi um biólogo, botânico e monge austríaco. Descobriu as leis da genética que mudaram o rumo da biologia. Mendel nasceu em 1822, filho de camponeses, observava e estudava as plantas. Em 1847 ordenou-se e em 1851 foi enviado pelo abade à Universidade de Viena, para estudar ciências naturais, matemática e física. Três anos depois, voltou para Brünn, Áustria.

Leis de Mendel: Gregor Mendel passou a dividir seu tempo entre lecionar numa escola técnica e plantar ervilhas-de-cheiro nos jardins do mosteiro iniciando suas experiências com hibridação (cruzamento de espécies diferentes). Ao cruzar plantas de ervilha de superfície lisa e amarela com outras da mesma espécie, mas de superfície verde e rugosa, Mendel observou que sobrevenha uma geração de ervilhas lisas e amarelas. Contudo o cruzamento das plantas assim obtidas produzia uma geração posterior de ervilhas lisas amarelas, lisas verdes, rugosas amarelas e rugosas verdes. Foram dez anos dedicados ao cruzamento de 22 variedades e acompanhando sete fatores com base na cor e forma da semente, forma da vagem, altura do caule etc., que lhe forneceram dados para formular as leis relativas à hereditariedade.

A primeira lei chamada “**lei do monoibridismo**”, foi resultado de uma série de cruzamentos com ervilhas durante gerações sucessivas, que lhe permitiu formular que existe nos híbridos uma característica dominante e uma recessiva. **Cada caráter é condicionado por um par de fatores (genes) que se separam na formação dos gametas.**

A segunda lei chamada “**lei da recombinação ou da segregação independente**” foi formulada com base na premissa segundo a qual a herança da cor era independente da herança da superfície da semente, ou seja, num cruzamento em que estejam envolvidos dois ou mais caracteres, **os fatores que determinam cada um deles se separam de**

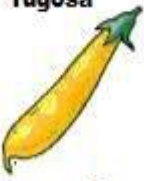
forma independente durante a formação dos gametas e se recombina ao acaso, para formar todas as recombinações possíveis.

Fonte: adaptado de (Frazão, 2023)

Experimentos de mendel

Por que Mendel escolheu ervilhas para seus experimentos? Observe (Imagem 43) que as ervilhas possuem diversas características que poderiam facilmente ser estudadas como forma e cor da semente, forma e cor da vagem, cor da flor, dentre outras. Além disso, elas realizam autofecundação, possuem ciclo de vida curto, são cultivadas facilmente e produzem um grande número de descendentes.

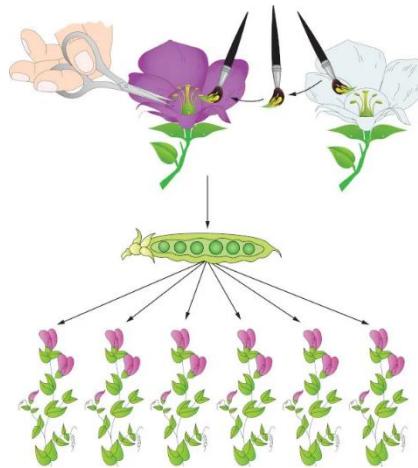
Imagem 43 . Ervilhas de mendel

Característica	Dominante	Recessiva	Característica	Dominante	Recessiva
Forma da semente	 lisa	 rugosa	Posição da flor	 axial	 terminal
Cor da semente	 amarela	 verde		 alto	 baixo
Cor da flor	 púrpura	 branca			
Forma da vagem	 lisa	 rugosa			
Cor da vagem	 verde	 amarela			

Fonte: (Só biologia, [2024])

Mendel realizava a **polinização cruzada ou hibridização** das plantas puras, fazendo a transferência de pólen entre elas (Imagem 44). Ele denominou os progenitores de geração parental (P) e os descendentes da 1ª geração filial ou filiação 1 (F1) e da 2ª geração, de F2.

Imagem 44. Fecundação cruzada

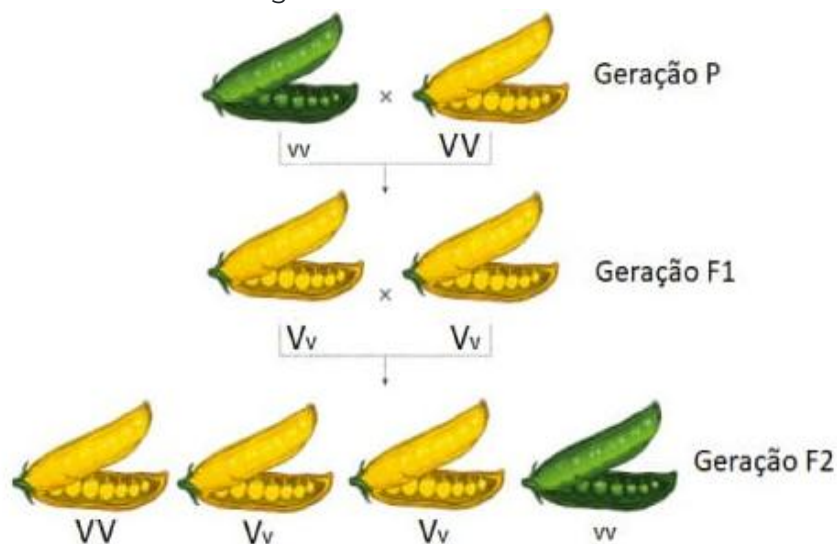


Fonte: (Santos, [2024])

Mendel selecionou ervilhas puras, isto é, que ao longo das gerações só produziam descendentes da mesma características, para realizar seu primeiro cruzamento. Ele observou que ao cruzar ervilhas verdes puras (denominou de vv), com ervilhas amarelas puras (VV), ele obtinha 100 % da filiação 1 de cor amarela (híbridos - Vv). Mendel então, denominou a cor amarela como dominante e a verde como recessiva (Imagem 27).

Depois, cruzou 2 indivíduos híbridos da F1 entre si, formando indivíduos de uma geração F2. O resultado foi que Mendel obteve três ervilhas amarelas e 1 verde (proporção fenotípica 3:1). Portanto, ainda que a cor verde tivesse desaparecido na geração F1, ela reaparece na geração F2 (Imagem 45).

Imagem 45. Ervilhas de Mendel



Fonte: (Beduka, 2019)

Conclusões de Mendel

Estudantes, com os resultados obtidos, Mendel chegou a algumas importantes conclusões:

Existem fatores responsáveis por uma determinada característica. No caso do experimento citado, podemos concluir que existem fatores que determinam a cor amarela e a cor verde. Esses fatores são o que hoje conhecemos como genes e as versões desses fatores são o que chamamos de alelo. Cada indivíduo possui dois fatores que determinam uma característica, sendo um fator herdado do pai e outro da mãe. Isso significa que cada organismo herda dois alelos, um proveniente da mãe e outro proveniente do pai. No caso da geração F₁, os descendentes apresentavam fatores para a semente amarela e para a semente verde.

