



Caro(a) aluno(a),

No volume anterior, o Caderno do Aluno abordou o tema da herança biológica, explorando a variabilidade genética e a hereditariedade.

Agora, com este volume 3, você terá oportunidade de relacionar e aprofundar essa temática em Situações de Aprendizagem que abordam os seguintes conteúdos:

- estrutura química do DNA;
- modelo de duplicação do DNA: a história da descoberta do modelo;
- RNA: a tradução da mensagem;
- código genético e fabricação de proteínas.

Suas aulas se tornarão ainda mais dinâmicas se você e seus colegas contribuírem com suas experiências de vida e cooperarem na realização das atividades propostas. Nas aulas, seu professor irá orientar, mediar e incrementar os debates e as pesquisas sobre esses assuntos, apoiando-o na construção de argumentos para discutir os avanços, riscos e benefícios da Ciência e da Tecnologia em relação aos conteúdos tratados neste volume.

Os conceitos e conhecimentos científicos explorados nos conteúdos deste Caderno têm o propósito de aprimorar suas competências e habilidades, permitindo sua formação como aluno atento, atualizado, bem informado, articulado, participativo e crítico.

Este Caderno é um convite para que você mergulhe no universo das ciências e entenda o verdadeiro sentido da vida. Bons estudos.

Equipe Técnica de Biologia
Área de Ciências da Natureza
Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas – CENP
Secretaria da Educação do Estado de São Paulo





TEMA:

DO DNA À PROTEÍNA: OS FUNDAMENTOS DA VIDA

A compreensão atual sobre o funcionamento dos seres vivos baseia-se em alguns fundamentos, sendo que um deles estabelece que as proteínas, macromoléculas de aminoácidos, são responsáveis por muitas das atividades das células e dos organismos.



SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 1 A ESTRUTURA DO DNA

Você, provavelmente, já conhece a sigla DNA. Seja porque já ouviu falar dela na escola, seja porque leu alguma notícia ou assistiu a um programa de televisão que citava a sigla. Nesta Situação de Aprendizagem, você vai se familiarizar com esta molécula, com as diferentes formas de representá-la e com sua organização molecular.

Para começo de conversa

- O que você conhece sobre o DNA?



Leitura e Análise de Imagem

Analise a figura na página seguinte e depois responda às questões.

1. Como a imagem do DNA foi composta na capa da revista?

2. Na sua opinião, o que significa esta imagem na capa de uma revista que trata sobre o sequenciamento do genoma humano?

3. Quais características da molécula de DNA podem ser observadas nessa imagem?



Capa da revista *Nature*, de 15 de fevereiro de 2001, anunciando o sequenciamento do genoma humano.

Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd: Nature 409, 6822 (15 February 2001) Cover.



Leitura e Análise de Texto

Agora você vai ler a letra da música *DNA*, de José Miguel Wisnik, para responder às questões.

DNA

José Miguel Wisnik

Quando você nasceu ouvi seu grito
Embora longe muito longe de você
Meu coração bateu tambor aflito
Tambor aflito e tonto de bater

De tanto ser demais
De tanto ser além
De tanto bem e eu não ter paz
Um raio quando cai
No medo que me fez
Não me sentir capaz de ser seu pai

Anos se passaram pela vida e te criaram
Noites de lembrar e de esquecer
Sonhos que não sei me esconderam e me
mostraram
Esse dia em que eu te encontrei moça e
mulher

E ali em frente a mim você me disse
Que a falta que eu nunca te fiz então
se fez

E desabando como um edifício
Abria um abismo a nossos pés

Você nos viu tão bem
No fundo de ninguém
E o que se revelava a sós:
Que elo nos valeu
Que elo, ela e eu
E a lua absurda sobre nós

DNA, DNA
Dança sua dança
Dança em espirais
DNA, DNA
Ponte indecifrável
Onde nos levais?
Seja onde for

Onda do mar
Mágica tão frágil

Ser e nada mais
DNA, DNA
Daniela

© Maianga Edições Musicais

1. Qual é a relação de parentesco entre as personagens da canção? Justifique com elementos presentes no texto.

2. As personagens da canção apresentam um elo que não é a convivência. De acordo com a canção, que elo é este?

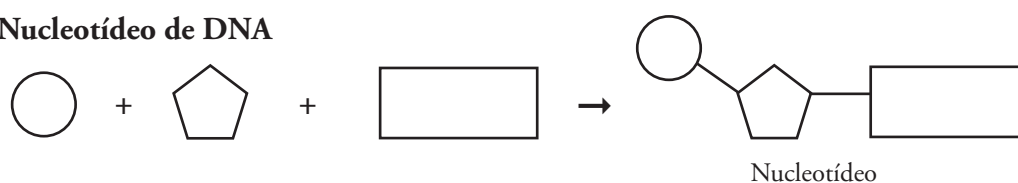
3. Localize, no texto, todas as sequências das letras “D”, “N” e “A” apresentadas nas três últimas estrofes. Liste as palavras que apresentam as três letras simultaneamente.

4. Com as palavras listadas na questão anterior, o autor da música, José Miguel Wisnik, cria um efeito similar a uma das características da molécula de DNA, observável na capa da revista. Que característica é esta?

Revelando a organização da molécula de DNA

A substância ácido desoxirribonucleico (ADN ou DNA) é um polímero de nucleotídeos. Identifique e escreva os nomes dos componentes de um nucleotídeo na ilustração a seguir.

Nucleotídeo de DNA



Leitura e Análise de Texto e Imagem

O modelo da molécula da vida

Em 1953, Francis Crick e James Watson publicaram um artigo na revista *Nature* no qual sugeriam um modelo para a molécula do DNA. Segundo esse modelo, a molécula de DNA seria constituída por dois polímeros de nucleotídeos organizados em forma de uma dupla-hélice, como uma escada retorcida. Os corrimãos dessa escada são formados de açúcar e fosfato.

A novidade da estrutura proposta, além do formato em dupla-hélice, estava relacionada principalmente à maneira como os elementos estavam dispostos no DNA. De acordo com o modelo, as duas cadeias eram mantidas juntas por quatro bases nitrogenadas, duas

purinas (adenina e guanina) e duas pirimidinas (timina e citosina), arranjadas aos pares e dispostas perpendicularmente ao eixo da molécula.

