

CEJA >>

CENTRO DE EDUCAÇÃO
de JOVENS e ADULTOS

**CIÊNCIAS DA
NATUREZA**

e suas **TECNOLOGIAS** >>

Biologia

Fascículo 2
Unidades 4 e 5

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador
Wilson Witzel

Vice-Governador
Claudio Castro

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Secretário de Estado
Leonardo Rodrigues

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

Secretário de Estado
Pedro Fernandes

FUNDAÇÃO CECIERJ

Presidente
Gilson Rodrigues

PRODUÇÃO DO MATERIAL CEJA (CECIEJ)

Diretoria Adjunta de Material Didático
Cristine Costa Barreto

Elaboração
Ana Paula Abreu Fialho
Claudia Augusta de Moraes Russo

Atividade Extra
Roberto Spritzer

Revisão de Língua Portuguesa
Ana Cristina Andrade dos Santos

Coordenação de
Desenvolvimento Instrucional
Flávia Busnardo

Desenvolvimento Instrucional
Aline Beatriz Alves

Coordenação de Produção
Fábio Rapello Alencar

Capa
André Guimarães de Souza

Projeto Gráfico
Andreia Villar

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades
<http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517>

Diagramação
Equipe Cederj

Ilustração

Bianca Giacomelli

Clara Gomes

Fernando Romeiro

Jefferson Caçador

Sami Souza

Produção Gráfica
Verônica Paranhos

Sumário

Unidade 4 | As moléculas da vida 5

Unidade 5 | Um ancestral em comum para todos 45

Prezado(a) Aluno(a),

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação. Estamos aqui para auxiliá-lo numa jornada rumo ao aprendizado e conhecimento.

Você está recebendo o material didático impresso para acompanhamento de seus estudos, contendo as informações necessárias para seu aprendizado e avaliação, exercício de desenvolvimento e fixação dos conteúdos.

Além dele, disponibilizamos também, na sala de disciplina do CEJA Virtual, outros materiais que podem auxiliar na sua aprendizagem.

O CEJA Virtual é o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do CEJA. É um espaço disponibilizado em um site da internet onde é possível encontrar diversos tipos de materiais como vídeos, animações, textos, listas de exercício, exercícios interativos, simuladores, etc. Além disso, também existem algumas ferramentas de comunicação como chats, fóruns.

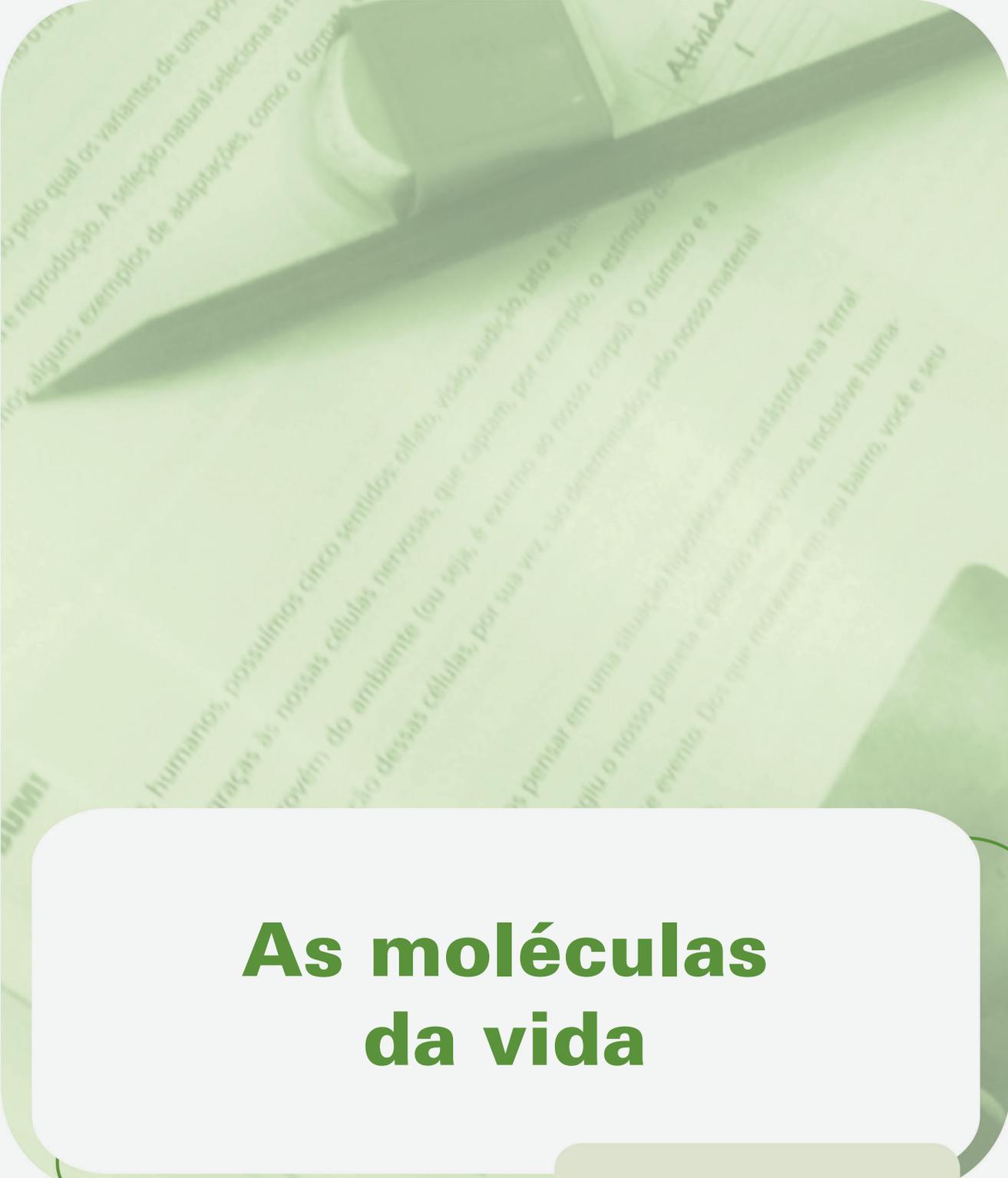
Você também pode postar as suas dúvidas nos fóruns de dúvida. Lembre-se que o fórum não é uma ferramenta síncrona, ou seja, seu professor pode não estar online no momento em que você postar seu questionamento, mas assim que possível irá retornar com uma resposta para você.

Para acessar o CEJA Virtual da sua unidade, basta digitar no seu navegador de internet o seguinte endereço:
<http://cejarj.cecierj.edu.br/ava>

Utilize o seu número de matrícula da carteirinha do sistema de controle acadêmico para entrar no ambiente. Basta digitá-lo nos campos "nome de usuário" e "senha".

Feito isso, clique no botão "Acesso". Então, escolha a sala da disciplina que você está estudando. Atenção! Para algumas disciplinas, você precisará verificar o número do fascículo que tem em mãos e acessar a sala correspondente a ele.

Bons estudos!



As moléculas da vida

Fascículo 2
Unidade 4

As moléculas da vida

Para início de conversa

Biodiversidade, hereditariedade, passagem de características entre gerações, material genético... essas foram algumas das expressões que você mais “ouviu” até o momento, neste módulo.

Está bem claro que é por meio desse material genético, que vai dos pais para os filhos pelos gametas, que as características vão passando entre os indivíduos, geração após geração. Este material genético duplica-se nos processos de divisão celular, resultando em células-filhas com o mesmo material genético da célula-mãe, não é?

Mas você tem ideia real de como isso acontece dentro de uma célula? Você sabe como é esse material genético?

Existem exceções na Natureza, mas, em geral, o material genético dos seres vivos é formado por uma molécula chamada DNA.

Você já deve ter ouvido falar de DNA muitas vezes, em reportagens, programas de TV, até mesmo novelas. Deve ter ouvido também os termos genes, proteínas... Mas você sabe, de fato, o que esses nomes significam? Consegue relacioná-los ao que vimos até aqui no módulo, em termos de hereditariedade, mutação e biodiversidade? É isso que vamos fazer pelas próximas páginas desta unidade!

Objetivos de aprendizagem

- Relacionar a estrutura do DNA ao seu papel de conservação e transferência de informação genética.
- Reconhecer os processos de replicação, transcrição e tradução, e identificar seus mecanismos e diferenças.
- Relacionar os mecanismos de controle da expressão gênica com a diversidade de características em um mesmo indivíduo ou entre indivíduos diferentes.

Seção 1

DNA: a molécula da vida

DNA é a sigla (em Inglês) para o nome Ácido desoxirribonucléico. A primeira coisa que você precisa saber sobre o DNA é que ele é uma molécula (ou seja, um conjunto de átomos). Esta molécula, assim como todas as outras, segue as leis da Química – e é importante dizer isso, inclusive, para você entender o porquê de estar estudando certos conteúdos em Química.

O DNA é um polímero. Isso significa que a sua totalidade é formada por várias unidades. Estas unidades são formadas de moléculas menores, que se associam de acordo com suas características químicas (como você verá no próximo módulo de Química), formando uma grande cadeia.

As unidades que se associam para formar uma cadeia de DNA são chamadas nucleotídeos.

NUCLEOTÍDEO

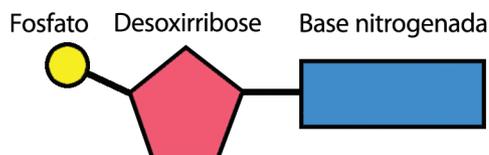


Figura 1: Um nucleotídeo é a unidade mínima da molécula de DNA. Um nucleotídeo é formado por um açúcar (chamado desoxirribose), uma das quatro bases nitrogenadas (A, T, C ou G) e por grupamentos fosfato (átomo de fósforo associado a três de oxigênio).

Verbetes

A T C G: Estas letras são abreviações dos nomes das quatro bases nitrogenadas: Adenina, Timina, Citosina e Guanina.

Quando esses nucleotídeos associam-se, eles formam uma cadeia de DNA, também chamada fita de DNA, que tem o aspecto de uma hélice. Só que, para ser mesmo uma molécula de DNA, é necessário que duas fitas de nucleotídeos associem-se quimicamente, formando uma dupla-fita.

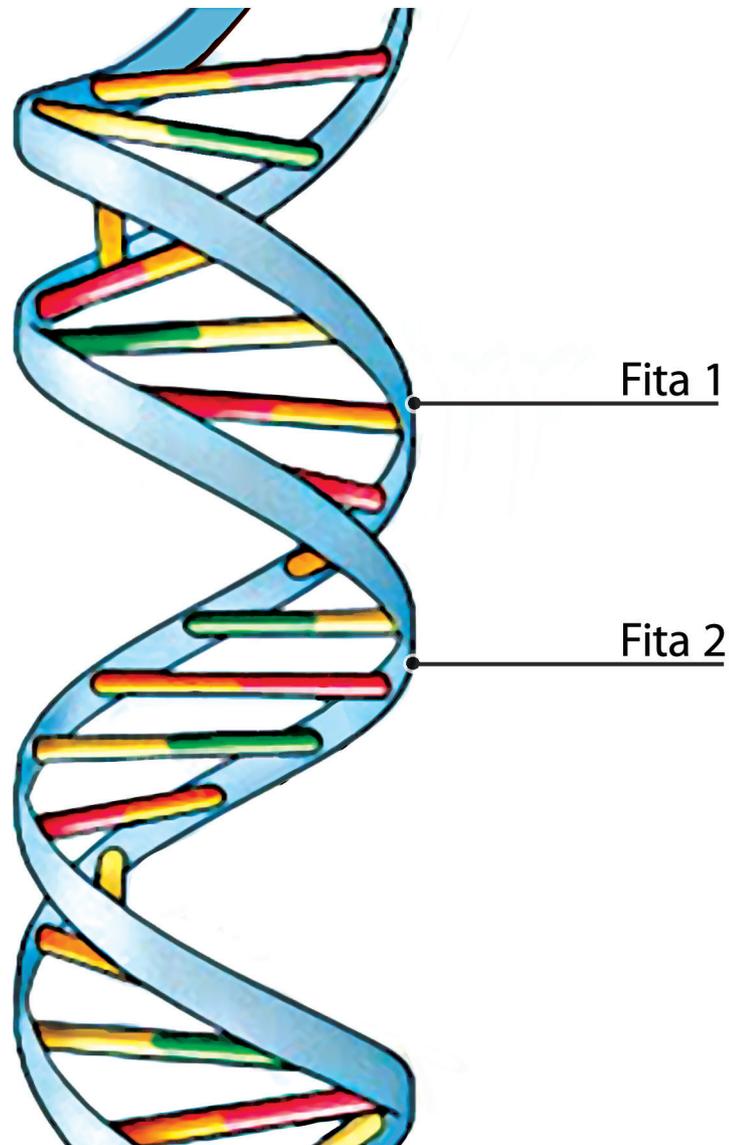


Figura 2: A molécula de DNA é formada por duas fitas (cadeias) de nucleotídeos, que se associam, formando a dupla hélice que você vê na figura. Esta é a molécula responsável pela manutenção e passagem de características entre ancestrais e seus descendentes.

A associação de uma fita com a outra, para formar a molécula do DNA, acontece por meio de ligações químicas entre as bases nitrogenadas (A, T, C e G) que compõem cada nucleotídeo da fita. As bases são complementares, formando pares da seguinte maneira:

Base A

Base T

Base C

Base G

Assim, uma fita que tenha a sequência A T C G vai conseguir parear com outra fita que tenha a sequência T A G C. Veja o um exemplo na figura a seguir:

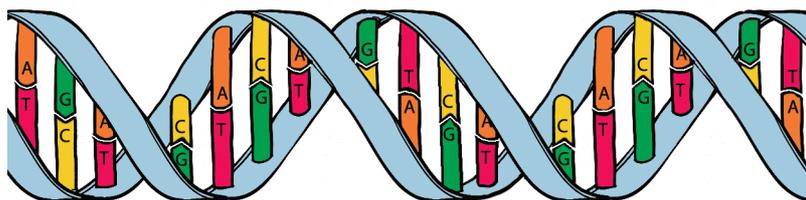


Figura 3: As bases nitrogenadas de uma fita de DNA podem se ligar, de forma complementar, às bases nitrogenadas de outra fita, e é assim que se forma a dupla-fita, ou dupla hélice de DNA.

1.1. Por que DNA?

Agora que você já sabe como é a estrutura da molécula de DNA, podemos discutir um pouco sobre o porquê de esta molécula ser capaz de conservar as características dos indivíduos e transmiti-las às gerações seguintes.

Em termos químicos, a molécula de DNA é muito estável, o que significa que ela não se degrada facilmente, perdendo a informação que carrega. Por isso, ela funciona muito bem no processo de manutenção das características de um indivíduo.

Outro ponto “a favor do DNA” é que esta molécula consegue ser facilmente duplicada. O fato de a estrutura da molécula de DNA ser em dupla-fita proporciona moldes aos sistemas de duplicação (ou replicação, como é mais conhecido este processo) do DNA para síntese de novas moléculas.

Em linhas gerais, acontece assim: no processo de replicação, a dupla-hélice do DNA é aberta, e as duas fitas que a compõem são parcialmente separadas. Estas fitas servem de molde para que as moléculas replicadoras (da qual falamos em unidades anteriores) construam novas fitas, que são complementares àquelas nas quais estão se baseando.