Existem fatores dominantes e fatores recessivos. Os alelos dominantes são capazes de esconder ou mascarar o alelo recessivo. No caso das sementes amarelas da geração F₁, o alelo para a cor amarela era dominante e expressou-se, enquanto o alelo para a cor verde não, portanto não se expressou enquanto fenótipo. Os alelos recessivos só se expressam quando estão aos pares.

- ⇒ **1ª lei de Mendel: Cada caráter é condicionado por um par de fatores (genes) que se separam na formação dos gametas.**
- ⇒ **2ª lei de Mendel: Os pares de fatores (genes) para duas ou mais características segregam-se de forma independente na formação dos gametas.**

Fonte: adaptado de (Santos, [2024])

Conceitos básicos de genética:

- **Genes alelos:** genes que expressam as mesmas características e que se encontram no mesmo locus (local) em cromossomos homólogos.
- **Homozigoto:** são indivíduos que apresentam pares de genes alelos idênticos.
Ex: AA, VV, RR
- **Heterozigoto:** são indivíduos que apresentam pares de genes alelos diferentes.
Ex: Rr, Vv, Rr
- **Dominante:** os fenótipos são expressos mesmo em dose simples ou heterozigose:

Ex: **AA** ou **Aa** ; **VV** ou **Vv**; **RR** ou **Rr**)

- **Recessivo:** os fenótipos são expressos somente em dose dupla ou homozigose: **aa, vv, rr**
- **Genótipo:** conjunto de genes que um indivíduo possui. Ex: genes **Rr** ou **rr**
- **Fenótipo:** a expressão do genótipo mais a interação do ambiente. Ex: semente lisa ou rugosa, respectivamente.

Exercício resolvido

Estudante, este exercício é um passo a passo de como resolver problemas de genética e deverá ser usado como um modelo a ser seguido.

Questão 01. As ervilhas são leguminosas que possuem diversas características fenotípicas observáveis. Sabendo que ervilha lisa é uma característica dominante e que rugosa é uma característica recessiva, realize o cruzamento entre ervilhas heterozigotas para esta característica. Em seguida, determine as proporções genotípicas e fenotípicas dos descendentes.

Estudante, parece difícil de montar o cruzamento, mas o **enunciado** nos diz claramente o que devemos fazer, basta seguir os passos:

- 1º passo: Identificar no enunciado qual é a característica dominante e a recessiva e o genótipo correspondente. (Para o genótipo usamos sempre a letra da característica recessiva, portanto **r** de rugosa):

Estudante, podemos observar que: A **ervilha lisa é uma característica dominante** e seu **genótipo** pode ser: **RR ou Rr** ; Já, a ervilha rugosa é **recessiva** e seu genótipo é: **rr**

- 2º passo: Determinar o genótipo homozigoto e o heterozigoto:

Estudante, os genótipos homozigotos são representados por letras de mesmo tamanho (maiúsculo ou minúsculo) e os heterozigotos por tamanhos diferente, veja:

Homozigoto dominante: **RR** **homozigoto recessivo:** **rr** **heterozigoto:** **Rr**

- 3º passo: Montar o cruzamento de acordo com o enunciado

Estudante, observe que o enunciado solicita que o cruzamento deve ser entre "**ervilhas heterozigotas** para esta característica" então, iremos cruzar

ervilhas de genótipo Rr entre si:

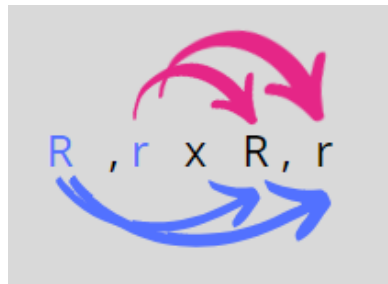
	Materno		Paterno
Geração P (Parental):	Rr	x	Rr

Vamos separar os genes (as letras) com vírgula, pois segundo a 2ª lei de Mendel os fatores (genes) se separam na formação dos gametas, lembram?!

P: R, r x R, r

Estudante, realize o cruzamento do 1º gene materno (em azul) como os dois genes paternos (em preto), em seguida do 2º gene materno com os dois genes paternos:

P: R, r x R, r

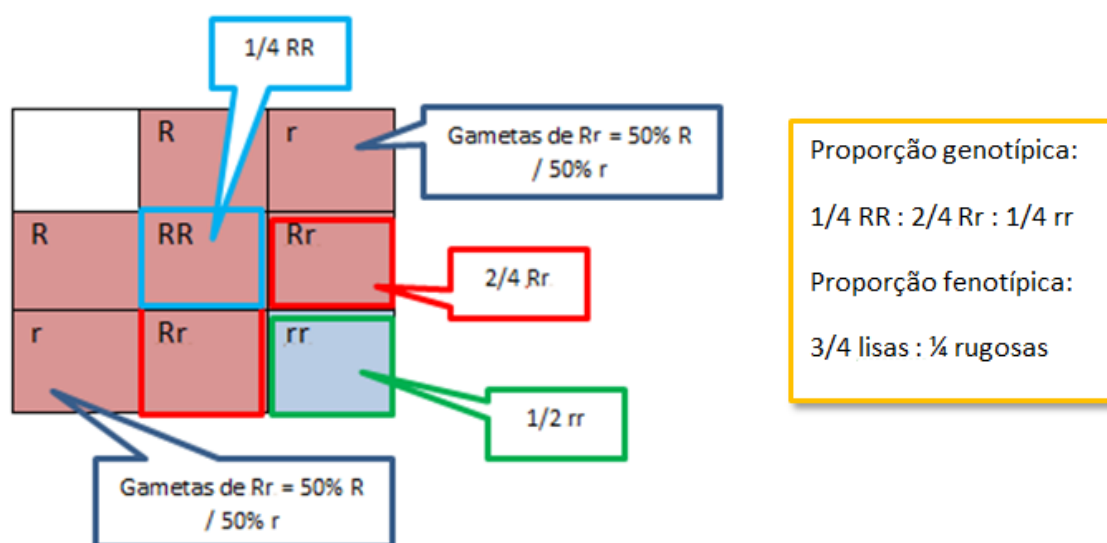


Geração F1 (Filiação I): F1: RR, Rr, rR (ou Rr), rr

- 4º passo: Determinar as proporções genotípicas e fenotípicas, sabendo que cada resultado corresponde a 25%, totalizando 100%:
 - genótipo: 25% RR (apareceu 1x) , 50% Rr (apareceu 2x) , 25% rr (apareceu 1x).
 - fenótipo: 75% sementes lisas (apareceu 3x) , 25% sementes rugosas (apareceu 1x).

Estudante, uma maneira alternativa de fazer o cruzamento é usar o quadro de punnet (Imagem 46).