Estas bases nitrogenadas estariam unidas aos pares por pontes de hidrogênio. Os pares seriam específicos, pois as pontes de hidrogênio só poderiam ocorrer entre uma purina e uma pirimidina. Assim, a adenina (purina) só pode se ligar à timina (pirimidina), e a guanina (purina) só se liga à citosina (pirimidina). Isto significava que, se em uma das cadeias a base era uma adenina, o elemento correspondente na outra cadeia deveria ser uma timina. O mesmo ocorreria para o par guanina e citosina.

Observe e localize na imagem as estruturas que estão sublinhadas no texto.

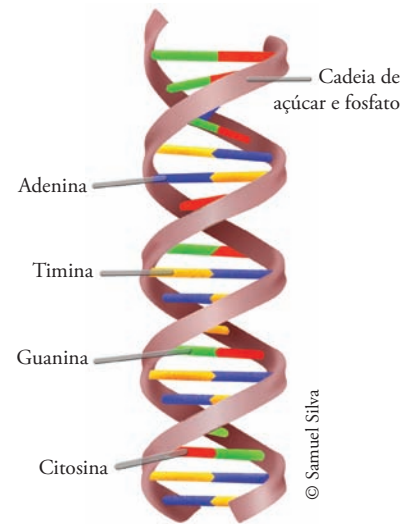


Ilustração esquemática de uma molécula de DNA.

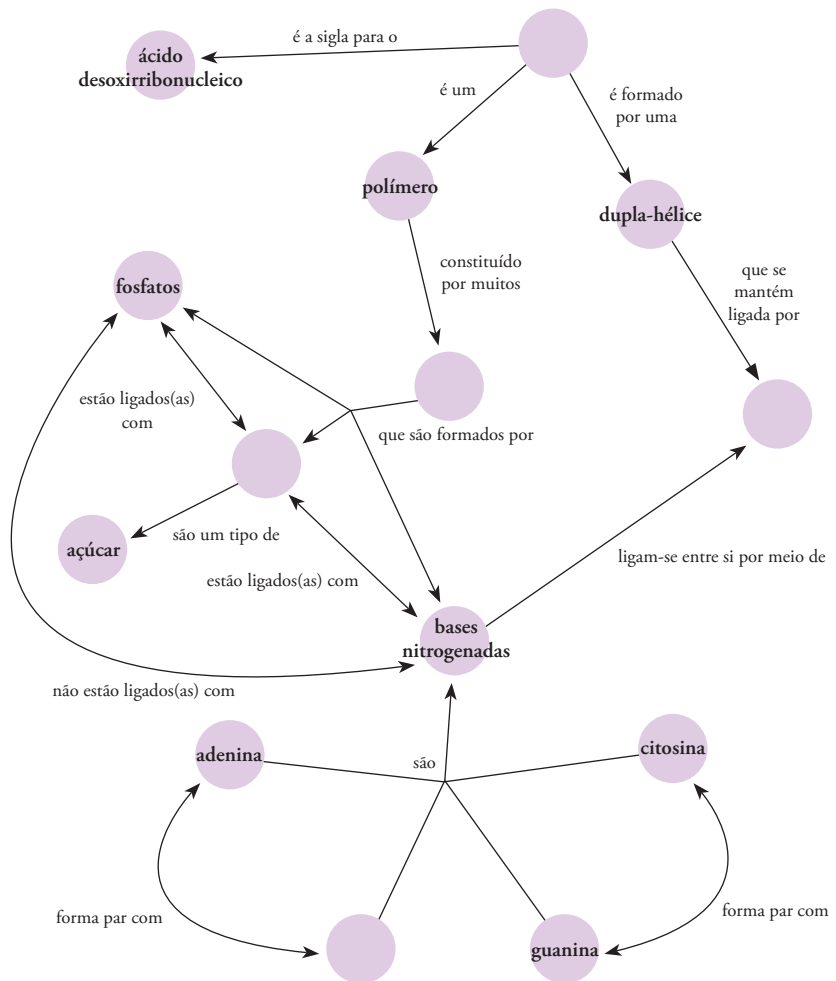
Consolidando os conceitos



Desafio!

Você já viu um mapa de conceitos? É um esquema que explica por meio de texto, imagem e fluxo de setas o que acontece em um determinado fenômeno.

No mapa de conceitos proposto, estão faltando alguns elementos. Converse com seus colegas e descubra a melhor maneira de completá-lo.



Mapa de conceitos sobre a estrutura do DNA.



LIÇÃO DE CASA



Utilize as informações do mapa de conceitos que você completou com a ajuda dos colegas, para construir um texto em seu caderno explicando o que é e como está organizada a molécula de DNA.

Depois de elaborar o texto, responda à seguinte questão:

- Na capa da revista *Nature* (página 4), as bases nitrogenadas estão representadas por cores diferentes. Qual é o significado disto?



VOCÊ APRENDEU?



1. Em um segmento de 100 nucleotídeos de uma cadeia de DNA, há 25 adeninas e 15 guaninas; no segmento correspondente da cadeia complementar, há 30 adeninas. Com base nestes dados, conclui-se que essa molécula de DNA, considerando as duas cadeias, possui:
 - a) 60 timinas.
 - b) 50 guaninas.
 - c) 30 timinas.
 - d) 25 timinas.
 - e) 45 citosinas.
2. (Enem–2004) A identificação da estrutura do DNA foi fundamental para compreender seu papel na continuidade da vida. Na década de 1950, um estudo pioneiro determinou a proporção das bases nitrogenadas que compõem moléculas de DNA de várias espécies.

Exemplos de materiais analisados	Bases nitrogenadas			
	Adenina	Guanina	Citosina	Timina
Espermatozoide humano	30,7%	19,3%	18,8%	31,2%
Fígado humano	30,4%	19,5%	19,9%	30,2%
Medula óssea de rato	28,6%	21,4%	21,5%	28,5%
Espermatozoide de ouriço-do-mar	32,8%	17,7%	18,4%	32,1%
Plântulas de trigo	27,9%	21,8%	22,7%	27,6%
Bactéria <i>Escherichia coli</i>	26,1%	24,8%	23,9%	25,1%

A comparação das proporções permitiu concluir que ocorre emparelhamento entre as bases nitrogenadas e que elas formam:

- a) pares de mesmo tipo em todas as espécies, evidenciando a universalidade da estrutura do DNA.
 - b) pares diferentes de acordo com a espécie considerada, o que garante a diversidade da vida.
 - c) pares diferentes em diferentes células de uma espécie, como resultado da diferenciação celular.
 - d) pares específicos apenas nos gametas, pois essas células são responsáveis pela perpetuação das espécies.
 - e) pares específicos somente nas bactérias, pois esses organismos são formados por uma única célula.
3. A publicação do trabalho de Francis Crick e James Watson que estabeleceu o modelo da estrutura da molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA) ocorreu em 1953. Entre as afirmativas abaixo, assinale a CORRETA:
- a) Uma cadeia simples de DNA é constituída de nucleotídeos, compostos por uma desoxirribose ligada a um fosfato e a um aminoácido.
 - b) Os nucleotídeos são ligados entre o fosfato e a base nitrogenada.
 - c) Duas cadeias simples de DNA formam uma dupla-hélice, por meio da formação de ligações de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.
 - d) As duas cadeias de uma dupla-hélice possuem a mesma sequência de bases nitrogenadas.
 - e) As ligações de hidrogênio mantêm o fosfato ligado ao açúcar desoxirribose.
4. (Comvest/Vestibular Unicamp–2005) Em 25 de abril de 1953, um estudo de uma única página na revista inglesa *Nature*, intitulado “A estrutura molecular dos ácidos nucleicos”, quase ignorado de início, revolucionou para sempre todas as ciências da vida, sejam elas de homem, rato, planta ou bactéria. James Watson e Francis Crick descobriram a estrutura do DNA.
- a) Watson e Crick demonstraram que a estrutura do DNA se assemelha a uma escada retorcida. Explique a que correspondem os “corrimãos” e os “degraus” dessa escada.

- b) Que relação existe entre DNA, RNA e síntese proteica?

c) Como podemos diferenciar duas proteínas?



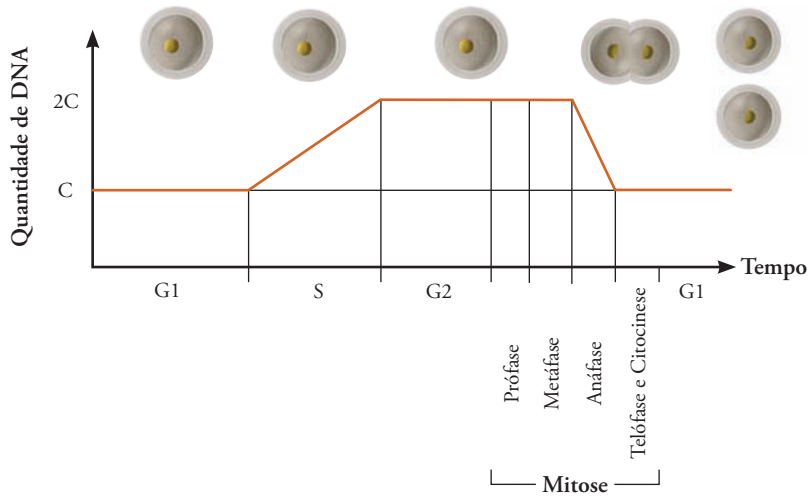
SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 2 A DUPLICAÇÃO DO DNA

Uma das características mais surpreendentes da molécula de DNA é sua capacidade de se replicar com o auxílio da enzima DNA polimerase e gerar duas moléculas idênticas.



Leitura e Análise de Gráfico

O gráfico a seguir descreve a variação da quantidade de DNA de uma célula ao longo de seu ciclo.



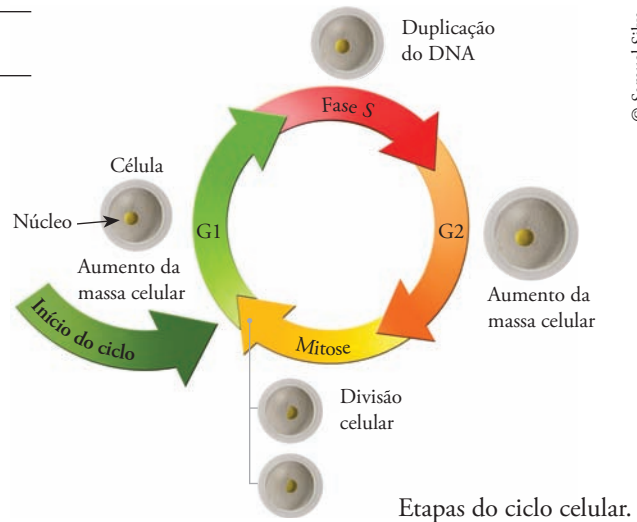
Com o auxílio de um colega, analise o gráfico e responda às questões a seguir descrevendo o que observou. Considere, neste exercício, os conteúdos trabalhados no volume 1 sobre divisão celular.

1. O que está acontecendo durante a mitose?

2. No período chamado de intérfase (G1, S e G2), o que aconteceu com a quantidade de DNA?

3. Ao longo do ciclo celular, a quantidade de DNA por célula começa e termina com que valor? O que isso significa?

Uma vez concluído o trabalho, troque-o com o de outra dupla. Verifique se a descrição feita pelos colegas confere com o que está representado no esquema.



Etapas do ciclo celular.

A duplicação do DNA

1. Com base no que você e seus colegas já conhecem, responda: como a molécula de DNA consegue se duplicar? As células formadas ao término da mitose são iguais ou diferentes?

Atividade coletiva: simulando a replicação do DNA

Nesta atividade, seu professor vai organizá-los de acordo com as fileiras da classe. Siga as instruções para dramatizar a duplicação de uma molécula de DNA.

Cada aluno deve escrever em uma folha de papel a base nitrogenada que representa. Cada fileira de carteiras será uma cadeia de DNA. As fileiras 2 e 3 iniciam a atividade definindo qual será a



LIÇÃO DE CASA



1. Elabore um texto em seu caderno explicando como a complementaridade das bases nitrogenadas permite a duplicação do DNA.



Atenção!

Neste texto, você deve apresentar:

- a descrição da estrutura do DNA;
- a complementaridade das bases nitrogenadas;
- o processo de duplicação do DNA durante o ciclo celular;
- a relação entre os eventos acima e a produção de duas células idênticas.



PESQUISA INDIVIDUAL

O que é necessário para que o DNA se duplique?

Consulte seu livro didático e identifique o papel da enzima polimerase do DNA (em alguns livros, você encontra o termo DNA polimerase) no processo de duplicação do DNA e as condições para que ela atue.

O exercício a seguir requer que você pense no processo de replicação como algo dinâmico que ocorre na interação entre o DNA e diversas proteínas. Em primeiro lugar, observe o quadro com a estimativa do número de pares de base (em milhões) do DNA de diferentes espécies.