Em outras palavras, o sistema de replicação sintetiza duas moléculas de DNA a partir de uma. Isso é a duplicação do material genético, que acontece dentro das células quando elas vão entrar em divisão para gerar células-filhas, evento de que falamos muito neste módulo.:

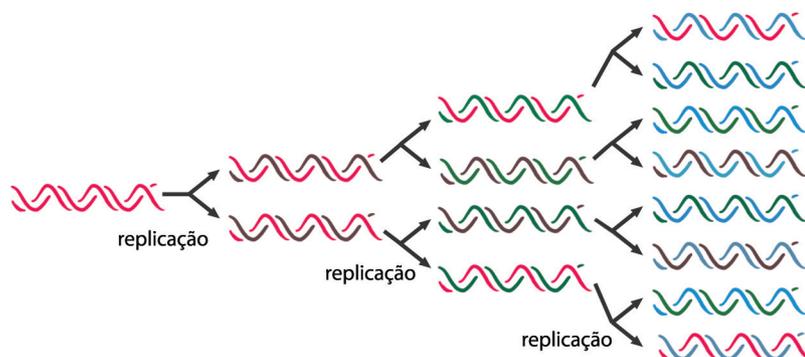


Figura 4: A replicação de uma molécula de DNA acontece, utilizando-se uma molécula já existente de molde. Cada uma das fitas serve de molde para síntese de uma nova fita, complementar à original.

Repare na Figura 4 que as duplas-fitas novas, sintetizadas pelo sistema de replicação, conservam em si metade da molécula de DNA original. Esse fato acontece sempre nas replicações e, por isso, o sistema é chamado semiconservativo (conserva parte do seu original, digamos assim).

O sistema de replicação ao qual nos referimos conta com a atividade de proteínas que são capazes de catalisar processos biológicos e químicos, ou seja, possibilita que tais processos aconteçam no tempo que os organismos precisam que aconteçam, dentro das condições fisiológicas do organismo. Elas são chamadas enzimas e você verá mais sobre elas em outros módulos. Por ora, é importante que você saiba que elas existem e que são fundamentais para a vida.



Ora, se há conservação de fitas de uma molécula de DNA pré-existente e o sistema utiliza um molde para síntese de nova molécula de DNA, como é possível que aconteçam alterações nesse DNA, como é possível que surja uma mutação? Como é possível haver biodiversidade?

1.2. Erros na replicação

O sistema de replicação do DNA é composto por diversas etapas. Simplificando, vamos falar brevemente de duas:

a. Existe uma molécula capaz de “ler” a sequência de bases nitrogenadas de uma fita e replicá-la em outra fita (utilizando as bases complementares). Essa molécula que faz essa leitura e síntese da nova fita é capaz de “ler” milhares e milhares de bases em uma velocidade enorme. Ela comete pouquíssimos erros, mas comete (estima-se que seja um erro a cada um bilhão de bases “lidas”).

b. Como a manutenção da fidelidade da sequência de bases é importante, já que a molécula que “lê” a original e sintetiza a nova fita é capaz de cometer erros, existe um sistema composto por outras moléculas e que corrige esses erros. Mas, ainda assim, embora raramente, alguns erros se estabelecem.

É por causa da eficiência dessas duas etapas no processo de replicação de uma molécula de DNA, que a possibilidade de termos mutação é sempre baixíssima. Entendendo isso, podemos entender também que a biodiversidade tenha levado tantos milhares de anos para se constituir da forma como a conhecemos hoje.

1.3. Cromossomos, genes e nossas características

O DNA é uma molécula enorme, que fica situada dentro do núcleo da célula, muitas vezes condensada na forma de cromossomos. Este nome vem da forma como esses “corpos” foram descobertos: por serem fortemente corados com corantes, possibilitando sua visualização no interior do núcleo da célula.:

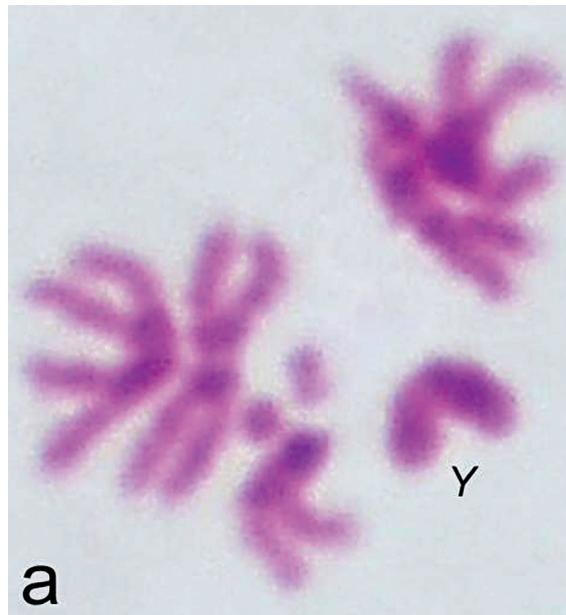


Figura 5: Corantes ajudam a visualizar os cromossomos dentro de uma célula. Estes cromossomos da imagem são de *Drosophila* (mosca), em uma fase de divisão celular.

Em uma única célula, os cromossomos podem ter tamanhos e formatos diferentes. Além disso, constatou-se, através de outras pesquisas, que cada espécie de animal ou planta tem um número preciso e característico de cromossomos no interior de suas células. Na nossa espécie, por exemplo, há um total de 46 cromossomos, os quais se organizam em 23 pares. Como são dois cromossomos de cada tipo (formando “duplas”), essa condição é chamada “diplóide”.

Gametas, em geral, por outro lado, têm apenas metade do material genético de uma célula comum (para que o pai possa juntar com o da mãe e gerar um indivíduo com o número “normal” de cromossomos). Assim, no caso da nossa espécie, possuem apenas 23 cromossomos, um de cada tipo. Essa condição, em que há apenas um exemplar de cada tipo de cromossomo, é chamada “haploide”. A partir da junção de dois gametas (haploides) na fecundação (um masculino e um feminino) é formada, então, uma nova célula com 46 cromossomos (diplóide).



Figura 6: Na reprodução humana, cada um dos pais, através de seus respectivos gametas (haploides), contribui com 23 cromossomos para a formação de um novo indivíduo. A célula resultante da fecundação e que dará origem a este terá, normalmente, 46 cromossomos (diplóide).

Nos seres humanos, há dois tipos de cromossomos: os somáticos e os sexuais. Os sexuais são aqueles que definem o sexo de cada indivíduo, cujos genes são responsáveis por desenvolver no corpo desse indivíduo as característi-

cas femininas ou masculinas. Os somáticos são os que carregam os genes responsáveis pelos processos do organismo que independem do sexo, como as moléculas envolvidas na digestão, no sistema circulatório, dentre muitas outras.

Nos nossos 23 pares de cromossomos, 22 deles são somáticos e 1 par é de cromossomos sexuais. Os cromossomos sexuais são a dupla XX, nas mulheres, e a XY, nos homens.

Existem alguns tipos de doenças/ condições que são ligados aos cromossomos sexuais. Isso significa que os genes relacionados a elas estão nesses cromossomos. São exemplos: calvície, daltonismo, hemofilia e hipertricose auricular (desenvolvimento de pelos na orelha).



Figura 7: Calvície é uma das condições que estão ligadas aos cromossomos sexuais, neste caso, o cromossomo Y. Chamamos este tipo de passagem de características de herança ligada ao sexo.

Existem outras doenças que não têm relação com alteração nos genes que se situam nos cromossomos, mas sim ao número de cromossomos que um indivíduo tem. Essas doenças são chamadas alterações numéricas e são o acontecimento de um cromossomo a mais ou a menos, dentre os 23 pares que temos.

Indivíduos com a chamada “Síndrome de Down” trazem em suas células uma alteração cromossômica também conhecida como “trissomia do 21”. Nesses casos, onde deveria haver apenas um par de cromossomos identificados como “21” (ou seja, dois cromossomos), existem três cromossomos desse tipo.

Assim como a Síndrome de Down, existem diversas outras condições em que um indivíduo é afetado pela variação de seus cromossomos. No que se refere às trissomias (três unidades de um mesmo cromossomo, ao invés de duas), as mais conhecidas são a Síndrome de Edwards e a Síndrome de Patau. Em todos os casos, os indivíduos trissômicos apresentam retardo mental de níveis variados e problemas cardíacos. Na Síndrome de Edwards, a maior parte dos fetos sofre aborto, e não chega a nascer.

Outros tipos de alterações cromossômicas são relacionadas aos cromossomos sexuais. Há casos em que um dos cromossomos está ausente ou outros em que esses cromossomos estão em maior número do que o esperado. Veja exemplos dessas alterações cromossômicas na tabela a seguir:

Síndrome	Genótipo	Características
Turner	XO	Mulheres com seios, ovários e vagina pouco desenvolvidos; não menstruam; pescoço alado; tórax largo com mamilos afastados. Intelectualmente, não sofrem prejuízo.
Klinefelter	XXY	Rapazes que não apresentam sintomas físicos perceptíveis até a adolescência, quando podem ter um desenvolvimento um pouco maior das mamas. Podem apresentar déficit auditivo, de aprendizagem e motor, mas não necessariamente.
Jacobs	XYY	Também conhecida como síndrome do super-macho, afeta rapazes que têm tendência a apresentar estatura muito elevada e algumas dificuldades na linguagem (mas não obrigatoriamente).
Triplo X	XXX	Na maioria dos casos, não apresentam sintomas, embora possa ocorrer retardo mental e estatura mais elevada.

Verbetes

Pescoço alado - Um tipo de pescoço que parece um triângulo, que não é fino embaixo da cabeça, mas que fica mais largo a partir da cabeça para o ombro.

Bom, vamos recapitular um pouquinho para podermos continuar na nossa compreensão da nossa história. Você já sabe que o espermatozoide do seu pai tinha 23 cromossomos e o óvulo da sua mãe 23 cromossomos, que

foram os responsáveis pela passagem do material genético deles (DNA) para você. Sabe também que, nas células do seu corpo, existem 46 cromossomos, que ficam dentro do núcleo das células.

Mas será que só o fato de o DNA desses 46 cromossomos estarem ali, é suficiente para que você tenha determinadas características? E, se metade disso veio de cada um dos seus pais biológicos, você não deveria ser “metade igual ao seu pai e metade igual a sua mãe”?

Essa é uma pergunta importantíssima e a resposta para ela está nos conceitos associados a uma palavra: genes!

Genes são pedaços de DNA capazes de expressar alguma característica (há pedaços que não expressam características). Assim, a cor dos olhos tem a ver com os genes que estão sendo expressos no seu organismo e determinando se você tem olhos azuis, verdes ou pretos. O fato de você ser alto ou baixo, negro ou branco, sentir muito calor ou muito frio – tudo o que acontece em você tem a ver com a expressão dos seus genes.

Vamos entender este termo, expressão de um gene, partindo da seguinte questão: Como é possível que esse pedaço de DNA determine características e outros pedaços, não?



Protegendo informações preciosas

Imagine que você está assistindo a um filme com um colega. Este filme trata de temas relativos à Evolução e à Genética, assuntos sobre os quais seu amigo não tem grandes conhecimentos.

Depois de uma cena que discute a hereditariedade, ele afirma: “Não entendo como que funciona essa história de DNA! Como é que isso pode determinar que meu filho será parecido comigo? Ao mesmo tempo, eu sou parecido com meu bisavô... não entendo... como pode?”

Como você ajudaria seu amigo a entender? Leve em consideração em sua resposta:

- as características da estrutura da molécula de DNA;
- o seu processo de replicação.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2

RNA: versatilidade dentro da célula

Para respondermos à pergunta que fizemos no final da seção 1, precisamos conhecer antes dois processos: a transcrição e a tradução.

A transcrição é um processo que transforma pedaços do DNA (genes) em pedaços de um outro tipo de ácido nucléico, o RNA (ácido ribonucléico). O RNA é um ácido nucléico muito mais “versátil” dentro da célula, porque ele é bem menor que o DNA e consegue sair do núcleo, carregando em si uma determinada informação genética que ela contém. Quando esse RNA sai do núcleo da célula para sua outra parte, o citoplasma, ele pode ser traduzido em moléculas que, no final das contas, vão ser as responsáveis pela manifestação das nossas características. Essas moléculas são as proteínas.

Mas vamos por partes...

2.1. Transcrição

O RNA também é formado por nucleotídeos que, em vez de desoxirribose (como no DNA), apresentam outro açúcar, a ribose. Outra diferença está nas bases nitrogenadas: em vez de A T C G, no RNA temos A U C G. Estas pequenas diferenças fazem com que a estrutura das duas moléculas seja diferente: enquanto o DNA é dupla-fita, o RNA é uma fita simples.

Verbetes

U: é a abreviação de Uracila, uma das bases nitrogenadas que compõem os nucleotídeos de RNA.

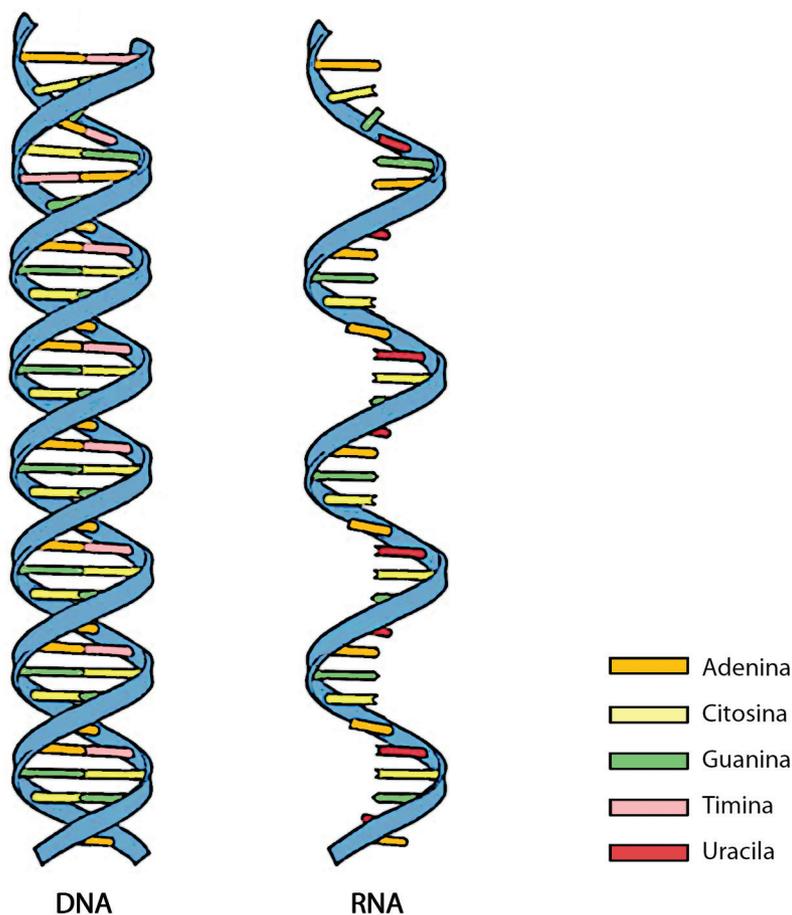


Figura 8: Molecularmente, as diferenças entre DNA e RNA estão em seus nucleotídeos. Os dois ácidos nucléicos possuem açúcares diferentes na composição de seus nucleotídeos e, no RNA, encontramos a base nitrogenada U, em vez de T. Estas pequenas diferenças conferem ao RNA a característica de ser de fita simples (uma única cadeia) e, por causa disso, esse ácido nucléico é bem mais instável que o DNA.

ATENÇÃO

As diferenças na estrutura das moléculas de DNA e RNA acabam significando diferenças na função das duas moléculas. Enquanto o DNA armazena, de maneira estável, as informações genéticas dos indivíduos, o RNA possibilita que essa informação seja expressa nas características que compõem o indivíduo.

Para carregar a informação genética (do DNA) para fora do núcleo da célula, o RNA precisaria “copiar” esta sequência. No entanto, como DNA e RNA têm propriedades moleculares diferentes (os nucleotídeos – bases e açúcar), acaba que esta não é uma cópia fiel, mas uma transcrição de uma informação em outra, que tem o mesmo significado, mas é escrita de outra maneira.