Imagem 46. Quadro de punnett



Fonte: (Santos, 2019)

ATIVIDADES

1. Leia as afirmativas sobre genética de Mendel e responda a pergunta a seguir:

- I. Cada caráter hereditário é determinado por um par de fatores que se separam na formação dos gametas.
- II. Características dominantes expressam-se somente em dose dupla.
- III. O fenótipo sofre a influência do meio ambiente, portanto uma pessoa de pele clara pode tomar sol e mudar o seu genótipo.
- IV. Mendel chamou de fatores, o que hoje conhecemos como genes.
- V. Estão corretas as afirmativas:

- A) I e IV, somente
- B) II e IV, somente
- C) I e II, somente
- D) II e III, somente

2. Na raça de gatos, a pelagem preta é condicionada por um gene dominante B e a pelagem branca, pelo seu alelo recessivo b. Do cruzamento de um casal de gatos, sendo a fêmea preta heterozigota e o macho branco, espera-se que nasçam:

- A) 100% de gatos pretos
- B) 100% de gatos brancos
- C) 25% de gatos pretos, 50% de malhados e 25% de brancos
- D) 50% de gatos pretos e 50% de gatos brancos

3. O albinismo é um distúrbio genético que se caracteriza pela ausência total ou parcial da melanina. Sabendo que esta característica é recessiva, qual a probabilidade de um casal normal heterozigoto para a característica ter um filho albino?

- A) 100%
- B) 50%
- C) 25%
- D) 75%

4. A segunda lei de Mendel diz que “Os pares de fatores (genes) para duas ou mais características segregam-se de forma independente na formação dos gametas.”

Esta segregação dos genes ocorre durante o processo de mitose ou da meiose, justifique.

PLANO DE ESTUDOS

Habilidades:

(EM13CNT208) Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana

(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta

Unidade Temática:

- Vida, Terra e Cosmo.

Objetos de Conhecimento:

- Evolução e Diversidade dos Seres Vivos.

Estudante, antes de iniciarmos os estudos sobre as teorias da evolução, vamos compreender o Fixismo. **De acordo com o fixismo**, pensamento predominante até o século XVIII, **cada espécie teria surgido de maneira independente e permaneceria sempre com as mesmas características**. Esse era o pensamento, por exemplo, de Carolus Linnaeus (1707-1778), conhecido como Lineu, que criou um sistema de classificação dos seres vivos.

Ainda no século XVIII, os fósseis já eram estudados, mas não eram vistos como evidência da evolução. Atualmente são tidos como fortes evidências das transformações que os seres vivos sofreram ao longo do tempo. Até mesmo o cientista francês Georges Cuvier (1769-1832), um dos fundadores da paleontologia – ciência que estuda os fósseis (do grego *palaio* = antigo; *ontos* = ser; *logos* = estudo) – era fixista.

Desde meados do século XVIII, a hipótese de uma transformação das espécies (**transformismo** ou **transmutação das espécies**) passou a ser defendida por alguns cientistas para explicar a diversidade das espécies e a existência de fósseis de organismos diferentes dos organismos atuais. Essa era a opinião, por exemplo, do médico inglês Erasmus Darwin (1731-1802), o avô de Charles Darwin. No entanto, até aquele momento, ele e outros defensores da evolução não apresentaram nenhum modelo de como esse processo teria ocorrido.

A Teoria da Evolução das espécies em nosso cotidiano

“O naturalista Charles Darwin fez uma viagem que durou quatro anos e nove meses com o objetivo de mapear a costa da América do Sul. Ele não foi convidado para procurar e coletar os materiais, mas sim para fazer companhia ao capitão da embarcação, que buscava uma pessoa com quem pudesse conversar durante a viagem. O navio utilizado tinha o nome de HMS Beagle, em referência à raça de cães.

A rota do Beagle começou na Inglaterra no dia 10 de fevereiro de 1831 e teve cerca de 20 paradas. Passou pelo Brasil – em Salvador e Rio de Janeiro –, depois foi para o Uruguai, Montevidéu, Argentina, Patagônia no Chile e Ilha Galápagos, que pertence ao Equador. Em seguida foi para o Taiti, passou pela Nova Zelândia, Austrália e África. Depois desse percurso, ele retornou à Bahia e seguiu para a Inglaterra. Nessa jornada Darwin viu que há muita diversidade de meio ambiente e que cada lugar tem suas características, tanto na vegetação, quanto na fauna e flora.” (Casa da Ciência, 2016)

Com base nas pesquisas e descobertas realizadas em sua grande viagem e na colaboração de outros naturalistas, como Alfred Russel Wallace, em 1859, Charles Darwin publicou o livro “A origem das espécies”. O livro se tornou um marco fundamental na Biologia, pois trazia toda a base de compreensão sobre a evolução das espécies, identificando o **mecanismo chave que garantia seu acontecimento: a seleção natural**. A partir desse período, os cientistas aprofundaram pesquisas que demonstraram que a Teoria da Evolução de fato explica a origem e a diversificação de todos os seres vivos da Terra.

OS FUNDAMENTOS DA EVOLUÇÃO POR SELEÇÃO NATURAL

A teoria de Darwin pode ser resumida da seguinte forma: *as espécies de seres vivos se transformam no decorrer do tempo, e a força que direciona essa transformação é a **seleção natural***. A teoria é baseada nas observações e argumentos a seguir:

- Todas as populações apresentam, em condições ótimas, a tendência ao crescimento exponencial.
- A limitação dos recursos, como alimentos, abrigo, parceiros sexuais, impede o crescimento indefinido das populações.
- Em decorrência dos fatos acima, os indivíduos de uma população competem entre si pelos recursos naturais.
- Em todas as populações, existem variações características dos indivíduos, muitas das quais são herdadas pelos descendentes.

- Os indivíduos com características mais favoráveis às condições do meio têm mais chances de sobreviver e deixar descendentes, que herdaram tais características. Esse é o conceito básico da seleção natural.

Dessa maneira, pelo acúmulo sucessivo de pequenas modificações ao longo das gerações, a seleção natural pode originar novas espécies.

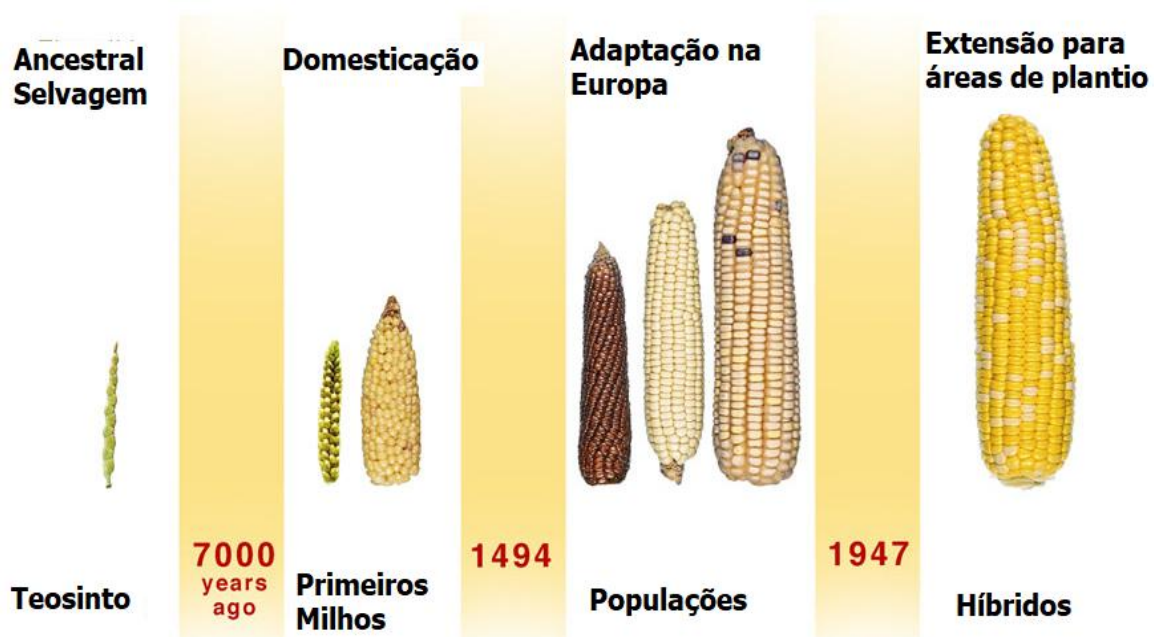
Mas como podemos compreender um fenômeno tão complexo, que levou bilhões de anos para acontecer?