Espécie	Pares de base do DNA (em milhões)
Jiboia	2 100 000 000
Ser humano	3 100 000 000
Gafanhoto	9 300 000 000
Cebola	18 000 000 000
Salamandra	160 000 000 000
Ameba	670 000 000 000

Agora, pense no seguinte problema:

Para duplicar o DNA, antes da divisão celular, a enzima polimerase do DNA adiciona novos nucleotídeos a uma velocidade aproximada de 800 nucleotídeos por segundo. Quantos dias seriam necessários para uma célula de cada uma das espécies listadas duplicar o seu DNA?

Espécie	Jiboia	Ser humano	Gafanhoto	Cebola	Salamandra	Ameba
Dias						

É possível que você e seus colegas de classe tenham chegado a um número elevado de dias necessários para a duplicação de uma célula de DNA de cada uma das espécies. Sabe-se, no entanto, que o tempo médio de duplicação de uma célula eucariota é de 12 horas. Tendo em vista que a enzima polimerase do DNA apresenta uma velocidade de reação constante para todas as espécies analisadas, converse com seus colegas e apresente uma hipótese para explicar essa aparente contradição.



VOCÊ APRENDEU?

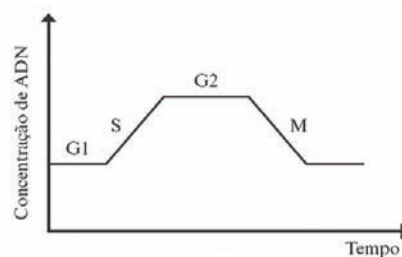


1. Durante a intérfase da célula, pode-se afirmar que:
 - a) praticamente não há atividade metabólica celular.
 - b) ocorrem alterações no formato da célula.
 - c) ocorre duplicação da célula.
 - d) ocorre duplicação do DNA.
 - e) a dupla-fita do DNA se separa.

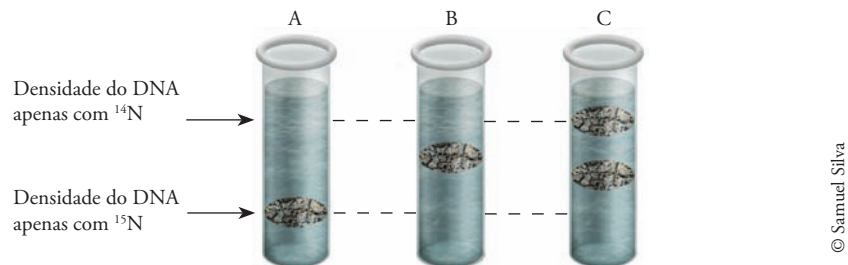
2. A sequência de nucleotídeos CTGACCTTCG forma um segmento de DNA dupla-hélice ao se ligar à fita complementar:
 - a) CTGACCTTCG
 - b) GCTTCCAGTC
 - c) GACTGGAAGC
 - d) CTGACCTGCG
 - e) AGCTTCCAGT

3. Para duplicar o DNA antes da divisão celular, existe uma proteína, a enzima DNA polimerase, cuja velocidade de reação é equivalente a cerca de 800 nucleotídeos por segundo. Quantos dias seriam necessários para uma célula de mosca-da-fruta duplicar seu DNA, sabendo que cada célula desta espécie apresenta cerca de 180 milhões de pares de base de DNA?
 - a) 10
 - b) 5
 - c) 1
 - d) 7 500
 - e) 125

4. Algumas células não se multiplicam ao longo de sua vida. Entre elas, podem ser citados os neurônios. Para este tipo celular específico, como ficaria o gráfico apresentado a seguir?



5. (Fuvest–2004) Bactérias (*Escherichia coli*) foram cultivadas durante várias gerações em um meio de cultura no qual toda a fonte de nitrogênio era o isótopo pesado ^{15}N . De uma amostra destas bactérias (amostra A), extraiu-se o DNA que foi submetido a uma técnica de centrifugação que permite separar moléculas de DNA de acordo com sua densidade. O restante das bactérias foi transferido para um meio de cultura em que todo o nitrogênio disponível era o isótopo normal ^{14}N . Retirou-se uma segunda amostra (amostra B), quando as bactérias completaram uma divisão celular neste novo meio, e uma terceira amostra (amostra C), quando as bactérias completaram duas divisões celulares. O DNA das bactérias das amostras B e C foi também extraído e centrifugado.



A figura mostra o resultado da centrifugação do DNA das três amostras de bactérias.

- a) Por que, na amostra B, todo o DNA tem uma densidade intermediária entre o que é constituído apenas por ^{14}N e o que contém apenas ^{15}N ?

- b) Considerando que, na amostra C, a quantidade de DNA separada na faixa inferior é X, que quantidade de DNA há na faixa superior?



APRENDENDO A APRENDER

Existe uma série de recursos, disponíveis na internet, que representam o processo de duplicação do DNA de forma dinâmica e animada. Entre em um *site* de busca e procure pelos termos:

- replicação DNA;
- *DNA replication animation*.



Dica!

Inicie sua pesquisa pelos *sites* (acessos em: 31 mar. 2010)

- O DNA vai à escola. Disponível em: <<http://www.odnavaiaescola.com>>.
- *DNA from the beggining*. Disponível em: <<http://www.dnaftb.org>>. *Site* em língua inglesa com várias animações relacionadas ao tema.



**SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 3
DO DNA À PROTEÍNA**

Nesta Situação de Aprendizagem, você vai relacionar as características da molécula de DNA com a síntese de RNAs e de proteínas e compreender como estes três tipos de substâncias estão envolvidos com a manifestação das características.



PESQUISA INDIVIDUAL

O papel das macromoléculas

É comum referir-se às proteínas como componentes importantes à organização e ao funcionamento da célula. No entanto, para o desenvolvimento desta Situação de Aprendizagem, é necessário ter essa noção mais clara e aprofundada. Para isso, pesquise em seu livro didático e na internet, converse com seus colegas e preencha a tabela a seguir:

Funções das proteínas		
Função	Descrição	Exemplo
Enzimática	<i>Atuam no metabolismo catalisando reações químicas.</i>	<i>Pepsina, catalase, ATP sintetase.</i>
Estrutural		
Movimento		
Defesa		
Comunicação celular		
Identificação das células		
Transporte		

Características do DNA e do RNA

DNA e RNA são ácidos nucleicos, por isto apresentam algumas semelhanças e algumas diferenças. Para estabelecer critérios claros que permitam comparar DNA e RNA, preencha a tabela a seguir consultando seu livro didático ou outra fonte de informação, como a internet.