No interior do núcleo das células, assim como existe o sistema de replicação do DNA, existe também um sistema de transcrição de DNA em RNA. São moléculas que “lêem” a molécula de DNA e montam uma sequência de RNA

(lembrando que as bases continuam respeitando a lógica complementar, ou seja, A faz par com T ou U; C faz par com G):

Sequencia DNA **A T C G T C T A**

Transcrição em...

Sequência RNA **U A G C A G A U**



Multimídia

Se estiver difícil de entender, você pode visitar a animação que indicamos a seguir para visualizar o processo de transcrição do DNA em RNA: <http://goo.gl/Y3EC5>

Esses transcritos de RNA, a partir da “leitura” de um pedaço da molécula de DNA, podem ter diversas funções dentro da célula. A que nos interessa mais no contexto deste módulo é a do RNA mensageiro (RNAm), que serve como um mensageiro mesmo, aquele que leva a mensagem genética do núcleo para o citoplasma, para ser traduzida em proteínas.

Seção 3

Proteínas

Uma proteína é uma molécula que, assim como o DNA e o RNA, tem sua totalidade formada pela associação de várias unidades. As unidades que se associam quimicamente para formar uma proteína são os aminoácidos.

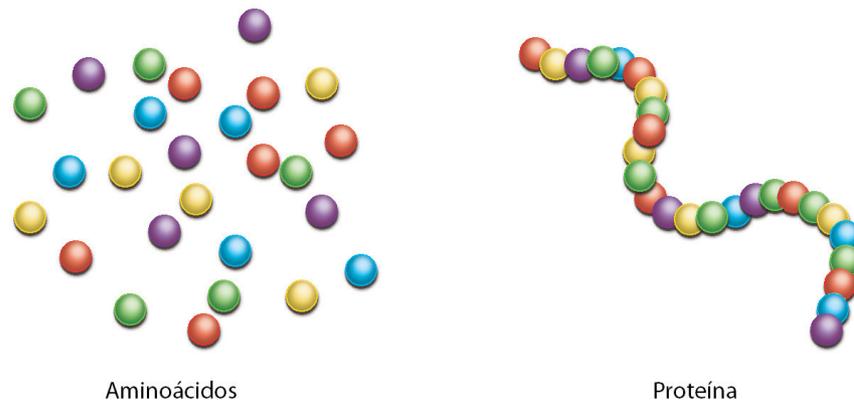


Figura 9: Proteínas são polímeros formados por aminoácidos, que se associam quimicamente

Existem 20 aminoácidos diferentes que compõem as proteínas. Dependendo da ordem em que eles são dispostos para formar uma proteína, eles originam proteínas diferentes.

Esta ordem não é definida aleatoriamente, mas sim pelo código genético. Assim, o DNA que armazena suas características hereditárias teve uma parte transcrita em um RNAm que, no citoplasma da célula, será traduzido em proteína.

1.1. Tradução

A replicação e a transcrição são processos que acontecem a partir da leitura de um molde (uma fita de DNA) e adição de nucleotídeos com bases complementares para formar a molécula nova.

No caso da tradução, a lógica se mantém, mas o processo é um pouco diferente. A sequência de RNAm é lida de três em três bases para originar as proteínas. Enquanto nos outros dois processos, temos uma base complementar à base original sendo acrescentada na molécula nova, aqui teremos um outro código em questão. É preciso uma sequência de 3 bases nitrogenadas para originar a adição de 1 único aminoácido.

Essa sequência de 3 bases é chamada **códon**, e pode ser composta por quaisquer das 4 bases, em diferentes posições. Podemos dizer que os códons são “palavras de 3 letras que “significam um aminoácido”.

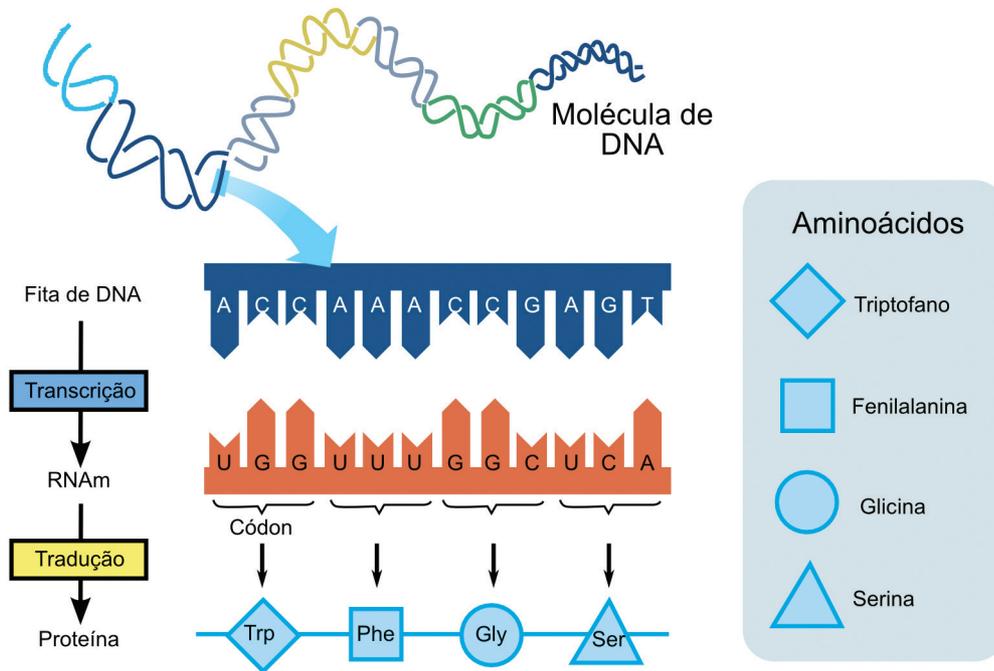


Figura 10: Veja que cada sequência de 3 bases nitrogenadas de um RNAm (códon) é traduzida em aminoácidos que, por interações químicas entre eles formam uma cadeia chamada proteína. A primeira linha é a fita de DNA que dá origem ao RNAm (segunda fita) através da transcrição. Na última linha, você vê formas que representam os aminoácidos codificados pelos códons (a legenda lateral nos diz quais são eles).

Quase qualquer combinação de bases é passível de ser traduzida em um aminoácido. Na tabela a seguir, apresentamos a codificação, só para você ter uma ideia.

Dois fatos são importantes de se reparar na tabela:

- 1.O códon AUG, que é o único que codifica o aminoácido Metionina (Met).
- 2.Os códons UAA, UAG e UGA, que não codificam nenhum aminoácido.

O códon AUG é o códon onde a síntese de uma proteína começa. O sistema de tradução, que fica no citoplasma e “lê” o RNAm para traduzi-lo em uma proteína, só começa a síntese da proteína quando encontra esse códon na sequência do RNAm. Quando esta trinca de bases é reconhecida, significa que um gene foi identificado ali e ele vai ser expresso na forma de uma proteína.

A segunda observação mostra que há um momento da leitura da sequência de RNAm em que nada é adicionado

à cadeia de proteína, encerrando a síntese dessa proteína. Esses “códon de parada”, portanto, são fundamentais para determinar o momento em que toda a sequência necessária para dar origem a uma determinada proteína foi lida.

2ª LETRA

		U	C	A	G		
1ª LETRA	U	UUU Fenilalanina	UCU Serina	UAU Tirosina	UGU Cisteína	3ª LETRA	U
		UUC Fenilalanina	UCC Serina	UAC Tirosina	UGC Cisteína		C
		UUA Leucina	UCA Serina	UAA Parada	UGA Parada		A
	C	UUG Leucina	UCG Serina	UAG Parada	UGG Triptofano		G
		CUU Leucina	CCU Prolina	CAU Histidina	CGU Arginina		U
		CUC Leucina	CCC Prolina	CAG Histidina	CGC Arginina		C
	A	CUA Leucina	CCA Prolina	CAA Glutamina	CGA Arginina		A
		CUG Leucina	CCG Prolina	CAG Glutamina	CGG Arginina		G
		AUU Isoleucina	ACU Treonina	AAU Aaparagina	AGU Serina		U
	G	AUC Isoleucina	ACC Treonina	AAC Aaparagina	AGC Serina		C
		AUA Isoleucina	ACA Treonina	AAA Lisina	AGA Arginina		A
		AUG Metionina	ACG Treonina	AAG Lisina	AGG Arginina		G
G	GUU Valina	GCU Alanina	GAU Aspartato	GGU Glicina	U		
	GUC Valina	GCC Alanina	GAC Aspartato	GGC Glicina	C		
	GUA Valina	GCA Alanina	GAA Glutamato	GGA Glicina	A		
	GUG Valina	GCG Alanina	GAG Glutamato	GGG Glicina	G		

Figura 11: A cada 3 bases, o RNAm é traduzido em um aminoácido. As 3 bases (códon) podem estar quase que em qualquer ordem para serem traduzidas em um aminoácido. Existem apenas 3 combinações que não correspondem a aminoácidos – elas são importantes para determinar onde deve terminar a cadeia de proteína..

Esses dois fatos significam que não é necessariamente toda a extensão do RNAm que é traduzida de três em três bases para gerar uma proteína. Somente pedaços específicos são capazes disso. Há casos, inclusive, em que essa proteína é “editada” depois de sua síntese, por diversos mecanismos existentes dentro da célula (mas essa é uma outra história...). Esse “tamanho” da proteína e os tipos de aminoácidos que compõem essa molécula vão determinar a estrutura dela e, conseqüentemente, sua função no organismo.

No processo de tradução, contamos também com a participação de outros dois tipos de RNA, além do RNA mensageiro (RNAm): o RNA transportador (RNAt) e o RNA ribossomal.

O RNAt é uma molécula bem pequena de RNA, que carrega na sua estrutura aquilo que chamamos anticódon. O anticódon é uma sequência complementar à sequência do códon e que, por ser complementar, consegue se parrear com ele. O RNAt tem este nome porque ele, de fato, é um transportador. Ele carrega junto com o anticódon o amino-

ácido que é correspondente ao códon com o qual ele vai parear quando “encontrar” o RNAm. Assim, para a síntese da proteína, é fundamental a participação do RNAt, porque é ele que carrega os aminoácidos.

O RNA ribossomal, por sua vez, tem participação importante também porque é o ribossomo que se liga ao RNAm para dar início ao processo de tradução. Sobre o ribossomo, formado por esse RNAr e proteínas, você aprenderá mais adiante, no próximo módulo, quando estudar as estruturas que compõem uma célula.



O RNA é uma molécula tão, mas tão versátil que há estudos que mostram que ele pode ter sido a primeira molécula complexa da vida. Os experimentos de Miller e Urey e a hipótese de Walter Gilbert sobre o Mundo do RNA você vai aprender na Unidade 1 do próximo módulo!

Estima-se que uma única célula sintetize entre 10.000 e 20.000 proteínas diferentes. Só para você ter uma ideia de como elas são importantes para a sua vida, são as proteínas que atuam no seu corpo ajudando a digerir o alimento que você come. Uma delas proteína a é responsável por transportar o oxigênio pelo seu sangue para todas as células do seu corpo. Todos os músculos do seu corpo se contraem e se distendem por causa de proteínas que compõem sua estrutura. Suas unhas, cabelo, pele – tudo é composto de proteínas!

São infinitos exemplos das funções das proteínas nos organismos (não só no nosso, mas de todos os seres vivos). Um que é curioso e vale a pena destacar no contexto desta unidade é o fato de que elas são capazes de participar da regulação da produção delas mesmas. Em outras palavras, uma proteína pode controlar quando será produzida ou não, bem como controlar a produção de outras proteínas diferentes e outras moléculas diversas. Você vai entender isso melhor já, já, depois da atividade 2!

Atividade
2

Os moldes da vida

A seguir você encontrará três esquemas. Eles representam alguns dos processos que envolvem a molécula de DNA: replicação, transcrição e tradução. Identifique cada um dos processos, nomeando-os, faça a associação entre as bases nitrogenadas ou entre bases e os aminoácidos correspondentes. Utilize a tabela da Figura 11 para fazer a tradução dos códons

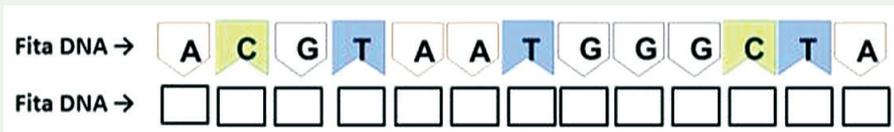
Processo de _____



Processo de _____



Processo de _____



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 4

Controlando a expressão dos genes

Bom, como você viu no início da aula, genes são pedaços de DNA capazes de serem convertidos em alguma característica. Agora, você já sabe que as características que apresentamos são expressas por meio das proteínas que temos no nosso organismo. Juntando as duas informações, temos que os genes são capazes de serem transcritos em RNAm e traduzidos em proteínas e, assim, determinar as nossas características.

Isso vale para todas as nossas características. Cabelo preto ou louro, olho verde ou castanho, estatura alta ou baixa, pele negra ou branca. Eles controlam também aquelas características que não vemos. São eles, por exemplo, que fazem com que as células do seu cérebro (neurônios) sejam completamente diferentes das células do seu estômago que, por sua vez, são diferentes das células do seu pé.

Ora, mas se todas as células do corpo contêm o mesmo material genético (que se dividiu inúmeras vezes a partir da célula-ovo), como as células do pé são tão diferentes das células do seu cérebro?

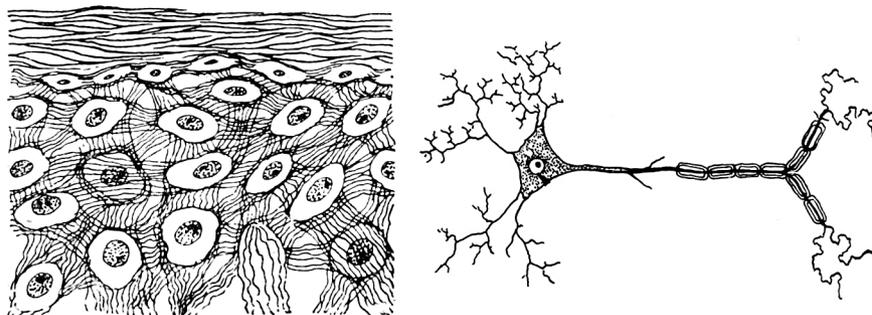


Figura 12: À esquerda, você vê células epiteliais, que são as células que compõem superfícies no seu corpo, como a sua pele (incluindo a do seu pé). À direita, você vê um neurônio, a célula que compõe o seu tecido nervoso, incluindo o seu cérebro.

A resposta disso está no fato de que, embora todas as células tenham o mesmo DNA, umas transcrevem e traduzem alguns genes e outras, outros genes. Isso é o que faz com que, em um mesmo organismo, você possa ter células tão diferentes.

O mecanismo que controla a ativação de um grupo de genes em cada uma das diferentes células de um mesmo organismo é chamado controle da expressão gênica.

Existem diversos mecanismos de controle da expressão gênica. O mais comum é o controle transcricional, ou seja, aquele que impede que o DNA seja transcrito em um RNAm.

Este controle acontece pela ação de proteínas, que são chamadas proteínas reguladoras da expressão gênica. Existem formas mais simples e outras mais complexas desse controle acontecer, envolvendo uma ou várias proteínas. Vamos nos focar na mais simples para entender a lógica do processo.

As proteínas são capazes de se associar quimicamente a trechos específicos da molécula de DNA. Normalmente, os trechos específicos envolvidos no controle de um determinado gene são próximos ao trecho do DNA que codifica aquele gene (ex: controle do gene A é próximo ao trecho que codifica o gene A).