Hoje temos ferramentas modernas para demonstrar evidências da Evolução, como as análises genéticas, a compreensão sobre biologia molecular, a paleontologia e diversas outras áreas da ciência. No entanto, quando Darwin publicou *A origem das espécies*, não existiam a maioria dessas ferramentas, então ele observou de forma cautelosa, **através do método científico**, vários aspectos dos organismos, incluindo espécies domesticadas com as quais ele convivia. Faremos o mesmo para que você possa compreender melhor esse tema!

Embora as diversas interações dos organismos na natureza e sua luta por recursos sejam os responsáveis pelo processo de **seleção natural**, onde as espécies mais aptas **sobrevivem e reproduzem** numa taxa mais elevada que outras da mesma espécie, nós também agimos fazendo a seleção de características que desejamos nas espécies, esse processo é a **seleção artificial**. Um exemplo muito interessante para observarmos são as plantas domesticadas.

O milho, que utilizamos em vários alimentos do nosso cotidiano (espécie *Zea mays*), passou por um processo que chamamos de **domesticação, como pode ser visto na Imagem 47**. Ao longo desse processo, o “ancestral selvagem”, conhecido como Teosinto, era uma planta com pequenas sementes que passou por milhares de anos de seleção genética de suas características. À medida que os humanos plantavam o milho, eles colhiam as melhores espigas, das plantas mais saudáveis e delas que eram retiradas as sementes para o plantio seguinte, garantindo, a cada lavoura plantada, a seleção de plantas que atendiam às melhores características, até chegar ao momento atual, de plantas muito mais robustas que aquelas de milhares de anos atrás. Essa domesticação ocorreu no México e na América Central e com a invasão dessas terras pelos colonizadores, as sementes do milho foram dispersadas para a Europa e Ásia através das grandes navegações.

A evolução do Milho

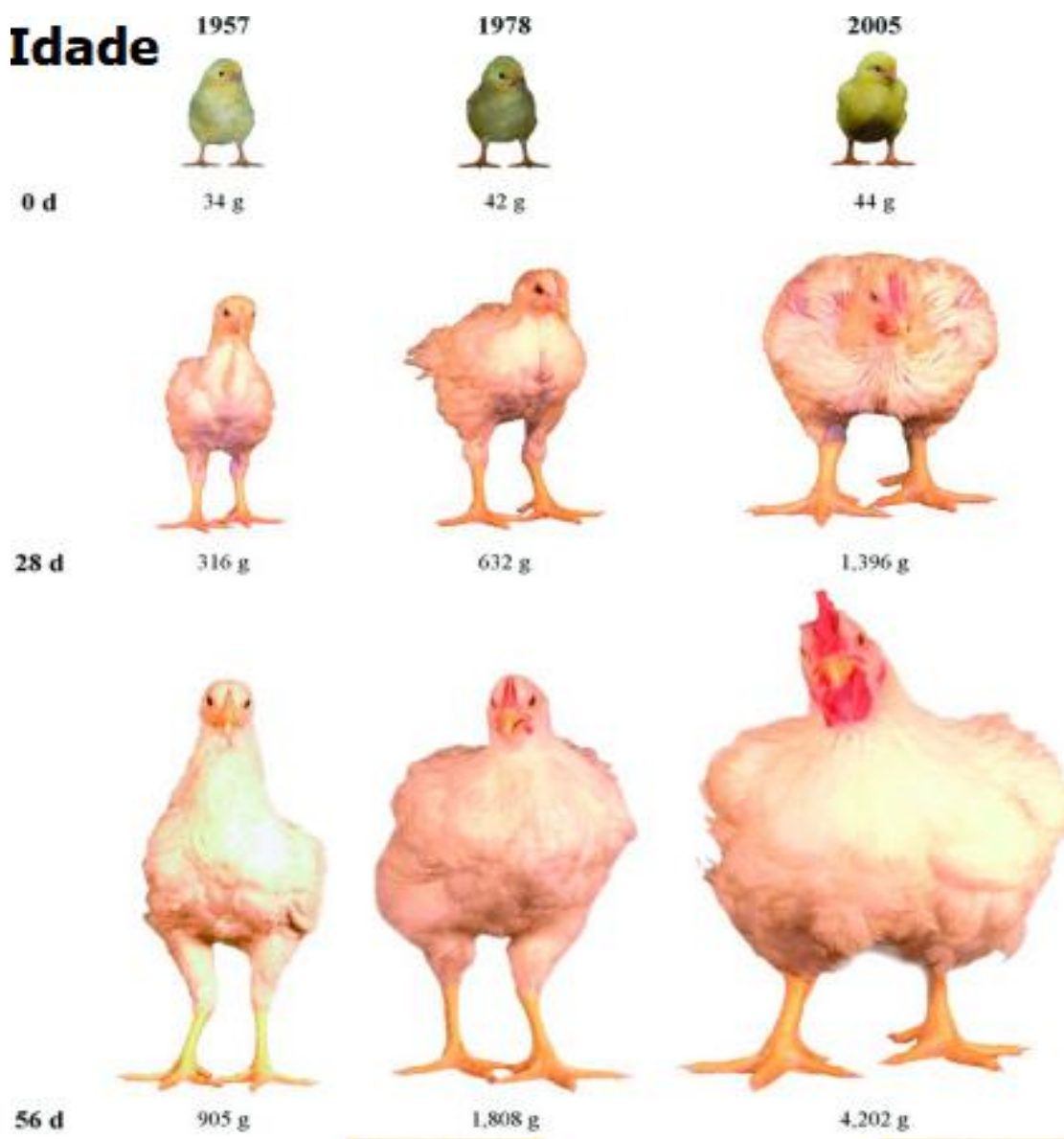


Fonte: (Kgoleng, 2018)

Processo similar ocorreu na domesticação dos lobos (espécie *Canis lupus*) pelos seres humanos, até que se tornaram uma espécie diferente da selvagem, os cães que temos atualmente (espécie *Canis familiaris*). E, através da manipulação genética dos cães domésticos, fazemos a seleção de características muito específicas que designam as diferentes raças desses animais.