	DNA	RNA
1. Qual é o significado da sigla?		
2. O nucleotídeo deste ácido nucleico é formado por qual tipo de açúcar?		
3. Quais são as bases nitrogenadas que podem formar um nucleotídeo deste ácido nucleico?		
4. A molécula deste ácido nucleico é formada por fita simples ou dupla-fita?		
5. Quais podem ser as funções desempenhadas por moléculas deste ácido nucleico?		
6. Em uma célula humana, onde são encontradas as moléculas deste ácido nucleico?		

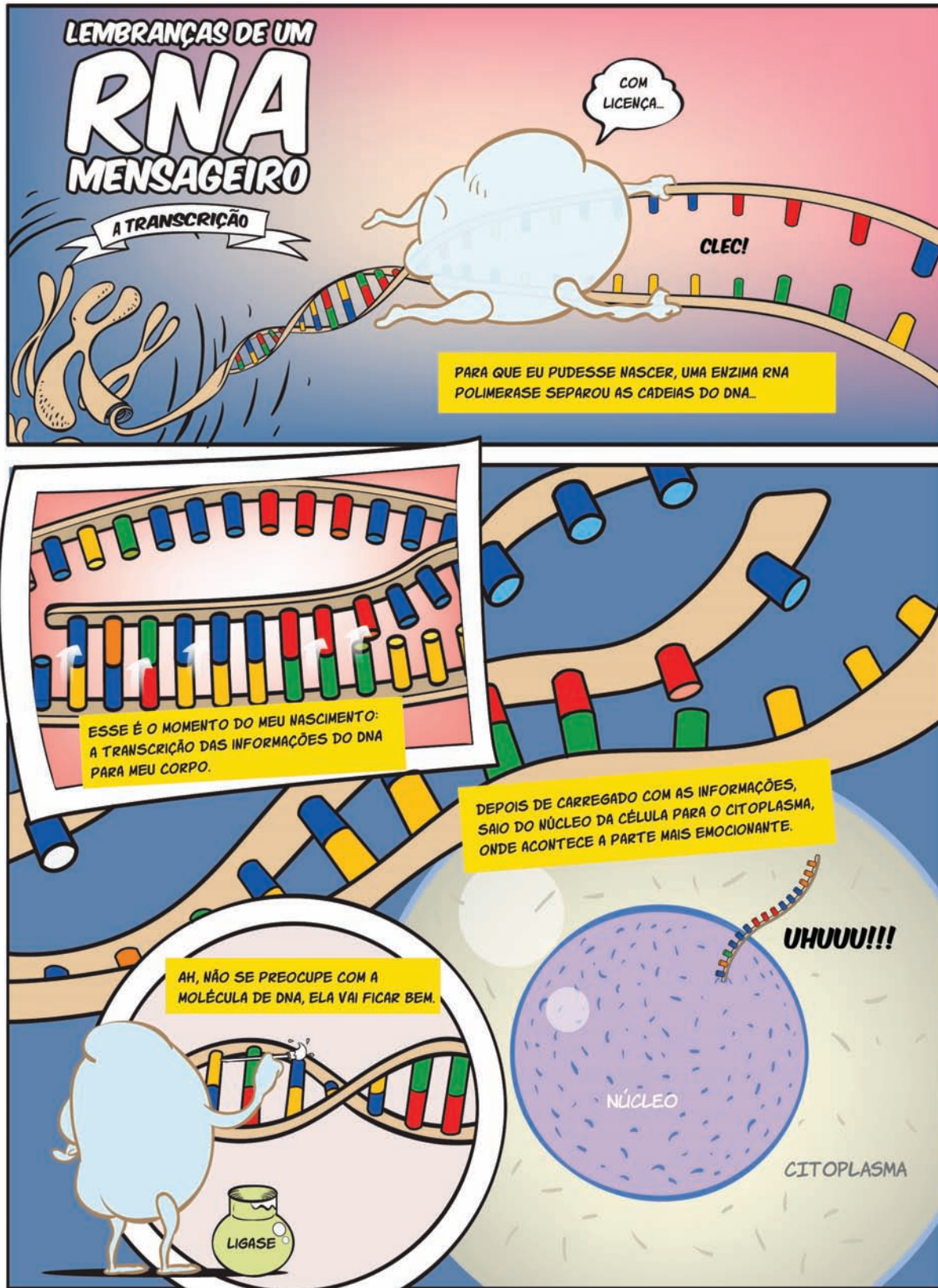
Confira com seus colegas o preenchimento da tabela.

O RNA mensageiro

Leia nas páginas seguintes a história em quadrinhos (HQ) *Lembranças de um RNA mensageiro* e reflita sobre a seguinte questão:

- Como as informações contidas no DNA, que passam de uma geração para outra, podem resultar em uma característica?

Antes de iniciar a leitura, anote no espaço a seguir que tipo de informações você espera encontrar no texto.



A TRADUÇÃO

(A) RIBOSSOMO (B) RNA TRANSPORTADOR (C) ELI

NO CITOPLASMA VAMOS PRECISAR DE UM RIBOSSOMO (A), DIFERENTES TIPOS DE RNAs TRANSPORTADORES (B) E UM SIMPÁTICO RNA MENSAGEIRO FEITO EU (C).

COMO EXEMPLO, USAREMOS 4 RNAs TRANSPORTADORES.

INICIALMENTE UM RNA TRANSPORTADOR UAC CONECTOU-SE AOS MEUS NUCLEOTÍDEOS AUG CARREGANDO O AMINOÁCIDO METIONINA.

MET

NA SEQUÊNCIA UM TRANSPORTADOR UUU CARREGANDO LISINA SE LIGOU AOS MEUS AAA.

MET LIS

DEPOIS UM GCG CARREGANDO GLICINA SE LIGOU AOS MEUS CGC. ISSO ACONTECEU CENTENAS DE VEZES.

MET LIS GLY

NOTEI QUE, A CADA DESLOCAMENTO, O RNA TRANSPORTADOR DEIXAVA UM AMINOÁCIDO PRESO AO RIBOSSOMO.

AO CHEGAR NA COMBINAÇÃO UAG, O RIBOSSOMO SE DESPRENDEU DO MEU CORPO E SOLTOU A SEQUÊNCIA DE AMINOÁCIDOS (CADEIA POLIPEPTÍDICA - PROTEÍNA).