Há proteínas reguladoras que são ativadoras ou repressoras da expressão gênica. As proteínas ativadoras, quando se ligam ao DNA, promovem a transcrição do gene. As repressoras são o contrário: todas as vezes que se ligam ao DNA, inibem a transcrição do gene.

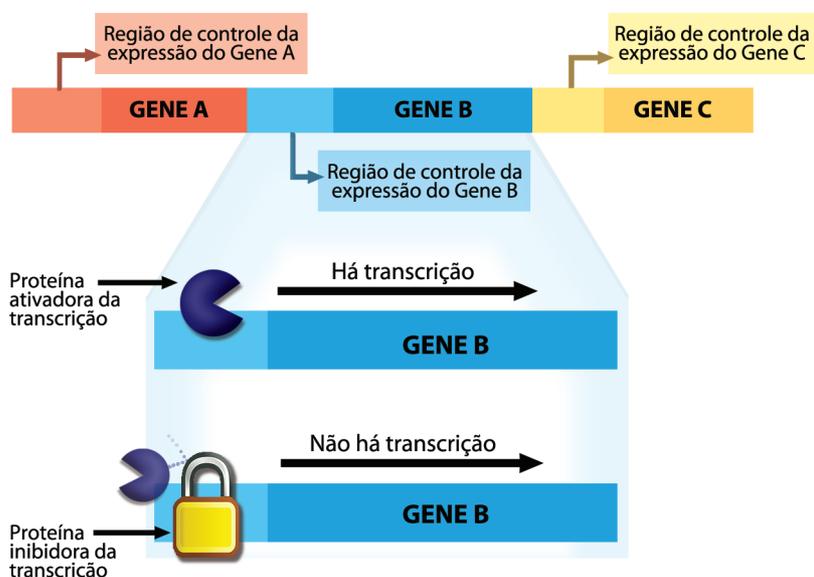


Figura 13: Os trechos envolvidos no controle da transcrição ficam próximos aos respectivos genes. É nessa região que as proteínas reguladoras se inserem para ativar a transcrição, ou ainda, é nela que as proteínas repressoras se posicionam para impedir a expressão do gene.

É por meio desses movimentos de ligação e desligamento das proteínas reguladoras no DNA que elas controlam a expressão de um gene. Esse controle pode ser motivado por diversos fatores, por exemplo:

- Se um gene já foi transcrito várias vezes em um curto período de tempo, é provável que haja um acúmulo da proteína que ele codifica dentro da célula. Assim, sistemas de regulação são ativados para impedir que se produza mais cópias de uma proteína que já está abundante.

- Se a célula é demandada a realizar uma determinada tarefa (por exemplo, gerar energia), é preciso que as proteínas envolvidas nesse processo sejam sintetizadas (produzidas). Assim, os sistemas que induzem a transcrição dos genes envolvidos na geração de energia estarão mais ativados.

- Se nosso organismo detecta que há um processo inflamatório acontecendo, as proteínas do sistema de defesa do organismo (dentre elas, as imunoglobulinas) têm seus genes ativados, para que elas possam ser sintetizadas.

Enfim, são inúmeros os casos de regulação, tanto para aumentar a expressão de um determinado gene quanto para inibi-la, dependendo da situação. Os organismos são estruturados química e biologicamente para, em geral, otimizar os processos e uso de recursos (energia) para manutenção da vida. O controle da expressão gênica é um mecanismo fundamental para que essa otimização aconteça e, mais do que isso, para que o organismo “funcione”. É claro que há chances de dar errado, o que efetivamente acontece em alguns casos, como no câncer.

No entanto, muitos mecanismos existem nos organismos para tentar minimizar problemas e erros que possam ameaçar a conservação genética. Alguns desses erros, quer na expressão gênica, quer simplesmente na replicação do DNA, associados a fatores dos ambientes em que os organismos vivem, possibilitam que a gente presencie a existência de um processo evolutivo. Mas isso é papo para a próxima unidade!



Expressão genética diferencia Humanos e Chimpanzés

A seguir você encontrará dois trechos de uma matéria publicada em setembro de 2002 na revista Ciência Hoje. Leia-os atentamente e responda às perguntas que se seguem.

“A principal distinção entre chimpanzés e humanos pode estar na expressão de genes em proteínas, sobretudo no cérebro. Embora as duas espécies de primatas compartilhem cerca de 99% do código genético, o modo como a informação codificada no DNA é convertida em diferentes proteínas pode ser a maior diferença entre elas. A conclusão foi apresentada na revista Science de 12 de abril por pesquisadores da Alemanha, Holanda e Estados Unidos.”

“Ajit Varki, professor de medicina na Universidade da Califórnia em San Diego (UCSD) e co-autor do artigo, conta à CH on-line que o estudo das diferenças entre homens e chimpanzés pode esclarecer as causas genéticas por trás de doenças que parecem ser mais nocivas aos humanos. “Vem daí a necessidade do estudo do genoma **INSERIR BOLD** dos chimpanzés”, justifica. Em chimpanzés, observa Yarki, a frequência e intensidade de manifestação de doenças como AIDS, mal de Alzheimer, câncer ou malária é mais branda.”

Anote suas respostas em seu caderno

Verbetes

Genoma – conjunto dos genes de um indivíduo ou espécie, é a informação genética que está no material genético deste indivíduo ou espécie.

Utilizando os conhecimentos aprendidos nesta aula, explique como duas espécies, homens e chimpanzés, que apresentam um código genético muito similar, podem ser tão diferentes.

Resumo

- O DNA é uma grande molécula, estável, encontrada dentro do núcleo das células e que guarda a informação genética dos indivíduos.
- A molécula de DNA é uma cadeia formada pelo encadeamento de várias unidades chamadas nucleotídeos.
- Cada nucleotídeo é formado por um açúcar, uma base nitrogenada e um grupamento fosfato. As bases nitrogenadas são: adenina, timina, citosina e guanina.
- Para formar uma molécula de DNA, é necessário que duas fitas de nucleotídeos se associem quimicamente, formando uma dupla-fita.
- As bases nitrogenadas do DNA são complementares, formando pares da seguinte maneira: A-T e C-G.
- Durante a divisão celular ocorre a replicação da molécula de DNA que acontece a partir de uma molécula pré-existente. Cada uma das duas fitas serve de molde para síntese de uma nova fita, que é complementar à original. Na molécula nova formada, consta a fita molde e a fita recém-sintetizada. Por isso, esse sistema de duplicação é chamado semi-conservativo.
- A molécula que lê a sequência de bases nitrogenadas das fitas do DNA executa essa função muitas vezes e em grande velocidade. Por este motivo, é possível que, às vezes, ela cometa erros. São esses erros que chamamos mutação.
- O DNA é formado por pedaços capazes de serem convertidos em algumas características. Esses pedaços são chamados de genes e existem dois processos que resultam na expressão das características individuais: a transcrição e a tradução.
- Com a transcrição os genes dão origem aos RNAs, que são ácidos nucleicos menores e mais versáteis que o DNA. Os RNAs são capazes de sair do núcleo da célula carregando a informação genética para o citoplasma.
- O RNA também é formado por nucleotídeos, no entanto, as bases nitrogenadas apresentam uma pequena diferença: ao invés em vez da timina, temos a uracila.
- A tradução é o processo em que a sequência de RNAm origina as proteínas, que são moléculas formadas pela associação de vários aminoácidos. Elas são as responsáveis, em última instância, pela manifestação das nossas características.

- Para originar as proteínas, o RNAm é lido de três em três bases, ou seja, cada sequência de 3 bases nitrogenadas (códon) origina um aminoácido.
- Todas as células do seu corpo têm o mesmo DNA, no entanto, elas podem ser diferentes umas das outras por que transcrevem e traduzem genes diferentes. Essas diferenças na expressão dos genes é consequência de mecanismos que chamamos de controle da expressão gênica.
- O controle transcricional da expressão gênica é o mais comum, sendo realizado por proteínas reguladoras que podem ser ativadoras ou repressoras da expressão.

Veja ainda

- Uma matéria da ciência hoje que responde a pergunta se o número de proteínas é igual ou não ao de genes: <http://goo.gl/az7Tr>
- Vídeo do youtube legendado com animação da duplicação, transcrição e tradução: <http://goo.gl/XDP7a>
- Matéria da Ciência Hoje sobre o sequenciamento do genoma humano: <http://goo.gl/KQA11>
- Matéria da Superinteressante muuuuuuito maneira sobre o uso do DNA na perícia criminal: <http://super.abril.com.br/ciencia/ciencia-crime-447772.shtml>
- Matéria da Ciência Hoje sobre gêmeos: <http://goo.gl/VhM2J>

Referências

ALBERTS, Bruce et al. **Molecular biology of the cell**. 4ed. Nova York: GARLAND SCIENCE, 2002.

Atividade 1

A molécula de DNA é quimicamente muito estável e não se degrada facilmente. Isso é importante para uma molécula que se presta a preservar as características genéticas de um indivíduo.

Outro ponto importante é que ela é dupla fita. Essa dupla fita, no momento de necessidade de duplicação de uma célula, se separa e cada fita simples serve de molde para síntese de uma outra fita nova, formando duas novas duplas-fitas, num processo semiconservativo. Esse sistema de duplicação apresenta taxas de erro baixíssimas, conservando a informação que o DNA carrega. Por isso, seu amigo pode ser parecido com o bisavô!

Atividade 2

Processo de transcrição, pois é DNA servindo de molde para a síntese de uma molécula de RNAm



Processo de Tradução, pois é a tradução de um RNAm em uma proteína.



Processo de Replicação, pois é a síntese de uma fita de DNA a partir de seu molde (de DNA)





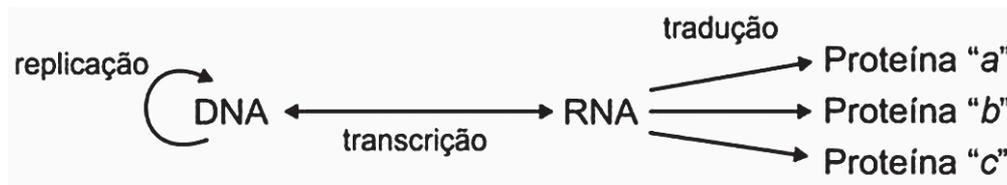
Atividade 3

Embora os genomas (conjunto dos genes) de humanos e chimpanzés seja muito semelhante, os dois organismos não o são. Isso pode ser explicado pela diferença na transcrição de genes em cada espécie. No chimpanzé temos conjuntos de genes ativados que não são os mesmos dos humanos.

O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2009)

A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e a tradução, há três formas proteicas diferentes, denominadas a, b e c.



Depreende-se que:

- A única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.
- O fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.
- As fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.
- É possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.
- A molécula de DNA possui forma circular e as demais moléculas possuem forma de fita simples linearizadas.

Gabarito: Letra D

Comentário: O item a está errado, pois ao olharmos o esquema, percebemos que existem duas moléculas: o DNA e o RNA. O item b também está errado. Por muito tempo, acreditou-se que o DNA apenas se replicava ou era transcrito em RNAm, que traduzia o código genético em proteínas. Com a descoberta da enzima transcriptase reversa, ficou esclarecido que é possível sintetizar DNA utilizando RNAm como molde. Isso acontece em alguns vírus. Pela própria visualização do esquema dá para observar essa possibilidade. O erro do item c é que as fontes de informação são os RNAs e não as proteínas. O processo de transcrição consiste na síntese de RNA a partir de um molde de DNA. Já no caso do item e o erro é que o DNA nuclear (que está no núcleo da célula) apresenta-se na forma linearizada. A forma circular do DNA, denominada plasmídeo, é encontrada nas bactérias e nas mitocôndrias.

Questão 2 (ENEM 2011)

Considerando a estrutura da molécula de DNA e a posição das pontes de hidrogênio na mesma, os experimentos realizados por Meselson e Stahl, a respeito da replicação dessa molécula, levaram à conclusão de que:

- a. A replicação do DNA é semiconservativa, isto é, a fita dupla filha é recém-sintetizada e o filamento parental é conservado.
- b. A replicação do DNA é dispersiva, isto é, as fitas filhas contêm DNA recém-sintetizado e parentais em cada uma das fitas.
- c. A replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita parental e uma recém-sintetizada.
- d. A replicação do DNA é conservativa, isto é, as fitas filhas consistem de moléculas de DNA parental.
- e. A replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita molde e uma fita codificadora.

Gabarito: Letra C

Comentário: A duplicação do DNA é semiconservativa. Durante o processo de replicação, ocorre ruptura das ligações de hidrogênio existentes entre as bases dos dois filamentos da molécula e, junto à cada filamento velho, forma-se um novo filamento. Assim, cada molécula-filha de DNA é formada por um filamento velho e por um filamento recém-sintetizado.

Questão 3 (ENEM 2012)

Observe a sequência de bases nitrogenadas que compõem a porção inicial de um RNA mensageiro, transcrito em uma determinada proteína de uma célula eucariota:

AUGGCUAAAUUAGAC.....

Nessa proteína, o aminoácido introduzido pelo códon iniciador foi removido durante o processo de síntese.

Admita que uma mutação tenha atingido o códon, correspondente ao aminoácido número 3 da estrutura primária desse polipeptídeo, acarretando a troca de uma base A, na célula original, pela base U, na célula mutante.

A tabela abaixo permite a identificação dos códons dos aminoácidos encontrados tanto na proteína original como na mutante, codificados pelo trecho inicial desse RNA mensageiro:

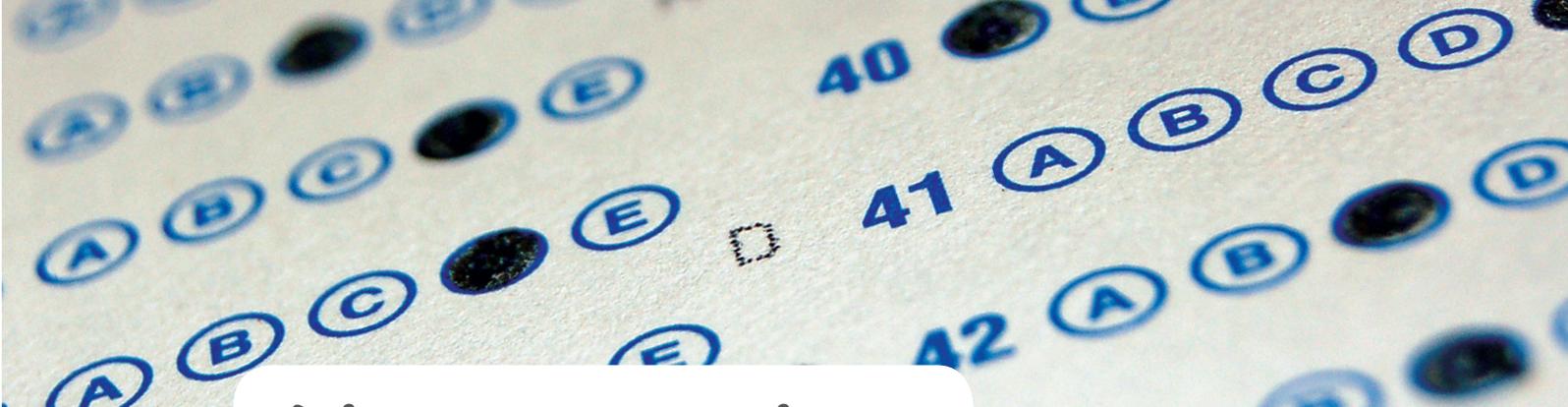
AMINOÁCIDO	CÓDONS
alanina	GCU, GCC, GCA, GCG
arginina	CGU, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG
aspártico	GAU, GAC
fenilalanina	UUU, UUC
leucina	UUA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG
lisina	AAA, AAG
metionina e códon de iniciação	AUG
serina	UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC
tirosina	UAU, UAC
triptofano	UGG

Agora, a estrutura primária da proteína mutante tem como terceiro aminoácido:

- a. tirosina
- b. leucina
- c. triptofano
- d. fenilalanina

Gabarito: Letra D

Comentário: Como ocorre a remoção do primeiro aminoácido da cadeia polipeptídica, o terceiro aminoácido da estrutura primária do polipeptídeo em questão é aquele codificado pelo 4º códon, em destaque na sequência acima. Assim, com a substituição do nucleotídeo adenina por uracila, o novo códon será UUU, que codifica o aminoácido fenilalanina.