Outra espécie que passou por um processo de modificações de suas características pelos humanos são os frangos de granja (espécie *Gallus gallus*). Em um estudo publicado em 2014, foi demonstrado o grande salto de peso e tamanho alcançado pela seleção genética desses organismos feita por nós, através da criação e manejo adequados da espécie entre a década de 1950 e 2005. O frango padrão de criação em idade de abate que tinha, em média, 905 gramas em 1957, passou a ter 4,200kg em 2005 (Imagem 48).

Imagem 48: Aumento de peso e tamanho observado na seleção genética do frango de granja.



Fonte: (Zuidhof et al., 2005).

Você já ouviu dizer que o frango de granja só cresce muito porque recebe hormônios?

Essa é uma informação falsa que foi muito divulgada desde a década de 1990! O que ocorre com o frango de granja é exatamente o resultado da seleção artificial de características. Os criadores selecionam os melhores espécimes para a reprodução e eles são criados com condições muito controladas, como temperatura, umidade, quantidade e qualidade de alimentos e é isso que faz com que esses frangos cresçam muito mais na atualidade. Se você pegar pintinhos dessas criações e criar soltos, sem as condições que são oferecidas nas granjas, eles não desenvolveram plenamente, além de serem mais frágeis e mais susceptíveis às doenças que

frangos que descendem dos nossos quintais de casa, criados livres e que lidam com as condições ambientais sem muito controle ao longo de várias gerações.

Em nossos quintais também aplicamos os princípios da seleção genética quando colocamos para chocar apenas ovos maiores, quando selecionamos o frango maior e mais bonito para ser galo, quando retiramos do quintal a galinha que não coloca ovos todos os dias. Esses procedimentos simples, ao longo de várias gerações das galinhas, definem características que desejamos, assim como ocorre na natureza, com as espécies não domesticadas.

Como o processo de seleção natural ocorre na natureza?

É comum que as pessoas compreendam errado os mecanismos da evolução por considerarem que as características aparecem em resposta aos desafios do organismo no ambiente. Não é isso o que ocorre!

Na verdade, os organismos possuem uma variabilidade de características que surgem por mutações aleatórias. Vamos observar a Imagem Y, por exemplo. Imagine um ambiente que tem roedores (pequenos ratos) brancos que, em algum momento, tiveram o aparecimento de um gene mutante que fez os filhotes nascerem com pelos escuros. O predador desses ratos é uma raposa e o ambiente que eles estão tem uma coloração mais escura, portanto, os ratos de pelos escuros não são facilmente identificados pela raposa. Já os ratos brancos são muito visíveis e acabam sendo predados em maior número. Ao longo do tempo, os ratos de pelagem escura sobrevivem em maior número, sempre tendo mais filhotes sobreviventes da predação e parte deles vai gerar novos filhotes que também têm a pelagem escura. **Veja, como as características já existiam, o ambiente seleciona aquela que é mais apta, ou seja, o organismo que sobrevive melhor naquelas condições, conforme defendido pela teoria de Darwin.**

Imagem 49: Demonstração do processo de seleção natural.



Fonte: (Santos, [2024]).

Do mesmo modo que uma mutação pode ocasionar uma característica benéfica como essa pelagem que ajuda na camuflagem, podem surgir mutações que não são vantajosas. Se os ratos fossem cinzas e a mutação que surgisse condiciona pelagem branca, isso não seria vantajoso para esse ambiente. Mas, se o ambiente fosse coberto por neve, por exemplo, a pelagem branca seria vantagem. Note como essa interpretação é importante para avaliarmos o ambiente como o precursor da seleção das características.

O Darwinismo e o Lamarckismo: você sabe a diferença?

Antes de Darwin demonstrar como ocorre o mecanismo da **Seleção Natural**, outros naturalistas haviam se debruçado sobre o tema e tentado explicar a diversidade da vida. Sempre que Darwin é mencionado, associa-se o nome de Lamarck, outro naturalista, que propôs o mecanismo da Evolução através da **Lei do Uso e Desuso**.

Segundo essa proposta feita por **Lamarck**, um órgão, tecido ou estrutura que fosse continuamente utilizado por um organismo teria a tendência de se desenvolver mais, como seria o caso do pescoço das girafas. Segundo ele, de tanto esticar o pescoço para alcançar folhas altas nas árvores, as girafas teriam pescoços cada vez maiores e conseguiriam comer as folhas, sendo esta característica passada aos descendentes (**Lei dos caracteres adquiridos**). Mas, Lamarck não explicou como seria possível essa informação ser repassada aos filhotes da girafa, nem explicou como outras situações,

como a amputação de um membro, não seria herdada pelos filhotes, por isso a teoria de Lamarck foi desconsiderada. Já Darwin, em sua teoria, explicou que a **seleção natural age sobre a variabilidade de características já existentes**, desta forma, já existiam girafas de pescoço curto, médio e longo, mas as últimas teriam sido selecionadas por terem vantagens adaptativas que poderiam ser repassadas aos descendentes por meio da reprodução.

Apesar de cometer equívocos ao tentar explicar como ocorria a Evolução, Lamarck não deve ser compreendido como um naturalista que apenas errou em sua explicação. Ele esteve à frente do seu tempo ao defender a Evolução e não o Fixismo em um período que o simples fato de mencionar isso poderia resultar em perseguição religiosa e sua prisão.

TEORIA SINTÉTICA DA EVOLUÇÃO

Com o redescobrimento, em 1900, dos trabalhos de Mendel com ervilhas e as discussões sobre mutações gênicas, surgidas na época, os adeptos da genética mendeliana passaram a propor que apenas as mutações seriam responsáveis pela evolução. A seleção natural, segundo essa interpretação, não teria participação nesse processo. Somente mais tarde, vários pesquisadores voltaram a dar importância à seleção natural e a relacionar as contribuições da genética, da paleontologia e da sistemática em uma nova teoria, que ficou conhecida como *teoria sintética da evolução*.

Desde a década de 1930 essa teoria vem ganhando força. Novas informações sobre DNA, biologia molecular, ecologia, biologia reprodutiva e muitos outros aspectos têm sido incorporadas à interpretação dos processos evolutivos.

Segundo a síntese evolutiva, os principais fatores que atuam em uma população são:

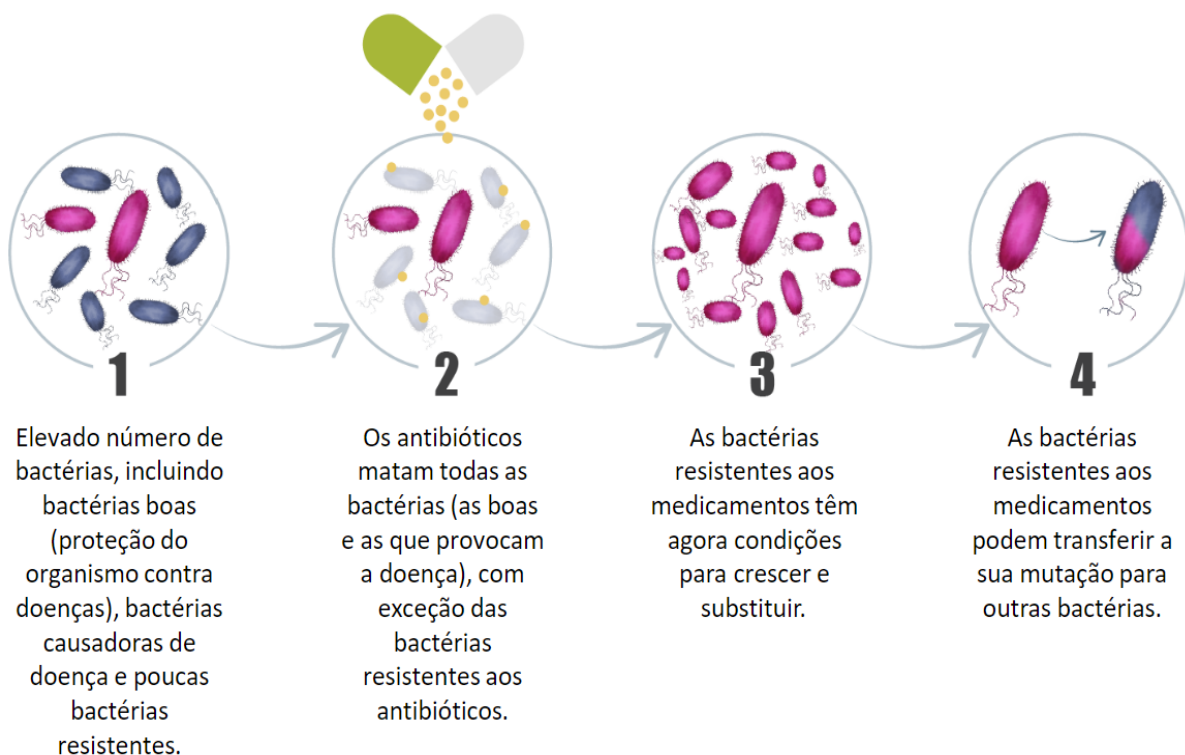
- **Mutações:** são uma das fontes primárias de variabilidade. As mutações não ocorrem para adaptar o indivíduo ao ambiente, elas ocorrem ao acaso e, por seleção natural, tendem a ser mantidas quando adaptativas (seleção positiva) ou eliminadas em caso contrário (seleção negativa). Há também mutações gênicas que são neutras. Podem ocorrer em células somáticas ou em células germinativas; neste último caso, as mutações são de fundamental importância para a evolução, pois são transmitidas aos descendentes.
- **Recombinação genética** (Permutação) e Reprodução Sexuada: Esses dois processos aumentam a variabilidade genética nas populações.

- **Migração:** corresponde aos processos de entrada (imigração) ou saída (emigração) de indivíduos de uma população, geralmente associada à busca por melhores condições de vida. Na imigração, a chegada de novos indivíduos pode introduzir novos genes na população, o que aumenta sua variabilidade genética. Por outro lado, na emigração, com a saída de indivíduos, pode haver redução da variabilidade genética da população.
- **Seleção natural:** Seleção natural é o mecanismo evolutivo proposto por Charles Darwin, que afirmou que o meio ambiente atua como um selecionador de características, perpetuando os organismos mais aptos a sobreviver em determinado local.
- **Deriva genética:** corresponde a processos aleatórios que reduzem a variabilidade genética de uma população sem relação com maior ou menor adaptabilidade dos indivíduos. Um exemplo de deriva genética é a modificação da composição genética de uma população em função de queimadas; em decorrência delas, são selecionados aleatoriamente indivíduos da população, e os que ficam não são necessariamente os mais capazes de sobreviver e ter sucesso reprodutivo.

ATIVIDADES

1. Quando estamos tratando uma infecção bacteriana, como uma sinusite, um machucado infeccionado, precisamos seguir o receituário médico de forma adequada, respeitando o intervalo de horários e a quantidade de dias prescritos para o antibiótico que precisamos tomar. No entanto, muitas pessoas suspendem a medicação logo que ocorre a melhora dos sintomas. Essa prática acaba desencadeando o processo da **resistência bacteriana** que pode ser compreendido a partir das informações contidas na Imagem 50. Bactérias resistentes a antibióticos têm se tornado um grande desafio para a medicina, pois muitas delas não podem ser tratadas pelos antibióticos que existem na atualidade.

Imagem 50: Esquema demonstrando como é desenvolvida a resistência bacteriana a antibióticos.



Fonte: (Tribunal de Contas Europeu, 2019).

A) A resistência bacteriana explicada neste esquema foi desenvolvida a partir da seleção natural ou da seleção artificial? Explique sua resposta.

B) Um estudante em sala trouxe a informação que o médico havia dito a seguinte frase sobre o tratamento para uma infecção urinária:

“Você deve tomar os antibióticos corretamente ou você ficará resistente ao antibiótico e ele não funcionará mais.”

Identifique o erro contido nessa frase e a reescreva de maneira adequada.

2. Pesquisas recentes demonstraram que as experiências que vivemos, alimentos que ingerimos, substâncias que temos contato, por exemplo, podem alterar quimicamente o nosso DNA. Essas informações deram abertura para uma nova área de pesquisa: a **Epigenética**. Agora sabemos que Lamarck não estava totalmente errado ao propor a **Lei do Uso e Desuso**, pois as situações vivenciadas por um indivíduo podem, sim, deixar marcas em seu material genético e isso será herdado pelos seus filhos. Para contextualizarmos melhor, leia o fragmento de reportagem a seguir:

Uma história de fome

No final da 2ª Guerra Mundial a Holanda foi invadida pelos nazistas e a população foi forçada a viver com uma quantidade de alimentos que correspondia de 400 a 800 kcal por dia. Para se ter uma ideia do quanto essa dieta era insuficiente, a Food and Drug Administration considera adequada a ingestão de 2.000 kcal por dia! Com a fome intensa vivenciada pela população holandesa nesse período, cerca de 20 mil pessoas morreram e 4,5 milhões ficaram desnutridas.

Com estudos epigenéticos, foi descoberto que a fome causou alterações químicas em um gene chamado IGF2, relacionado ao crescimento e ao desenvolvimento do organismo humano. Essas alterações afetaram o crescimento muscular tanto nos filhos quanto nos netos de mulheres grávidas que sofrem com a fome. Para os filhos, netos e demais descendentes dessas mulheres, isso levou a um risco maior de obesidade, doenças cardíacas, diabetes e baixo peso ao nascer.

Fonte: (Johnson et al., 2024).