PLOP!

DEPOIS DISSO OUTROS RIBOSSOMOS SE PRENDERAM A MIM E REPETIRAM A OPERAÇÃO.

TODAS AS SEQUÊNCIAS DE AMINOÁCIDOS RUMARAM PARA FORA DA CÉLULA E CUMPRIRAM SEU PAPEL.

QUANTO A MIM, DEPOIS DE ME DIVERTIR COM TANTOS RIBOSSOMOS, EU ME DESFIZ EM MUITOS NUCLEOTÍDEOS.

© Karmoo



Após a leitura do texto, discuta com um colega as questões a seguir:

1. Qual seria, a partir das informações da HQ, os três tipos de RNA? Pesquise em seu livro didático ou em outras fontes quais são suas respectivas funções.

2. Pelo texto, a tradução do RNA mensageiro começa sempre em uma mesma sequência. Que sequência é essa?

3. Em que local da célula eucariota ocorre a fabricação de RNA mensageiro?

4. Em que local da célula eucariota ocorre a tradução do RNA mensageiro?

5. De acordo com o texto, quando é encerrada a tradução do RNA mensageiro?

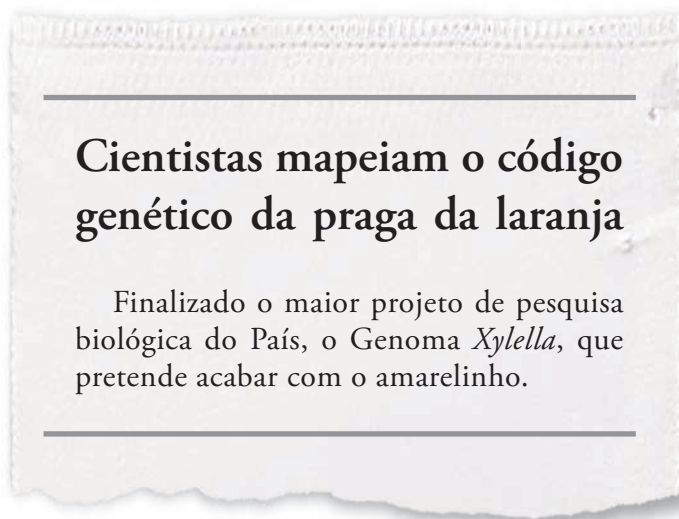
6. Que palavra pode substituir a expressão “sequências de aminoácidos”?

7. Com base na HQ, redija um texto que descreva a síntese proteica.



Decifrando o código genético

Agora, você vai estudar com mais profundidade como uma informação presente no DNA pode se transformar em uma característica. Para isso, discuta com seus colegas a manchete a seguir, tomando como base as seguintes questões:



1. O que é um código?

2. O que significa código genético?

3. Os cientistas mapearam qual código genético?

4. O que é o “amarelinho”?

5. O que é o “Genoma *Xylella*”?

6. O que é genoma?



Leitura e Análise de Tabela

O quadro a seguir resume o que a Ciência define como código genético. Com o auxílio de seu professor e do livro didático ou de outras fontes de consulta, procure compreender como o código genético é lido. Em seguida, procure pelo significado do termo “códon” e escreva no espaço abaixo.

Códon: _____

O código genético dos seres vivos					
1ª letra do códon	2ª letra do códon				3ª letra do códon
	U	C	A	G	
U	fenilalanina fenilalanina leucina leucina	serina serina serina serina	tirosina tirosina parada parada	cisteína cisteína parada triptofano	U C A G
C	leucina leucina leucina leucina	prolina prolina prolina prolina	histidina histidina glutamina glutamina	arginina arginina arginina arginina	U C A G
A	isoleucina isoleucina isoleucina metionina	treonina treonina treonina treonina	asparagina asparagina lisina lisina	serina serina arginina arginina	U C A G
G	valina valina valina valina	alanina alanina alanina alanina	ácido aspártico ácido aspártico ácido glutâmico ácido glutâmico	glicina glicina glicina glicina	U C A G



Leitura e Análise de Texto

O código genético dos seres vivos

Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira

Uma notícia publicada no ano 2000 apresentava o seguinte título: “Anunciada decifração do código genético da espécie humana”. No entanto, o código genético começou a ser decifrado em 1961, quando Marshall Nirenberg produziu um RNA mensageiro apenas com nucleotídeos uracila. A proteína formada por Nirenberg era composta apenas de aminoácidos fenilalanina. Antes do término da década de 1960, o código genético estava completamente decifrado. Para cada trinca de bases nitrogenadas, um aminoácido correspondente já havia sido identificado, conforme mostra o quadro da página 23.

Elaborado especialmente para o *São Paulo faz escola*.

1. Depois de conversar com os colegas sobre o título da reportagem da página 22 e de observar o quadro que resume o código genético (página 23), escreva como a notícia publicada em 2000 pode ser interpretada. Em seguida, reescreva o título da reportagem com base no que você aprendeu.

2. Retome a HQ *Lembranças de um RNA mensageiro* e descubra:

- a) Qual a trinca de nucleotídeos (códon) que inicia a síntese de uma proteína.

- b) Quais os três primeiros aminoácidos codificados pelo RNA mensageiro da história.

3. Na HQ, o códon UAG desempenha papel importante na síntese de proteínas. Que papel é esse?

4. Procure no quadro da página 23 outros códons que exerçam a mesma função do códon UAG.


5. Quais códons correspondem ao aminoácido arginina e quais codificam o aminoácido triptofano?

6. O que pode representar a diferença entre a forma como o aminoácido arginina e triptofano são codificados?

7. O que significa dizer que o código genético é universal?

8. Consultando o quadro da página 23, que resume o código genético, traduza a sequência de DNA apresentada a seguir.

Do DNA à proteína	
Fita do DNA a ser transcrita	TAC GGA GTA GCT ATA ATT
RNA mensageiro	
Proteína	



VOCÊ APRENDEU?

➤

1. Um professor de Biologia, procurando explicar de maneira mais simplificada para seus alunos o processo de síntese de proteínas, utilizou as seguintes analogias:

I – Imagine que você queira fazer um bolo. A primeira coisa de que você vai precisar é de uma receita. O mesmo ocorre em relação à síntese de proteínas.

II – Para produzir um bolo, além da receita, você precisará de ingredientes. Da mesma forma, a célula precisa de certos ingredientes para produzir proteínas.