Atividade extra

Questão 1

“O DNA é formado por pedaços capazes de serem convertidos em algumas características. Esses pedaços são chamados de genes”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Assinale abaixo quais os processos que resultam na expressão das características individuais:

Alternativas

- a. Replicação e transcrição.
- b. Replicação e tradução.
- c. Transcrição e tradução.
- d. Tradução, transcrição e replicação.

Questão 2

O DNA é um polímero. Isso significa que a sua totalidade é formada por várias unidades. Estas unidades são formadas por moléculas menores, que se associam de acordo com suas características químicas.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

As unidades que se associam para formar uma cadeia de DNA são chamadas:

Alternativas

- a. cromossomos.
- b. nucleotídeos.
- c. cromatinas.
- d. núcleos.

Questão 3

“Durante a divisão celular, ocorre a replicação da molécula de DNA que acontece a partir de uma molécula pré-existente. Cada uma das duas fitas serve de molde para síntese de uma nova fita, que é complementar à original”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

A respeito dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), podemos afirmar que:

Alternativas

- a. Durante a transcrição, os dois segmentos do DNA permanecem ativos.
- b. A duplicação do DNA é dita semiconservativa porque cada novo DNA conserva metade de DNA antigo.
- c. O gene é um segmento de RNA capaz de produzir proteína.
- d. A uracila é a base nitrogenada do DNA.

Questão 4

Nos seres humanos, há dois tipos de cromossomos: os somáticos e os sexuais. Temos 23 pares de cromossomos: 22 deles são somáticos e 1 par é de cromossomos sexuais.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Os cromossomos sexuais são:

Alternativas

- a. XX nas mulheres e XY nos homens.
- b. XY nas mulheres e XX nos homens.
- c. YY nas mulheres e XX nos homens.
- d. XX nas mulheres e YY nos homens.

Questão 5

Todas as células do seu corpo têm o mesmo DNA, no entanto, elas podem ser diferentes umas das outras porque transcrevem e traduzem genes diferentes.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Essas diferenças na expressão dos genes é consequência de mecanismos que chamamos de:

Alternativas

- a. Controle da expressão gênica.
- b. Controle das bases nitrogenadas.
- c. Controle da expressão somática.
- d. Controle dos códons de tradução.

Questão 6

“O DNA é uma grande molécula, estável, encontrada dentro do núcleo das células e guarda a informação genética dos indivíduos”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

A molécula de DNA é constituída por:

Alternativas

- a. Uma cadeia de polipeptídios unidos por pontes de hidrogênio.
- b. Uma cadeia de nucleotídeos que tem a capacidade de se replicar.
- c. Duas cadeias de polipeptídios, formando uma dupla hélice.
- d. Duas cadeias de nucleotídeos unidas por pontes de hidrogênio.

Questão 7

“A molécula de DNA é uma cadeia formada pelo encadeamento de várias unidades, chamadas nucleotídeos”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Cada nucleotídeo é formado por um:

Alternativas

- a. Açúcar, uma base nitrogenada e um grupamento fosfato.
- b. Açúcar, duas bases nitrogenadas e um grupamento fosfato.
- c. Açúcar, uma base nitrogenada e dois grupamentos fosfato.
- d. Açúcar, duas bases nitrogenadas e dois grupamentos fosfato.

Questão 8

“Com a transcrição, os genes dão origem aos RNAs, que são ácidos nucleicos menores e mais versáteis que o DNA”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

O RNA também é formado por nucleotídeos, no entanto, as bases nitrogenadas apresentam uma pequena diferença:

Alternativas

- a. Ao invés da citosina, temos a uracila
- b. Ao invés da guanina, temos a uracila.
- c. Ao invés da timina, temos a uracila.
- d. Ao invés da adenina, temos a uracila.

Questão 9

As unidades que se associam para formar uma cadeia de DNA são chamadas nucleotídeos. Este por sua vez é formado por fosfato, pentose e base nitrogenada.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Quais são os nomes das quatro bases nitrogenadas?

Questão 10

“As unidades que se associam para formar uma cadeia de DNA são chamadas nucleotídeos. Um nucleotídeo é a unidade mínima da molécula de DNA”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Como é formado um nucleotídeo?

Gabarito

Questão 1

- A** **B** **C** **D**

Questão 2

- A** **B** **C** **D**

Questão 3

- A** **B** **C** **D**

Questão 4

- A** **B** **C** **D**

Questão 5

- A** **B** **C** **D**

Questão 6

- A** **B** **C** **D**

Questão 7

- A** **B** **C** **D**

Questão 8

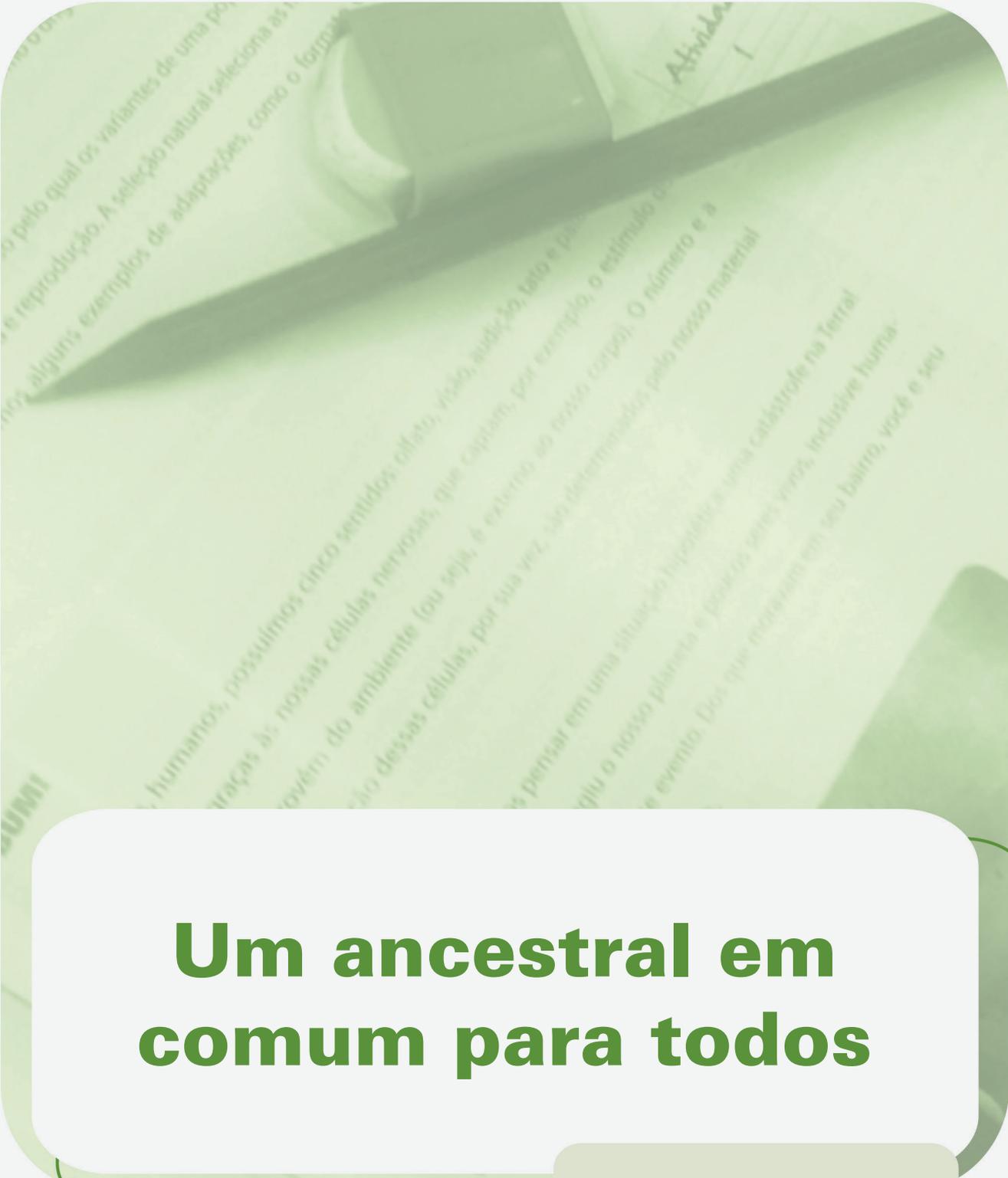
- A** **B** **C** **D**

Questão 9

São elas: Adenina, Timina, Citosina e Guanina.

Questão 10

É formado por um açúcar (chamado desoxirribose), uma das quatro bases nitrogenadas (A,T,C ou G) e por grupos fosfato (átomo de fósforo associado a três de oxigênio).



Um ancestral em comum para todos

Fascículo 2
Unidade 5

Um ancestral em comum para todos

Para início de conversa..

Vamos relembrar algumas coisas brevemente. Imagine que um acidente natural pode acontecer e separar indivíduos de uma espécie, dividindo-os em duas populações, isolando-as geograficamente. Caso uma mutação venha a acontecer em uma das populações, ela estará confinada à população em que surgiu.

As mutações, sendo erros na replicação do DNA, serão necessariamente diferentes em ambos os lados. Isso porque essas moléculas, em ambas as populações, nunca irão fazer o mesmo tipo de erro na mesma região do material genético.

Assim, o processo de homogeneização continua em cada população, mas será interrompido entre as duas partes isoladas da espécie ancestral. Essa interrupção, aliada ao surgimento de novas mutações, promoverá a especiação depois de muitas gerações.

Repare que estamos falando de biodiversidade e de mutações ao longo do tempo. Falar em biodiversidade e em tempo significa, necessariamente, falar de evolução. Evolução, assim, é mudança ao longo do tempo. Pode ser mudança de cor, mudança de forma, mudança de textura, de consistência. Enfim, todas as mudanças herdáveis de pais para filhos são mudanças evolutivas, pois serão passadas a todas as gerações futuras, a menos, é claro, que a linhagem mutante seja extinta.

Esta unidade vai finalizar o conteúdo básico sobre o papel do processo evolutivo na geração da diversidade biológica, que é o eixo central deste primeiro módulo de seu estudo.

Objetivos de aprendizagem

- Definir evolução, percebendo seu papel como geradora da biodiversidade;
- Estabelecer as propriedades dos sistemas biológicos;
- Relacionar o processo seleção natural à geração de adaptações;
- Definir e listar aplicações da seleção artificial no cotidiano;
- Relacionar os eventos evolucionistas à hierarquia da biodiversidade e da ancestralidade comum.

Seção 1

Forças evolutivas e mudanças

As forças evolutivas são os processos que promovem a transformação das espécies ao longo do tempo. Tais processos podem modificar rapidamente uma espécie ou podem levar muitos e muitos anos para que uma mudança seja perceptível. Especiação e mutação são dois dos processos que determinam mudanças nos genes de uma população e, portanto, são processos evolutivos.

A evolução biológica é consequência da interação e da combinação de tais processos na diversidade biológica atual. Os processos evolutivos que atuam nas populações irão modificá-las, hoje, tornando-as diferentes no futuro. Assim, podemos dizer que as populações naturais de todas as espécies vivas estão em constante processo evolutivo.

A mutação, por exemplo, é uma força evolutiva muito importante, pois é a que gera variabilidade gênica. Lembra-se dos alelos que determinavam a cor das ervilhas do Mendel? Pois é, o alelo “cor amarela” e o alelo “cor verde” são, hoje, diferentes entre si, mas um deles é o original.

Vamos supor que o alelo amarelo seja o mais antigo. Nesse cenário, o alelo verde apareceu a partir de uma mutação que transformou um alelo amarelo em alelo verde. Com o passar das gerações, a população foi evoluindo e o alelo verde passou a ser mais frequente. Isso não é muito difícil de perceber, afinal você não encontra muitas ervilhas amarelas por aí! Uma população na qual todos os indivíduos são idênticos para uma determinada característica nunca irá evoluir naquela característica. Para a evolução ocorrer, é preciso variação. E não é qualquer tipo de variação, é variação herdável.

Em outras palavras, a evolução é um processo contínuo, e o que vemos de biodiversidade depende do momento da evolução (tempo) dos seres vivos que estamos analisando.

Quer um exemplo? Há aproximadamente 200 milhões de anos, existiram os dinossauros. Hoje em dia, eles não existem mais, pois foram extintos. Essa mudança foi importante, pois a extinção da linhagem dos dinossauros permitiu que a linhagem dos mamíferos se diversificasse.

Estes fabulosos répteis apresentaram os mais diversos formatos, hábitos, tipos de alimentação e dominaram o planeta Terra por muitos anos. A extinção dos dinossauros foi um evento muito importante para a história da vida no planeta e, por isso, muitos estudiosos se dedicaram a isso. Se você é um curioso sobre o tema, indicamos a seguir um vídeo do Discovery Channel (um tanto dramático, mas com informações muito válidas) para você aprender um pouco mais. O vídeo está disponível em: <http://goo.gl/QF6jk>.



Seção 2

Como erros podem gerar adaptações?

Todos os seres vivos podem ser considerados sistemas biológicos. Para entender essa afirmação, vamos começar com a definição de sistemas, que são conjuntos de partes integradas. Ao conectarmos tais partes, o sistema apresenta propriedades particulares e diferentes das propriedades de cada uma das partes que o formou.

Um carro, por exemplo, é um sistema que possui partes (motor, pneus, volante, porta-mala, tanque de combustível etc.) que, ao serem integradas, fazem com que o carro apresente a propriedade de locomoção que nenhuma das partes isoladas apresenta.



Figura 1: À esquerda, estão carros antigos, à gasolina, com descarga de poluentes para a atmosfera. À direita, está um automóvel moderno, elétrico e não poluente. Apesar de diferentes, todos os carros apresentam a propriedade de locomoção, primordial em um veículo automotor.

Da mesma forma que para entendermos “carros” precisamos pensar em todos os carros ao mesmo tempo, para entendermos “seres vivos” precisamos analisar todos os organismos vivos. Para entendermos o conjunto, precisamos pensar nas características que todas as espécies têm em comum.

Iniciaremos nossos estudos pelas características que todos os seres vivos apresentam. Elas podem ser resumidas no que chamamos de três propriedades básicas:

1. Reprodutibilidade ou reprodução

É ela que promove a imortalidade das características dos seres. Indivíduos são mortais. Eles nascem, crescem, se reproduzem e morrem. No entanto, graças ao processo da reprodução, as suas características passam para os descendentes, permitindo que o material genético que as origina permaneça no ambiente. Sendo assim, podemos dizer que as características biológicas são imortais, pois elas podem ser transmitidas indefinidamente aos descendentes de gerações futuras. Isso acontecerá até a extinção da linhagem, a qual não tem volta e é sempre definitiva.

2. Herdabilidade

A herdabilidade é a razão pela qual gatinhos nascem da reprodução de uma gata e um gato. Peixinhos nascem da reprodução de peixes adultos. Micro-organismos nascem da reprodução de outros micro-organismos. Assim, a herdabilidade é a capacidade de, por meio da reprodução, os pais passarem suas características particulares (e suas adaptações) a seus filhos. Isso se dá pela transmissão de seus genes nos gametas que serão fecundados.