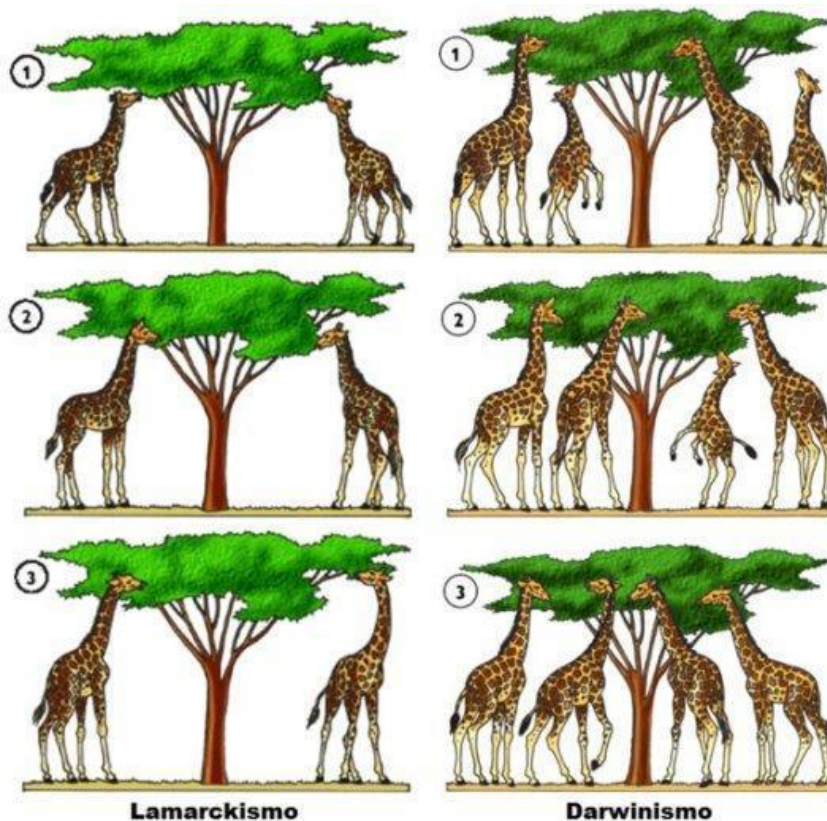
Por que podemos dizer que a **Epigenética** está relacionada à descrição da **Lei do Uso e Desuso** de Lamarck? Explique sua resposta.

3. Enquanto Darwin explicou a Evolução através do mecanismo da Seleção Natural, Lamarck tentou explicar a Evolução por meio de duas leis fundamentais:

- Lei do uso ou desuso: o uso de determinadas partes do corpo do organismo faz com que estas se desenvolvam, e o desuso faz com que atrofiem.
- Lei da transmissão dos caracteres adquiridos: alterações provocadas em determinadas características do organismo, pelo uso e desuso, são transmitidas aos descendentes.

Observe a Imagem 51 e a sequência 1 a 3 explicando a teoria de Lamarck:

Imagem 51: comparativo das teorias de Darwin e Lamarck.



Fonte: (Ciencias para el mundo contemporáneo, 2012).

Lamarckismo

Etapa 1. As girafas ancestrais provavelmente tinham pescoços curtos e precisam esticá-los para alcançar as folhas no alto das árvores.

Etapa 2. Como sempre esticavam o pescoço, essa característica de pescoços maiores se tornou adquirida e foi transmitida aos descendentes.

Etapa 3. Finalmente, com pescoços mais longos repassados para outras gerações, as girafas evoluíram essa nova característica.

Agora é a sua vez de explicar a teoria da evolução de Darwin (Darwinismo) com base na Imagem 51, em 3 etapas, como realizado no exemplo anterior (Como Darwin explicaria o tamanho do pescoço das girafas?).

Etapa 1.

Etapa 2.

Etapa 3.

Questão 04. Segundo a teoria sintética da evolução, quais são os principais fatores que atuam em uma população?

REFERÊNCIAS

A evolução dos seres vivos. **Ciencias para el mundo contemporáneo**, [s./], 2012. em: <https://paocmc.wordpress.com/category/la-evolucion-de-los-seres-vivos/>. Acesso em: 03 jun. 2024.

A origem da vida. **Projeto Agatha**, [s./],[2024]. Disponível em:<https://www.projetoagathaedu.com.br/questoes-vestibular/biologia/evolucao/a-historia-dos-seres-vivos.php> . Acesso em: 14 maio 2024.

ARAUJO, Marisa.M. Expressão gênica. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024

ARAUJO, Marisa.M. Célula animal. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. Célula vegetal. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. DNA e RNA. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. Carboidratos. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. Lipídeos. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. (Adaptado de Magalhães, [2024]). Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. (Adaptado de Castilho, [2024]). Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. Funções da água no organismo. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. Composição química da célula. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

ARAUJO, Marisa.M. Infográfico mitose e meiose. Arquivo pessoal. Belo Horizonte, 2024.

Genética de Mendel. **Só biologia**, [s./],[2024]. Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Genetica/leismendel.php>. Acesso em: 08 abr. 2024.

BATISTA, C. Síntese proteica. **Toda Matéria**, [s./],[2024]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sintese-proteica/>. Acesso em: 30 maio 2024.

BATISTA, C. Síntese proteica. **Toda Matéria**, [s./],[2024]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sintese-proteica/>. Acesso em: 30 maio 2024.

BORBA, A. A. Introdução à biologia: organização da vida. **Etep**, [s./],2012. Disponível em:<https://etep1g.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/10/bioem1v1u01s.pdf>. Acesso em: 03 maio . 2024.

BRAZ,V. **Experimento Von Helmont**. Belo Horizonte, 2023

BRAZ,V. **Abiogênese x biogênese**. Belo Horizonte, 2023

BRITES, A.D. Bioquímica da vida - Conheça as principais substâncias que compõem os seres vivos. **UOL**, [s.l.],(2014). Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/bioquimica-da-vida-conheca-as-principais-substancias-que-compoem-os-seres-vivos.htm> . Acesso em: 30 maio 2024.

CASTILHO, R. Núcleo celular. **Toda matéria**, [s.l.],[2017]. Disponível em: <http://www.todamateria.com.br/nucleo-celular/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

CASTILHO, R. Panspermia Cósmica: entenda o que é a teoria e as suas evidências. **Toda matéria**, [s.l.],[2024]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/panspermiacosmica/>. Acesso em: 30 abr. 2024

CASTILHO, R. Sais Minerais: o que são e tabela com principais funções. **Toda Matéria**,[s.l.],[2024]. Disponível em:

<https://www.todamateria.com.br/sais-minerais/>. Acesso em: 02 jun. 2024.

CASTILHO, R. Código genético. **Toda matéria**,[s.l.],[2024]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/codigo-genetico/>. Acesso em: 18 mar. 2024. Acesso em :20 de maio.2024.

Células procariontes e eucariontes. **khanacademy**, [s.l.], [2024].Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/6-ano/vida-e-evolucao-6-ano/celulas-procariontes-e-eucariontes/a/celulas-procariticas-e-eucariticas>. Acesso em: 14 maio. 2024.

Cosmos - Carl Sagan - Experimento de Urey e Miller. [S. l.: s. n.], 2018. 1 vídeo (6:29 min). Publicado pelo Dois Conta secundária. Disponível em: <https://youtu.be/HpWSIDowKEs> . Acesso em: 14 maio 2024.

Ervilhas de Mendel. **Beduka**, [s.l.],[2024]. Disponível em: <https://beduka.com/blog/materias/biologia/a-primeira-lei-de-mendel/>. Acesso em: 08 abr. 2024.

Experimento de Miller y Urey (1953), Teoría Quimiosintética Biología. [S. l.: s. n.], 2014. 1 vídeo (1:48 min). Publicado pelo Portal Académico CCH. Disponível em: https://youtu.be/WzrOVY_3tUI. Acesso em: 14 maio 2024.