III – Suponha que sua mãe guarde todas as receitas no computador, que fica no escritório ou no quarto de estudos. Para utilizar a receita, você terá que imprimi-la.

IV – Para fazer o bolo, você se dirige à cozinha com a receita impressa. Lá estão, além dos ingredientes, o forno e os objetos para fazer o bolo. Em uma célula, também há um local onde ocorre a síntese de proteínas.

Analise as alternativas e assinale aquela que indica uma correspondência verdadeira:

- a) O computador com as receitas seria o RNA das células.
- b) O quarto de estudos é o citoplasma da célula e o computador representa os ribossomos.
- c) O aluno, ao ler a receita e fazer o bolo na cozinha, representa o processo de tradução.
- d) A receita impressa corresponde ao RNA transportador.
- e) O bolo feito corresponde ao gene.

2. (Fuvest – 1999) Existe um número muito grande de substâncias com funções antibióticas. Essas substâncias diferem quanto à maneira pela qual interferem no metabolismo celular. Assim, a TETRACICLINA liga-se aos ribossomos e impede a ligação do RNA transportador; a MITOMICINA inibe a ação da polimerase do DNA e a ESTREPTOMICINA causa erros na leitura dos códons do RNA mensageiro. Essas informações permitem afirmar que:

I – A TETRACICLINA impede a transcrição e leva a célula bacteriana à morte por falta de RNA mensageiro.

II – A MITOMICINA, por inibir a duplicação do DNA, impede a multiplicação da célula bacteriana.

III – A ESTREPTOMICINA interfere na tradução e leva a célula bacteriana a produzir proteínas defeituosas.

Das afirmativas acima,

- a) apenas I é correta.
- b) apenas I e II são corretas.
- c) apenas II e III são corretas.
- d) apenas I e III são corretas.
- e) I, II e III são corretas.

3. Se coletássemos proteínas em um ovo fóssil de certa espécie de dinossauro, seria possível reconstituir o DNA desses animais? Justifique.

4. (Fuvest – 2005) A seguir, está representada a sequência dos 13 primeiros pares de nucleotídeos da região codificadora de um gene.

--- ATGAGTTGGCCTG ---

--- TACTCAACCGGAC ---

A primeira trinca de pares de bases nitrogenadas à esquerda corresponde ao aminoácido metionina.

A tabela a seguir mostra alguns códons do RNA mensageiro e os aminoácidos codificados por cada um deles.

Códon do RNAm	Aminoácido
ACC	treonina
AGU	serina
AUG	metionina
CCU	prolina
CUG	leucina
GAC	ácido aspártico
GGC	glicina
UCA	serina
UGG	triptofano

a) Escreva a sequência de bases nitrogenadas do RNA mensageiro, transcrito a partir desse segmento de DNA.

b) Utilizando a tabela de código genético fornecida, indique a sequência dos três aminoácidos seguintes à metionina, no polipeptídio codificado por esse gene.

c) Qual seria a sequência dos três primeiros aminoácidos de um polipeptídio codificado por um alelo mutante desse gene, originado pela perda do sexto par de nucleotídeos (ou seja, a deleção do par de bases T = A)?

Efeito das mutações

O termo mutação é bastante popular e, normalmente, as pessoas o associam com o surgimento de organismos com características aberrantes. Em Biologia, no entanto, mutações gênicas são alterações permanentes na sequência de nucleotídeos do DNA. Estas alterações podem resultar em diferentes situações, de acordo com o efeito que produzem na proteína final.

Descubra algumas dessas situações resolvendo as questões:

1. Este é o trecho de um gene (fita molde) fundamental para todos nós, o gene da proteína beta-hemoglobina. Esta proteína é de extrema importância no transporte de gás oxigênio para o corpo, e sua função depende de sua estrutura espacial, que por sua vez depende da sequência de aminoácidos que a compõe.

... CAC GTG GAC TGA GGA CTC CTC TTC...

Consulte o quadro com o código genético da página 23 para dizer qual é a sequência de aminoácidos correspondente.

2. Suponha que ocorra a seguinte mutação:

... **CAT** GTG GAC TGA GGA CTC CTC TTC...

Agora indique qual seria seu possível efeito.

3. Suponha agora a seguinte mutação:

... **TAC** GTG GAC TGA GGA CTC CTC TTC...

Indique as consequências em relação à sequência inicial.

4. Considere agora as duas mutações a seguir e seus efeitos.

a) ... CAC GTG GAC TGA GGA **ATC** CTC TTC...

b) ... CAC **GT** GAC TGA GGA CTC CTC TTC...

5. Para concluir, faça uma pesquisa sobre a anemia falciforme e sua causa genética.



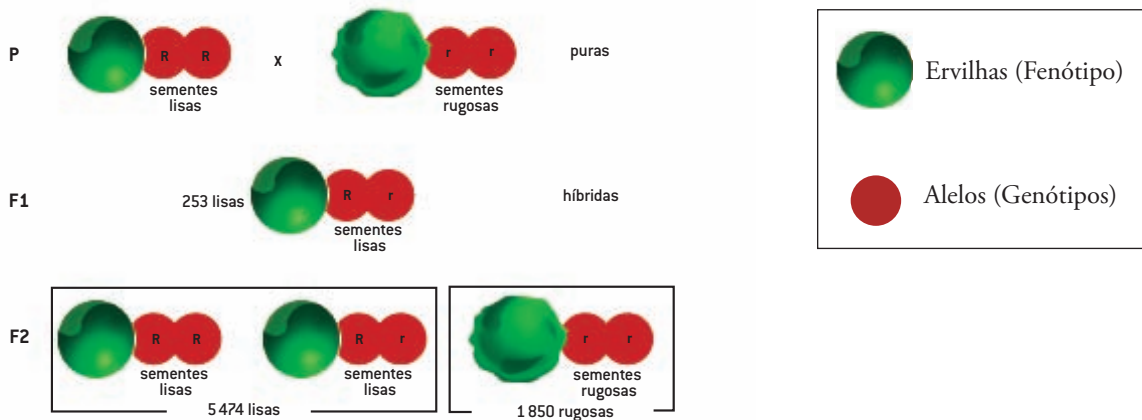
SITUAÇÃO DE APRENDIZAGEM 4 DO DNA À CARACTERÍSTICA

A proposta para esta Situação de Aprendizagem é rever alguns conceitos de Genética relacionados às ideias de Mendel sobre a herança biológica e, a partir deles, estabelecer relações com os conteúdos trabalhados sobre a molécula de DNA e a tradução da informação genética.