3. Mutabilidade

A mutação é um dos fenômenos importantes quando estudamos a diversidade dos seres vivos. Por serem frutos de erros, seus efeitos no bem-estar do organismo mutante não podem ser previstos. Na realidade, a maior parte das mutações são maléficas ao organismo mutante. Ou seja, ele apresentará menor chance de sobrevivência do que os demais membros da população.

Vamos a um exemplo. Imagine uma população de minhocas que vive em uma mata e que apresentam coloração de corpo “cor de barro”. Em um determinado dia, nasce uma minhoca mutante para o gene que determina a cor do corpo. Se a nova coloração for esbranquiçada, amarelada, esverdeada ou azul, a minhoca mutante irá se sobressair no solo, que apresenta a cor de barro. Com uma cor que se sobressaia, o **predador** irá enxergá-la mais facilmente. Ela, portanto, terá menos chance de sobreviver naquele ambiente.

Predador

Animais que se alimentam de outros animais por meio de perseguição e captura.

Aberrante

Aquilo que é muito diferente do que é considerado normal ou comum.

Se a nova coloração for muito **aberrante**, a mutação perder-se-á, pois o mutante será devorado antes de sua reprodução. Assim, dizemos que a nova coloração aberrante do corpo da minhoca é uma mutação maléfica, ou deletéria, pois irá diminuir as chances de sobrevivência do mutante.



Figura 2: Duas minhocas se acasalando. Repare que a cor do corpo delas não sobressai na coloração da terra ao redor, dificultando o predador de enxergá-las. O que você diria se elas tivessem uma coloração branca, azul ou verde?

Então já discutimos as mutações deletérias. Agora, vamos ver como surgem as mutações vantajosas que irão gerar as adaptações das espécies.

Imagine que uma outra mutação tornasse o corpo da minhoca de coloração ainda mais semelhante à “cor da terra” do ambiente? No caso das minhocas da Figura 2, seria uma mutação para uma coloração marrom-escuro.

Certamente, essa seria uma mutação benéfica para o organismo mutante, pois os predadores teriam mais dificuldades para enxergar esse ser diferente. Assim, a mutação “cor de terra” permaneceria pelas gerações seguintes, pois o indivíduo mutante teria mais chances de sobreviver e de produzir descendentes com a mesma característica vantajosa. Tais descendentes, como o mutante original, seriam menos percebidos por predadores, aumentando as chances de eles próprios sobreviverem. Quando sobrevivem, eles mesmos se reproduzem, passando novamente a mutação para seus descendentes. É dessa maneira, portanto, que o gene mutante se perpetua, ou seja, permanece na população.

Se o gene mutante apresenta vantagens em relação ao original, espera-se que a sua frequência aumente a cada geração. Eventualmente, uma vez que todos os indivíduos apresentem a mutação vantajosa, a mutação vira uma adaptação que será, a partir desse momento, percebida como o original. Mas isso acontecerá até que uma nova mutação vantajosa ocorra e reinicie o processo.

A seleção natural é o nome deste processo pelo qual os variantes de uma população com características favoráveis têm maior chance de sobrevivência e reprodução. A seleção natural seleciona as mutações vantajosas gerando as adaptações nas espécies. Já vimos alguns exemplos de adaptações, como o formato do pé humano, as garras retráteis dos felídeos etc.

BUM!

Nós, humanos, possuímos cinco sentidos: olfato, visão, audição, tato e paladar. Nós só os temos graças às nossas células nervosas, que captam, por exemplo, o estímulo do cheiro, o qual provém do ambiente (ou seja, é externo ao nosso corpo). O número e a capacidade de atuação dessas células, por sua vez, são determinados pelo nosso material genético.

Sabendo disso, vamos pensar em uma situação hipotética: uma catástrofe na Terra! Imagine que um asteroide atingiu o nosso planeta e poucos seres vivos, inclusive humanos, conseguiram sobreviver a esse evento. Dos que moravam em seu bairro, você e seu vizinho foram os únicos sobreviventes.



Bom, é lógico pensar que, nesse caso, não há mais facilidades como as que temos hoje para comprar comida, certo? Então, vocês devem ir à caça de seu alimento. Mas preste atenção: você está sozinho nessa aventura!





Sabendo que o seu olfato vai ajudá-lo bastante em sua caçada e que você possui mais células olfativas do que o seu vizinho, qual dos dois terá maior chance de, em um futuro próximo, encontrar uma sobrevivente fêmea com a qual possa se reproduzir contribuindo para salvar a humanidade da extinção? Justifique a sua resposta relacionando a característica “número de células olfativas” ao processo de seleção natural.

Seção 3

Seleção natural e as nossas adaptações

O processo que gera as adaptações biológicas é a seleção natural. Esta é uma força que atua sobre as variações das populações naturais. Se a população for perfeitamente homogênea, isto é, sem características variadas, a seleção natural não atuará, nem a evolução acontecerá. Para evoluir, é necessário que haja variação herdável.

Bioma

É um conjunto de ambientes semelhantes em sua composição de plantas, animais e relevo da paisagem. A Floresta Amazônica é o maior bioma brasileiro. Temos ainda a Mata Atlântica, o cerrado, a caatinga, o pantanal, os pampas e muitos outros biomas em nosso país.

Entretanto, se existirem diferenças entre os indivíduos e variações nas chances de sobrevivência entre os variantes, a seleção natural irá atuar. Assim, aumentam-se as frequências das características mais úteis para a sobrevivência, que serão as adaptações.

Vamos dar um exemplo de como acontecem as adaptações. Vamos imaginar uma população de tamanduás-bandeira que viviam no Parque Nacional da Serra da Canastra (PNSC), um ambiente típico do **bioma** cerrado, em Minas Gerais.



Figura 3: Serra da Canastra e, ao lado, uma paisagem típica do cerrado, com vegetação rasteira, arbustos e algumas poucas árvores como esse belo Ipê.

O nome científico do tamanduá-bandeira é *Myrmecophaga tridactyla*. Os animais que vivem lá, hoje, conseguiram suas características pela herança dos genes de seus pais, metade da mãe e metade do pai, como todos nós. Nesses genes, certamente estava também o formato do nariz, que é uma das adaptações da espécie para o hábito alimentar dos tamanduás: comer formigas e cupins. A língua **aderente**, fina e comprida é outra adaptação presente em todos os filhotes de tamanduá que nascem hoje. Os cupinzeiros do PNSC são enormes, construídos de barro, e ficam muito duros quando expostos ao sol do cerrado, como mostra a Figura 4.

Mas como começou essa adaptação?

As adaptações são sempre mutações. Em 99% dos casos, as mutações não trazem nenhum benefício ao indivíduo (em alguns casos são deletérias, podendo ser prejudiciais a ele). No entanto, algumas mutações dão um diferencial ao indivíduo mutante de modo que ele consiga sobreviver mesmo diante da capacidade limitada do ambiente de sustentar os organismos. Isso é importante, pois, de forma geral, nascem mais filhotes na Natureza do que aqueles que conseguem sobreviver.

Sendo assim, pensando em um casal de tamanduás, não haverá alimento suficiente, no cerrado, para todos os seus filhotes. Imagine que exista comida apenas para a metade deles. Esse número é denominado *capacidade de suporte do ambiente*; e é importante que você saiba que cada ambiente possui a sua capacidade de suporte. Assim, de cada quatro filhotes de tamanduá que nascem, dois morrem e dois sobrevivem, pois só existe comida para dois filhotes (por casal) naquele ambiente.

Qual será a melhor característica para sobreviver no cerrado? Será que o mais alto sempre sobrevive, pois consegue enxergar o predador mais longe? Ou será que sempre é o mais gordo, com maiores reservas de energia para usá-las em caso de falta de alimento? Ou será que é o que enxerga melhor, pois consegue achar comida mais facilmente? Ou o mais rápido tem sempre mais chances de sobreviver, pois escapa facilmente de seus predadores?

Todas essas hipóteses são válidas! Em um ambiente, uma delas pode ser a mais importante, e em outro ambiente outra irá determinar a sobrevivência. Além disso, em um mesmo ambiente, pode ser que mude o clima ou o relevo da paisagem (como consequência de um terremoto, por exemplo) e, a partir dessa mudança, a característica determinante será outra.

Aderente

Característica de algo que se liga, se gruda, se une a outro material.



Figura 4: Cupinzeiro. A língua fina do tamanduá penetra pelos pequenos poros do cupinzeiro; por ser aderente, ela gruda nos cupins, o que permite levá-los até o interior da boca a fim de se alimentar.

É sempre a partir de condições do presente que a seleção natural atua. Assim, nada é selecionado “para uso futuro”. As características determinantes na sobrevivência dos indivíduos, nesse exato momento em que você lê esta página, serão selecionadas para a sobrevivência e reprodução.

No exemplo dos tamanduás, colocamos que o número de filhotes produzidos é o dobro da capacidade de suporte do ambiente. Assim, vamos imaginar que um casal tenha produzido quatro filhotes, sendo que um deles era um filhote mutante. A mutação desse filhote é vantajosa, pois esse filhote apresentaria um focinho mais fino capaz de inseri-lo em cupinzeiros.



Figura 5: Tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) mostrando o focinho comprido, uma adaptação para o hábito de se alimentar de formigas e cupins.

Com o focinho mais fino, o filhote mutante teria mais oportunidades de conseguir alimento. Um filhote melhor alimentado seria um filhote com mais chances de ser um dos dois que sobreviveria. Repare que, se ele sobreviver, ele passará suas características, incluindo o focinho fino, a seus próprios filhotes. A transmissão dessa característica seria pela passagem dos genes que os filhotes irão herdar. Estes, por sua vez, passariam a adaptação para seus descendentes, que também iriam apresentar maiores chances de sobrevivência do que os outros membros da espécie.

Assim, a característica focinho fino, ao final de várias gerações, estaria presente em todos os indivíduos e representaria uma adaptação da espécie. A partir desse momento, o focinho típico da espécie seria o fino, ilustrado, por exemplo, na descrição dessa espécie de tamanduá. A sobrevivência é, portanto, diferencial, e as pequenas particularidades de cada indivíduo irão influenciar a sua capacidade de sobrevivência. Se sobreviver, o mutante passará tais características modificadas a seus descendentes, gerando diversidade biológica.

Seleção natural também é, portanto, a sobrevivência diferencial de variantes.

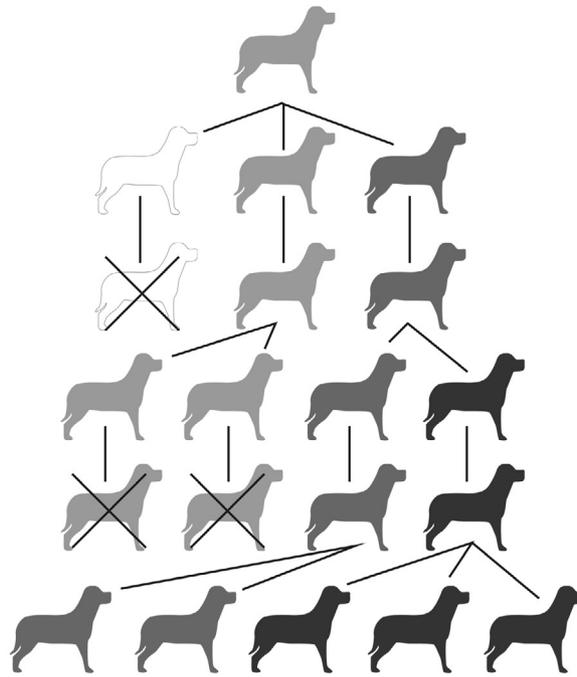


Figura 6: Esquema que representa a seleção de variantes de uma espécie ao longo das gerações. Repare que, na segunda geração, já podemos encontrar três variantes na população. Nesse ambiente, a seleção natural está selecionando indivíduos de coloração mais escura. Estes sobrevivem e deixam mais filhotes com suas próprias características selecionadas. Na última geração, filhotes claros já foram eliminados da população por seleção natural.

Bactérias e doenças

As bactérias são agentes que podem ser causadores de uma série de doenças em vários seres vivos, incluindo nós, seres humanos.

No início do século XX, Alexander Flemming, um médico escocês, descobriu que uma substância extraída de fungos poderia acabar com uma infecção por bactérias em um paciente doente. Era a descoberta da penicilina, primeiro antibiótico da história da medicina!

Hoje em dia existem, além da penicilina, vários tipos de antibióticos, para tratar diversas doenças causadas por micro-organismos que acometem os seres humanos e os animais que os cercam.

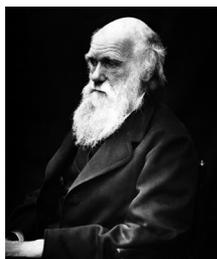
Ora, se já foram descobertas substâncias capazes de matar bactérias, como ainda temos doenças causadas por esse tipo de micro-organismo?



Seção 4

Darwin e a seleção natural

Charles Darwin nasceu em 12 de fevereiro de 1809, na Inglaterra. Ele ficou famoso não por ter sido o primeiro cientista a propor que as espécies evoluem. Darwin ganhou fama ao propor um processo pelo qual as espécies evoluem e se adaptam a seus ambientes. Foi ele, portanto, quem propôs o mecanismo de seleção natural descrito anteriormente.



Charles Darwin é um dos mais importantes personagens da história da Ciência. Saiba um pouco sobre o motivo acessando <http://educacao.uol.com.br/biografias/charles-robert-darwin.jhtm>.

Darwin pensava que deveria existir um mecanismo que impedisse as centenas de filhotes que um único casal de sapos produz, ao longo de sua vida, de sobreviver. Se apenas um casal dá origem a centenas de filhotes, e todos os casais produziram outras centenas de filhotes de sapos, era para estarmos atolados em filhotes de sapos em todos os cantos do planeta!

O ponto central da teoria de Darwin era: mais filhotes são gerados do que aqueles que conseguem sobreviver em um determinado ambiente. Assim, os filhotes irão naturalmente competir para garantir a própria sobrevivência. Se existe uma competição natural, apenas os filhotes que apresentam as melhores características conseguem sobreviver. Ao sobreviverem, eles se reproduzem e passam as melhores características para seus descendentes. Na

próxima geração, as melhores características estarão em maior frequência. Assim por diante, até a **fixação** do variante adaptativo.

Fixação

Uma característica atinge a fixação (ou é fixada) quando todos os indivíduos da população a apresentam. Isso só acontece depois de muitas gerações a partir do aparecimento da característica.

Darwin sabia que uma teoria que sugerisse que humanos são descendentes de um ancestral em comum com outras espécies de seres vivos não seria prontamente aceita. Assim, ele passou 30 anos coletando muitas evidências da evolução por seleção natural. No alto das montanhas dos Andes, por exemplo, ele encontrou **fósseis** de organismos marinhos já extintos. Isso deu uma pista de que o relevo sofre mudanças drásticas que podem afetar a vida dos seres vivos no local.

Montanhas, ambientes marinhos, vales, desertos... Foram as mutações e a evolução que possibilitaram a ocupação dos diversos ambientes do planeta.

Importante

Tantos anos de estudo resultaram em um apanhado tão grande de informações que ele conseguiu um feito que outros, antes dele, tinham tentado e não conseguiram. Ele convenceu a comunidade acadêmica do processo que gerou toda a diversidade biológica, incluindo os humanos: a evolução por seleção natural associada a eventos de especiação.

Antes de a teoria da evolução ser construída e contar com elementos da observação sistematizada da realidade (pesquisas científicas) para corroborá-la, havia uma ideia de fixismo: os seres haviam sido criados da forma como são - eles sempre foram e sempre vão ser do jeito que os conhecemos. A ideia de evolução dos seres que hoje nos é tão natural, não o foi por muito tempo.