Experiência de Miller e Urey. **Wikipedia**, [s.l.], 2024. Disponível em:https://pt.wikipedia.org/wiki/Experi%C3%Aancia_de_Miller_e_Urey. Acesso em: 03 maio. 2024.

FLORES, H.F. Proteínas. **Mundo Educação**, [s.l.],[2024]. <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/proteinas.htm>. Acesso em: 30 maio .2024.

FLORES, H. F Cromossomos homólogos. **Brasil Escola**, [s.l.],[2024].Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/cromossomos-homologos.htm>. Acesso em: 18 abr. 2024.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. Função das proteínas e suas fontes na alimentação; **Brasil Escola**, [s./], [2024]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/funcao-das-proteinas-suas-fontes-na-alimentacao.htm>. Acesso em: 01 jun. 2024.

FRAZÃO, D. Gregor Mendel. **Ebiografia**, [s./], [2024]. Disponível em: https://www.ebiografia.com/gregor_mendel/. Acesso em: 18 abr. 2024.

Hooke-microscope. **Wikipedia**, [s./], 2010. Disponível em: <https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Hooke-microscope.png>. Acesso em: 14 maio .2024.

JOHNSON, M. *et al.* O que você come pode alterar os genes dos seus filhos e netos. **Nexojornal**, [s./], 29 maio 2024. Disponível em: <https://www.nexojornal.com.br/externo/2024/05/29/o-que-voce-come-pode-alterar-os-genes-dos-seus-filhos-e-netos>. Acesso em: 3 jun. 2024.

KGOLENG, K. Slave Maize: The truth about mielies. **Wits**, Joanesburgo, 2018. Disponível em: <https://www.wits.ac.za/curiosity/stories/slave-maize-the-truth-about-mielies.html>. Acesso em 03 jun. 2024.

LIMA, M. A. C. Evolução química gradual. **Evolução online**, [s./], 2013. Disponível em: <https://aprendendoevolucao.blogspot.com/2013/10/evolucao-quimica-gradual.html>. Acesso em: 30 abr. 2024

MAGALHÃES, I. Cromossomos. **Toda matéria**, [s./], [2024]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/cromossomos/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

MAGALHÃES, L. Vitaminas. **Toda Matéria**, [s./], [2024]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/vitaminas/>. Acesso em: 02 jun. 2024.

Membrana plasmática. **Só Biologia**, [s./], [2024]. Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia/cito5.php>. Acesso em: 14 de maio .2024

MONTESANTI, J.A.C. Abiogênese x biogênese. **Infoescola**, [s./], 2024. Disponível em: <https://www.infoescola.com/evolucao/abiogenese-biogenese/>. Acesso em: 03 maio . 2024.

MOREIRA, C. Célula. **Rev. Ciência Elem.**, V2(1):094. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2014/094/>. Acesso em: 14 maio 2024.

MOREIRA, C. Transcrição. **Casa das ciências**, [s./], 2015. Disponível em: <https://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Transcri%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 20 de maio 2024.

O seu DNA é igual ao de outros seres vivos? **Projeto semear**, [s./], [2024]. Disponível em: <https://projetoemear.ib.usp.br/o-seu-dna-e-igual-ao-de->

outros-seres-vivos.html. Acesso em: 18 mar. 2024.

O que foi o big bang. **National Geographic Brasil**, [s./], 19 out. 2022.

Disponível em:

<https://www.nationalgeographicbrasil.com/espaco/2022/10/o-que-foi-o-big-bang>. Acesso em 30 abr. 2024.

O Monge e a Ervilha - A vida de Gregor Mendel.[S. l.: s. n.], 2016. 1 vídeo (22:18 min). Publicado pelo canal Planeta biológico. Disponível em:

<https://youtu.be/3jgl6f9ZSC4>. Acesso em: 09 abr. 2024.

Origem do Universo. [S. l.: s. n.], [2024]. 1 vídeo (5:42 min). Publicado por Ciência 101. Disponível em: https://sire-ngcbg-pmd.fichub.com/mpx/FLAC_FOD_BRA/468/819/842163_SCI_009_01_ORIGIN_S_BRA01_1995385411645_mp4_video_1920x1080_4000000_primary_audio_eng_6.mp4.

Acesso em 30 abr. 2024

Relatório Especial nº 21. **Tribunal de Contas Europeu**, Luxemburgo, 2019.

Disponível em: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/amr-18-2019/pt/>. Acesso em: 03 jun. 2024.

Replicação do dna. **Biologia net**, [s./],[2024]. Disponível em:

<https://www.biologianet.com/genetica/replicacao-do-dna.htm>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SANTOS, V.S. Experimento de Redi. **Mundo Educação**, [s./], [2024].

Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/experimentos-redi.htm> .

Acesso em: 14 maio. 2024.

SANTOS, V. S. Diferenças entre as células animais e vegetais. **Brasil Escola**, [s./],[2024]. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/diferencas-entre-as-celulas-animais-e-vegetais.htm>. Acesso em: 27 maio . 2024.

SANTOS, V. S. Charles Darwin. **Brasil Escola**, [2024], [s./]. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/charles-darwin.htm> . Acesso em: 03 jun .2024.

SANTOS, V. S.. Célula vegetal. **Brasil Escola**, [s./],[2024]. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/celula-vegetal.htm>. Acesso em: 20 maio .2024.

SANTOS, V. S. Primeira Lei de Mendel; **Brasil Escola**, [s./],[2024]. Disponível

em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/primeira-lei-mendel.htm>.

Acesso em: 08 abr. 2024.

SANTOS, E. S. Segunda lei de Mendel. **Blog Do Enem**, [s./], 2019. Disponível

em: <https://blogdoenem.com.br/biologia-segunda-lei-mendel/>. Acesso em: 18 abr. 2024.

Silva, L.H.S. Big bang. **Infoescola**, [s./],[2024]. Disponível em:

<https://www.infoescola.com/cosmologia/big-bang/>. Acesso em: 30 abr. 2024

STEINER, J. E. A Teoria do Big Bang: um universo em expansão. **Pré UNIVESP**, SP, 2017. Disponível em: <http://pre.univesp.br/a-teoria-do-big-bangg#.WtEqQH82Ukh> . Acesso em: 03 jan.2018.

Testes de paternidade – Como funcionam e quão precisos são? **Código ADN**,[s./],[2024]. Disponível em: <https://tinyurl.com/35hau6fs>. Acesso em: 30 maio 2024.

Testes de paternidade – Como funcionam e quão precisos são? **Código ADN**,[s./],[2024]. Disponível em: <https://tinyurl.com/35hau6fs>. Acesso em: 30 maio. 2024.

VAIANO, B. A história real de Mendel, o frade workaholic e comilão que fundou a genética. **Superinteressante**, [s./],15 jan. 2024. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/a-historia-real-de-mendel-o-frade-workaholic-e-comilao-que-fundou-a-genetica>. Acesso em: 09 abr. 2024.

ZUIDHOF, M. J. et al. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry science**, v. 93, n. 12, p. 2970-2982, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119385505>. Acesso em: 03 jun. 2024.