Embora Charles Darwin tenha feito as contribuições mais conclusivas para entendermos e corroborarmos o processo evolutivo, ele não foi o único a tentar explicar esse evento. Antes dele, um botânico francês chamado Lamarck fez observações sobre a evolução dos seres vivos, que significaram uma etapa importante na construção deste conceito. O próprio Darwin, inclusive, contou com o apoio de um jovem naturalista chamado Wallace para a comprovação de suas ideias, fruto de 20 anos de observações.

Em provas como o ENEM, ainda é muito comum se confrontar as ideias de Darwin e Lamarck. Por isso, indicamos a seguir um link para você conhecer as ideias do segundo: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/285/lamarck-fatos-e-boatos/>

Importante

Seção 5

Seleção artificial

Achou complicado o processo de seleção natural? Então vamos facilitar trazendo o conteúdo da unidade para o nosso cotidiano.

A seleção natural é um processo no qual o ambiente seleciona os organismos com as melhores características para sobreviver e se reproduzir, aumentando a frequência dessa característica na próxima geração.

Fazendeiros, agricultores e criadores usam um processo semelhante ao da seleção natural, a *seleção artificial*.

Na seleção artificial, o processo é semelhante ao da seleção natural, mas é mediado pelo ser humano e não mais pelo ambiente. Todos os princípios são idênticos entre os processos. Entretanto, é o ser humano que seleciona os organismos de determinada espécie com as melhores características para se reproduzirem, aumentando a frequência dessas melhores características na população.

No caso de fazendeiros e agricultores, as melhores características, claro, são as que dão maiores lucros. Ou seja, geralmente aquelas que aumentam o tamanho melhoram o sabor e a aparência ou aumentam o valor nutricional dos alimentos (plantas e animais) que consumimos diariamente.

Na Figura 7, você vê variações de tipos de cenouras, obtidos pela manipulação das plantações pelos agricultores. Outro exemplo de vegetal que comemos e que apresenta grandes variações (e não só a coloração) é o repolho.

O nome científico do repolho é *Brassica oleracea*. O interessante do repolho é que ele compartilha o mesmo nome científico com a couve-flor, com a couve-de-Bruxelas e até mesmo com o brócolis. Estranho, não é? Essas verduras são tão diferentes e pertencem a mesma espécie? É difícil de acreditar. Não encontramos apenas indivíduos muito semelhantes dentro de uma espécie? Como isso acontece, então?

Na realidade, tais verduras são variedades diferentes de uma mesma espécie que foram impedidas de se cruzar. Tal impedimento não se deu por incompatibilidade reprodutiva do material genético, mas sim porque os agricultores não permitiram a reprodução entre as variedades. Longe das fazendas, não existe repolho, nem couve-flor, nem couve-de-Bruxelas, só uma mostarda selvagem pouco usada em cozinha.

Durante muitos anos, os agricultores selecionam as plantas que apresentam os indivíduos com as mutações que dão mais lucros, aumentando a qualidade ou a quantidade do produto comercializado. Assim, as variedades de *B. oleracea* foram selecionadas artificialmente pelos agricultores para aumentar o tamanho da flor (como a couve-flor e o brócolis) ou o número de brotos laterais (couve-de-Bruxelas). Com o passar das gerações, os agricultores não permitiam o cruzamento entre as variedades e, portanto, essas não se homogeneizavam, como o fazem as espécies naturais. Dessa forma, acabou acontecendo, nas fazendas, uma diferenciação real e comercialmente importante por seleção artificial.



Figura 7: Cenouras têm cor de laranja, certo? Certo e errado. Olhe para esta foto! Certo dia, um fazendeiro percebeu que tinha plantas que produziam cenouras mais escuras. Ele cruzou duas plantas dessas e começou a produzir variedades de cenouras mais escuras ainda. E deu certo! Suas vendas multiplicaram e ele continuou testando novas cores de cenoura e feijões, formatos de abóboras etc.



Figura 8: Foto ilustrando uma horta com as diferentes variedades de *Brassica oleracea*.

Cruzando duas plantas com flores grandes, por exemplo, eles conseguiram produzir plantas que, quando crescessem, dariam flores ainda maiores. Percebendo o potencial dessas novas variedades, os fazendeiros trataram de promover o cultivo, evitando o cruzamento entre elas. Como o tamanho da flor é uma característica herdável, com o passar das gerações, os cruzamentos selecionados a cada geração deram origem a plantas com flores maiores e maiores, até que surgiu a couve-flor.

Isso é o que chamamos *melhoramento genético por seleção artificial*.

Árvores frutíferas também são resultado de um processo de seleção artificial pelos fazendeiros. Em uma fazenda, como a área que pode ser plantada é limitada, assim como o dinheiro para comprar **adubos** e **agrotóxicos**, o fazendeiro terá de escolher em quais plantas irá gastar seu tempo e dinheiro. Ele, naturalmente, dará preferência ao plantio das sementes das árvores que apresentarão frutos maiores, mais doces e mais suculentos em sua próxima **safra**.

Em fazendas de gado leiteiro, também acontece a seleção artificial. As vacas leiteiras também passam por melhoramento animal para fins de maior produção de leite. Nesse sentido, as vacas que apresentam a mutação “maior produção de leite” são escolhidas para a melhor alimentação e para a reprodução. Selecionando essas vacas para reproduzir mais do que as outras, os fazendeiros aumentam o lucro da fazenda, pois aumentam a produção de leite.

Como você pode ver, incontáveis exemplos do poder da seleção artificial estão em nosso cotidiano. Entretanto, o mais incrível deles é o das raças de cachorro.

Todos os cachorros são membros de uma única espécie biológica, denominada *Canis familiaris*. Cada uma das diferentes raças de cachorros foi selecionada artificialmente, a partir de linhagens antigas de lobos. Os lobos, hoje, são membros de uma outra espécie, denominada *Canis lupus*, mas há milhares de anos só havia *Canis lupus*.

Adubo

Forma-se a partir de resíduos animais ou vegetais, ou também de produtos minerais ou químicos. É misturado à terra para fertilizá-la ou regenerá-la.

Agrotóxicos

Produto químico ou biológico usado na prevenção ou no extermínio de pragas (seres vivos que se utilizam dos vegetais e animais cultivados) e doenças das culturas agrícolas.

Safra

O mesmo que colheita.

Os cachorros, ou melhor dizendo, os lobos foram os primeiros animais a serem domesticados pelo ser humano, há cerca de 15 mil anos. Esses lobos foram selecionados, em um primeiro momento, para serem mais dóceis e menos agressivos que os lobos normalmente são. Aos poucos, os lobos domesticados foram se transformando nos animais que chamamos de cachorros. Seria como dizer que o tata... (muitos ta)...tataravô do cachorro era um lobo.

Sistematas

São pesquisadores que se dedicam à Sistemática, parte da Biologia responsável por identificar, descrever e nomear espécies e associar tais nomes a ramos em uma árvore filogenética. A Sistemática une a Taxonomia às árvores filogenéticas. O ponto central é que, quanto mais recente o ancestral comum de dois grupos de organismos, mais agrupamentos sistemáticos (taxonômicos) eles devem compartilhar.

Essa história é tão bem estabelecida e as duas espécies são tão semelhantes geneticamente que a tendência entre os **sistematas** é chamar o cachorro de *Canis lupus familiaris*. Com isso, os pesquisadores colocam claramente que o cachorro faz parte da mesma espécie biológica do lobo. Esse ponto fica evidente, pois cachorros e lobos têm a capacidade de se cruzar, gerando filhotes férteis. Assim, para alguns cientistas, eles pertencem à mesma espécie, mas apresentam ainda variedades, raças diferentes.

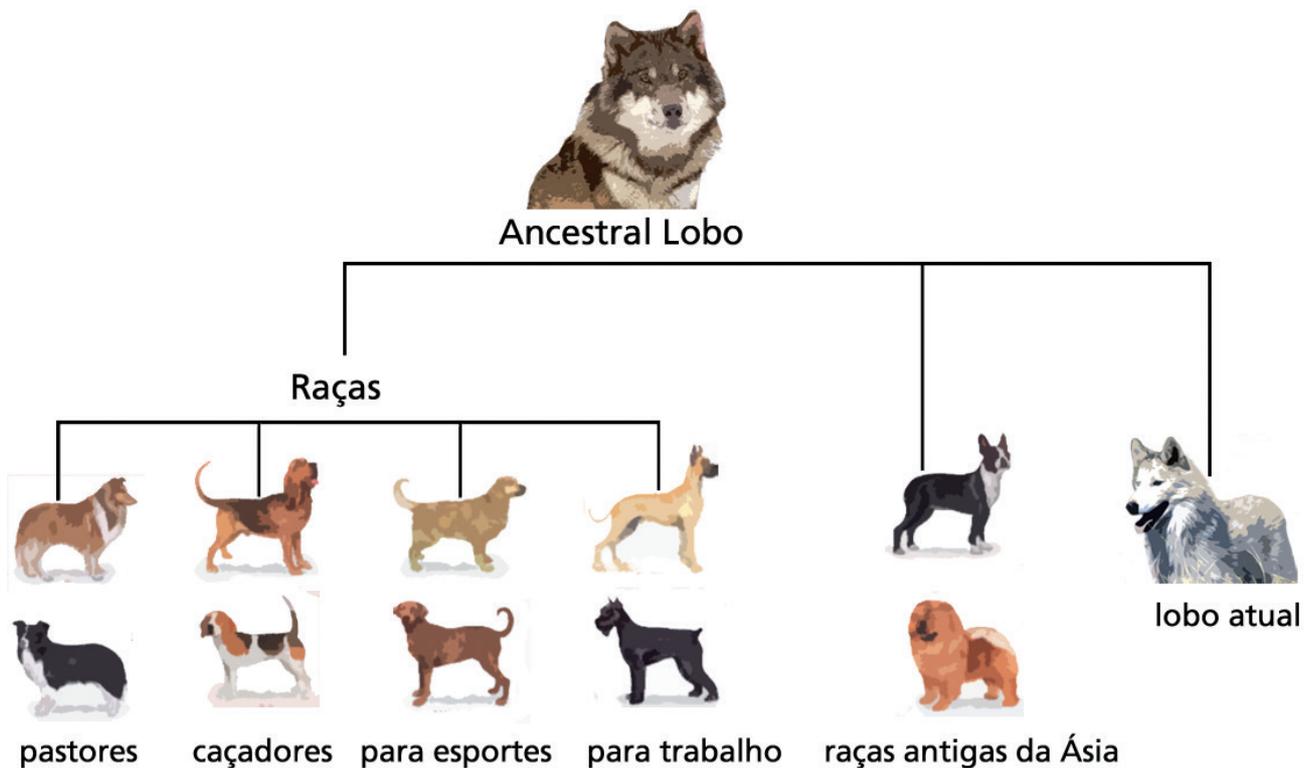


Figura 9: Uma árvore genealógica simplificada mostrando a história das raças de cachorros e lobos. Repare que o lobo ancestral deu origem às diferentes raças de cachorro e também deu origem ao lobo moderno. Cachorros e lobos modernos possuem um ancestral comum muito recente, o lobo ancestral.

Repare que uma árvore genealógica mostra a história de linhagens em uma espécie, nesse caso *Canis lupus*. Mas, se incluirmos linhagens anteriores, vai chegar um momento em que iremos incluir outras espécies. Nesse ponto, iremos nos referir a ela como uma árvore filogenética.

Na árvore filogenética, as linhagens de mais de uma espécie são retratadas e, portanto, também estão representados os eventos de especiação. Esse não é o caso anterior. Uma árvore filogenética mostra as relações de ancestralidade compartilhadas pelas espécies. Como todas as características são passadas dos ancestrais para os descendentes por meio das linhagens, se soubermos quais são as linhagens e qual a sua ancestralidade, poderemos ter ideia do número de características compartilhadas entre diferentes grupos de organismos.

A origem da novidade evolutiva (das mutações) é um evento que ocorre ao acaso, mas a distribuição das novidades pelas espécies não é aleatória. Se assim fosse, seria impossível estudar Biologia. A distribuição das características está sempre restrita às linhagens descendentes do indivíduo mutante para aquela característica.

Seção 6

Para dar uma pausa nossa conversa...

Chegamos aqui ao final deste primeiro módulo de Biologia. A ideia geral deste módulo era de que você começasse a olhar ao seu redor e percebesse o quanto de conhecimento foi construído e acumulado sobre as coisas da Natureza ao longo da história da Vida na Terra. Por isso, partindo do que você vê, começamos a apresentar como a ciência vem construindo explicações para diversos fenômenos e o ponto em que estamos desse saber.

Falamos aqui de DNA, RNA, proteína e tudo isso voltará no próximo módulo, quando esse mundo microscópico das células e seus componentes e de uma série de processos que explicam como a vida funciona serão abordados. É um maravilhoso mundo coordenado e organizado de coisas que não vemos – e nem imaginamos que existem - e que possibilitam explicar muitas das coisas que vemos! Até breve!

Resumo

- Evolução pode ser definida como mudança nos genes ao longo do tempo.
- Mudanças evolutivas modificam características herdáveis, visíveis ou não, das espécies ao longo do tempo.
- As três propriedades dos sistemas biológicos compartilhadas por todos os organismos são reprodutibilidade, herdabilidade e mutabilidade.

- A reprodutibilidade é a capacidade de se reproduzir. A reprodução gera organismos semelhantes aos parentais (herdabilidade), mas que podem diferir de seus pais devido a erros da duplicação do material genético (mutabilidade).
- A maior parte das mutações é deletéria, mas geralmente não as vemos, pois os organismos morrem antes de nascer.
- Uma pequena fração das mutações é adaptativa, ou seja, trazem ao organismo mutante uma vantagem em relação aos outros organismos da população. Indivíduos com mutações vantajosas terão mais chance de sobrevivência. Como eles conseguem sobreviver, eles também terão mais chances de se reproduzir e de passar tais características vantajosas a seus descendentes, que também apresentarão vantagem.
- Ao reproduzir, a mutação vantajosa aumentará de frequência na segunda geração, pois estará presente em todos os filhotes do mutante. Tais filhotes também terão maior chance de sobrevivência e de reprodução, aumentando ainda mais a frequência do gene mutante na terceira geração.
- O processo evolutivo que gera adaptações é denominado seleção natural.
- A seleção natural é a probabilidade diferencial de sobrevivência e reprodução de variantes em uma população.
- Um processo semelhante mediado pelo ser humano acontece no melhoramento vegetal ou animal em fazendas, denominado seleção artificial.
- A história da vida na Terra reflete uma hierarquia de similaridade nas características morfológicas que reflete, por sua vez, uma história evolutiva compartilhada. Espécies com mais características semelhantes pertencem aos mesmos grupamentos sistemáticos, com um ancestral em comum mais recente. Espécies com menos características semelhantes pertencem a grupamentos diferentes. O ancestral comum entre elas viveu há mais tempo.

Veja Ainda

- Até a publicação da sua famosa teoria, Darwin passou por difíceis momentos, alguns dos quais você pode conhecer nessa pequena reportagem: <http://goo.gl/6NwAj>
- Há uma revista científica que expõe muitas pesquisas recentes sobre, inclusive, a evolução dos seres vivos. Em nossa unidade, falamos um pouco sobre a proximidade genética de cães e lobos. Eis aqui mais uma prova: <http://goo.gl/f7gHC>

- O relojoeiro cego, um livro excelente de Richard Dawkins, discute a questão da seleção natural como fundamental para a evolução das espécies. Disponível nas livrarias!

Bibliografia consultada

Futuyama, Douglas. **Biologia Evolutiva**. Editora Sinauer. 3ª edição, 1998

Mello, B. & Russo, C.A.M. Informação biológica, filogenias e previsibilidade. In: **Genética na Escola**, 06-01; 42-44, 2011.

Ridley, Mark . **Evolução**. Editora Blackwell 3ª edição. Editado no Brasil por Artmed, 2003

Russo, C.A.M. & Voloch, C.M. Nosso lugar na diversidade biológica. In: **Ciência Hoje**, v. 261, p. 44-49, 2009.

Imagens



- André Guimarães



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carro-antigos-na-paulista-001-300.jpg>



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nissan_Leaf_aan_Amsterdamse_laadpaal.jpg



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mating_earthworms.jpg



- <http://www.flickr.com/photos/28634332@N05/5099713438/> - NASA's Marshall Space Flight Center



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:lpe_detail.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Serra_da_Canastra.jpg



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Termite_mound-Tanzania.jpg



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/User:Malene>



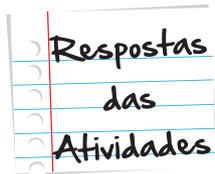
- http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3c/Charles_Darwin_01.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Featured_picture_candidates/Carrots_of_many_colors.jpg



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Brassica-garden.jpg>

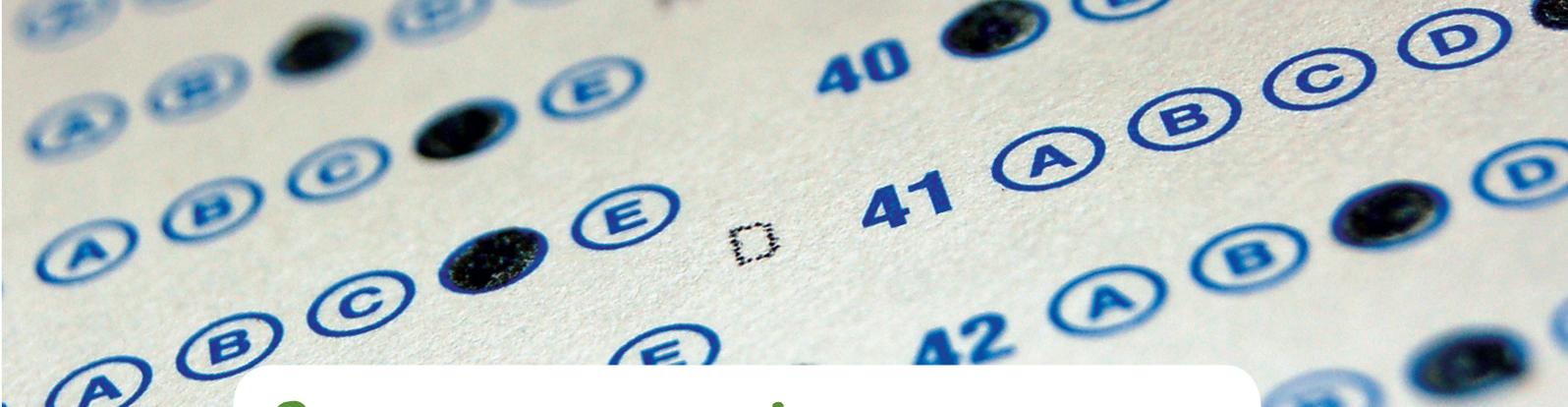


Atividade 1

Como você tem mais células olfativas do que seu vizinho, terá mais chances de perceber de longe a presença de uma fêmea antes do vizinho. Assim, eu terá uma chance maior de conhecê-la primeiro, e quem sabe contribuir para o futuro da humanidade, pois seus filhos herdarão tal característica também.

Atividade 2

As bactérias que eram vulneráveis aos antibióticos mais usados, como a penicilina, por exemplo, já foram eliminadas há muitas décadas. Entretanto, dentro da grande diversidade de bactérias, algumas poucas apresentavam material genético modificado para a resistência a tais antibióticos. Estas variedades foram naturalmente sendo selecionadas, pois não morriam com a aplicação dos antibióticos. Ao se reproduzirem, essas variedades perpetuavam tais genes, ao passá-los para seus descendentes.



O que perguntam por aí

Questão 1 (ENEM 2005)

As cobras estão entre os animais peçonhentos que mais causam acidentes no Brasil, principalmente na área rural. As cascavéis (*Crotalus*), apesar de extremamente venenosas, são cobras que, em relação a outras espécies, causam poucos acidentes em humanos. Isso se deve ao ruído de seu “chocalho”, que faz com que suas vítimas percebam sua presença e as evitem. Esses animais só atacam os seres humanos para sua defesa e se alimentam de pequenos roedores e aves. Apesar disso, elas têm sido caçadas continuamente, por serem facilmente detectadas.

Ultimamente os cientistas observaram que essas cobras têm ficado mais silenciosas, o que passa a ser um problema, pois, se as pessoas não as percebem, aumentam os riscos de acidentes.

A explicação darwinista para o fato de a cascavel estar ficando mais silenciosa é que:

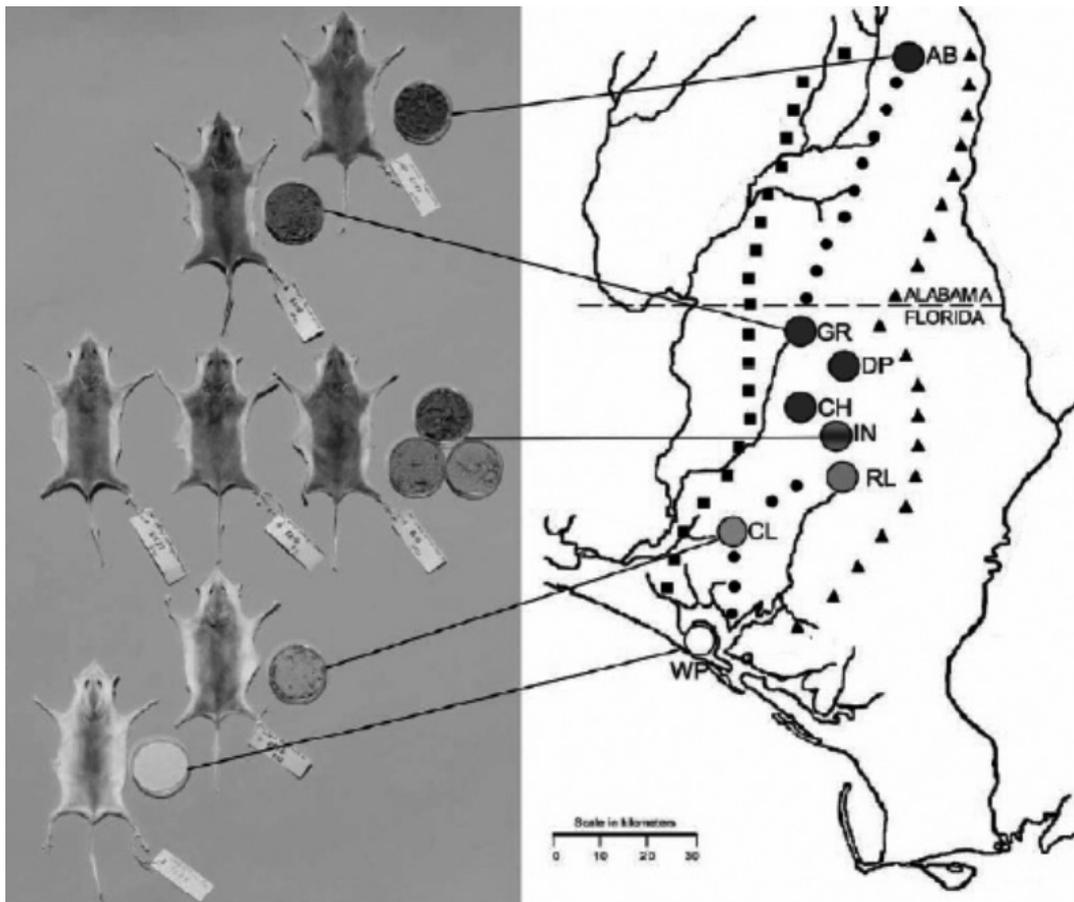
- a. A necessidade de não ser descoberta e morta mudou seu comportamento.
- b. As alterações no seu código genético surgiram para aperfeiçoá-la.
- c. As mutações sucessivas foram acontecendo para que ela pudesse adaptar-se.
- d. As variedades mais silenciosas foram selecionadas positivamente.
- e. As variedades sofreram mutações para se adaptarem à presença de seres humanos.

Gabarito: Letra D.

Comentário: Nesse caso, a cobra não aprendeu e mudou o comportamento. Apenas as cobras que não apresentavam um chocalho com tanto ruído conseguiram sobreviver mais facilmente, pois não eram vistas pelos humanos.

Questão 2 (ENEM 2009)

Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom-claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida com a cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul-norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. *Evolution*, 2008.

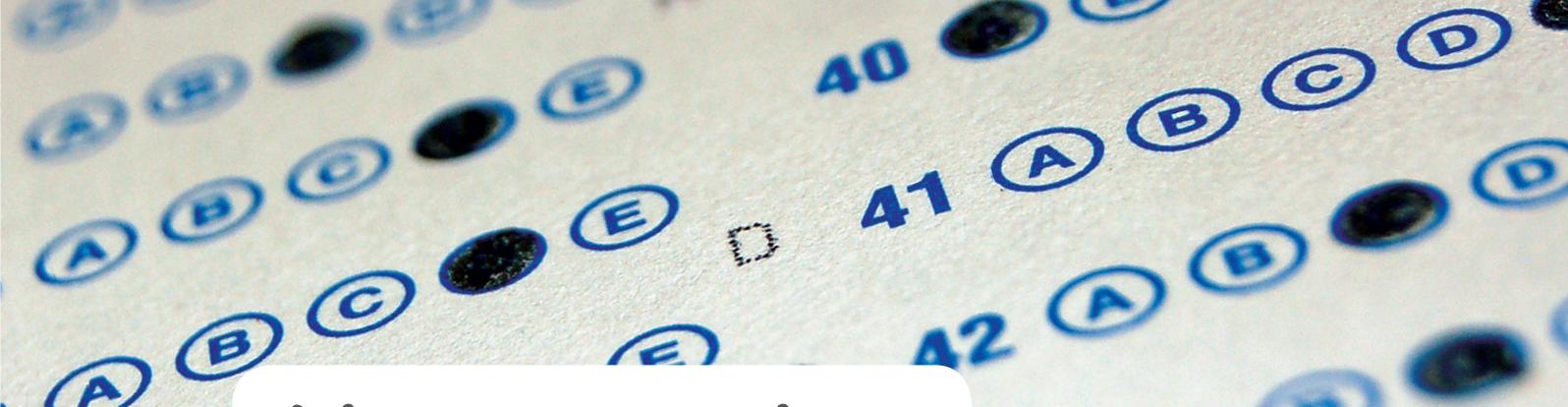
O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é:

- A alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.
- O fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantém constante a grande diversidade interpopulacional.

- c. A seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.
- d. A mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, tem maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.
- e. A herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

Gabarito: Letra C.

Comentário: Sim, os roedores foram selecionados naturalmente, pois indivíduos de pelagem semelhante à cor do solo eram menos percebidos por predadores e conseguiam sobreviver e se reproduzir, passando tais genes a seus descendentes.



Atividade extra

Questão 1

A diversidade biológica é o fruto da variação genética.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Falar em biodiversidade e em tempo significa, necessariamente, falar de:

Alternativas

- a. Degeneração.
- b. Conservação.
- c. Evolução.
- d. Mutação.

Questão 2

Uma população na qual todos os indivíduos são idênticos para uma determinada característica, nunca irá evoluir naquela característica.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Para a evolução natural ocorrer, é preciso uma variação:

Alternativas

- a. Reprodutiva.
- b. Inseminada.
- c. Herdável.
- d. Artificial.

Questão 3

Certo processo faz com que as variantes de uma população apresentem maior chance de sobrevivência e reprodução, selecionando as mutações vantajosas para as novas gerações.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Como é chamado este processo?

Alternativas

- a. Seleção natural.
- b. Seleção artificial.
- c. Transformação.
- d. Diferenciação.

Questão 4

No início do século XX, um médico escocês descobriu que uma substância extraída de fungos poderia acabar com uma infecção por bactérias em um paciente doente. Era a descoberta do primeiro antibiótico da história da medicina.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Como foi chamada esta substância?

Alternativas

- a. Antisséptico.
- b. Antiviral.
- c. Analgésico.
- d. Penicilina.

Questão 5

“A evolução biológica é consequência da interação e da combinação de tais processos na diversidade biológica atual. Os processos evolutivos que atuam nas populações irão modificá-las, hoje, tornando-as diferentes no futuro”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1.Adaptado.

Em relação à evolução, assinale a única alternativa errada.

Alternativas

- a. A maior parte das mutações é deletéria, mas geralmente não as vemos, pois os organismos morrem antes de nascer.
- b. O processo evolutivo que gera adaptações é denominado seleção natural.
- c. A seleção natural é a probabilidade diferencial de sobrevivência e reprodução de variantes em uma população.
- d. Os organismos atuais surgiram em decorrência de transformações sucessivas de formas primitivas e o desaparecimento de uma espécie ocorre em consequência de sua transformação em outra.

Questão 6

As mudanças evolutivas dos organismos resultam de alguns processos comuns à maioria dos seres vivos.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1.Adaptado.

Qual das alternativas é um processo comum a plantas e animais vertebrados?

Alternativas

- a. Sobrevivência de indivíduos portadores de determinadas características genéticas em ambientes específicos.
- b. Aparecimento, por geração espontânea, de novos indivíduos adaptados ao ambiente.
- c. Recombinação de genes presentes em cromossomos do mesmo tipo durante a fase de esporulação.
- d. Aquisição de características genéticas transmitidas aos descendentes em resposta a mudanças ambientais.

Questão 7

A teoria sintética da evolução fundamenta-se basicamente em três processos:

- 1. Processo que cria variabilidade.
- 2. Processo que amplia a variabilidade, e
- 3. Processo que orienta a população para maior adaptação.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

São exemplos desses três processos, respectivamente:

Alternativas

- a. Recombinação gênica, mutação, seleção natural.
- b. Recombinação gênica, seleção natural, mutação.
- c. Mutação, seleção natural, recombinação gênica.
- d. Mutação, Recombinação gênica, seleção natural.

Questão 8

“As forças evolutivas são os processos que promovem a transformação das espécies ao longo do tempo”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Segundo os princípios do darwinismo e da teoria sintética da evolução, qual a opção correta?

Alternativas

- a. Não é possível compreender adaptação desvinculada de informações sobre o ambiente e a descendência.
- b. A seleção natural visa ao aperfeiçoamento da espécie e sua adaptação ao meio.
- c. Os mais fortes sobrevivem independentemente da situação e do ambiente.
- d. A seleção natural inviabiliza a probabilidade diferencial de sobrevivência e reprodução.

Questão 9

“Todos os seres vivos podem ser considerados sistemas biológicos. Eles possuem características que podem ser resumidas em três propriedades básicas”.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Quais são as três propriedades básicas que todos os seres vivos apresentam?

Questão 10

Quando o ser humano seleciona os organismos de determinada espécie com as melhores características para se reproduzirem, resulta na melhoria da população.

Fonte: Ciências da natureza e suas tecnologias—Biologia 1. Adaptado.

Como é chamado este processo?

Gabarito

Questão 1

- A** **B** **C** **D**

Questão 2

- A** **B** **C** **D**

Questão 3

- A** **B** **C** **D**

Questão 4

- A** **B** **C** **D**

Questão 5

- A** **B** **C** **D**

Questão 6

- A** **B** **C** **D**

Questão 7

- A** **B** **C** **D**

Questão 8

- A** **B** **C** **D**

Questão 9

Reprodutividade ou reprodução, herdabilidade e mutabilidade.

Questão 10

Seleção artificial.