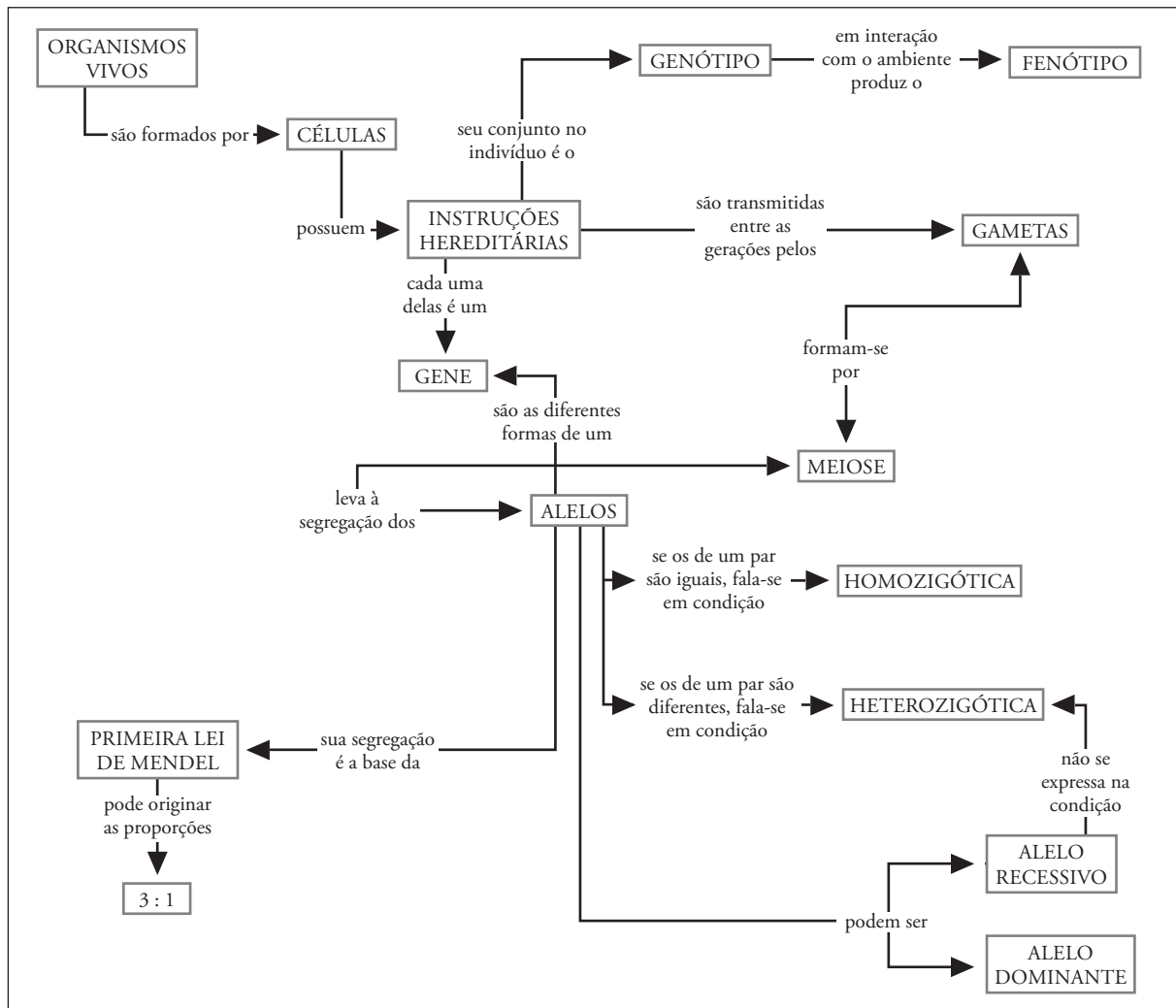
Para começo de conversa

Você se lembra do trabalho de Mendel estudado no volume 2?

Para iniciar esta Situação de Aprendizagem, será necessário retomá-lo. Interprete o esquema e, a seguir, redija um texto mostrando o que você entendeu. Ao concluir seu texto, troque-o com o de um colega para análise. Ao receber o texto do colega, verifique se os conceitos do mapa foram empregados corretamente para explicar o trabalho de Mendel com as ervilhas.



Esquema do trabalho de Mendel com as ervilhas.



Mapa de conceitos sobre Genética.



Leitura e Análise de Texto

Para integrar os conceitos de Biologia Molecular aos conceitos de Genética Clássica, será apresentado como exemplo o trabalho de pesquisadores ingleses. Esses cientistas trabalharam com uma das sete características de ervilha (*Pisum sativum*) estudadas por Mendel: a textura da semente, em que o estado liso é dominante sobre o rugoso.

Do genótipo ao fenótipo

Rodrigo Venturoso Mendes da Silveira

Ao pesquisar a causa do fenótipo rugoso, pesquisadores ingleses suspeitaram de que esse fenótipo fosse consequência da grande quantidade de um açúcar simples (amido não ramificado) no cotilédone, o que resultaria no acúmulo de grande quantidade de água. Quando a semente amadurece, ela seca, ou seja, perde água. Como nessa semente há grande acúmulo de água, ela fica muito volumosa e, ao secar, sua película se enruga. A semente lisa possui açúcares com muitas ramificações, não acumulando água e, como consequência, não tem rugosidade.

Esses pesquisadores descobriram que o alto índice de açúcar simples na semente rugosa se deve a um defeito na síntese de amido, o que ocorre em razão da ausência de uma enzima ramificadora do amido (SBE-1, *starch-branching enzyme* ou enzima ramificadora do amido). Além disso, notaram que as células do cotilédone das ervilhas que acumulam amido não ramificado, por pressão osmótica, retêm mais água.

O alelo “R”, que codifica a semente lisa, é um fragmento de DNA com 3,3 mil pares de bases. Este alelo codifica a enzima SBE-1, responsável pela produção do amido ramificado. O alelo “r”, que codifica a semente rugosa, é um fragmento de DNA com uma inserção de 800 pares de bases; portanto, o gene possui 4,1 mil pares de bases, e a enzima SBE-1 produzida não é funcional. Assim, não há produção de amido ramificado, o que leva ao maior acúmulo de água; quando a semente seca, torna-se rugosa.

Elaborado especialmente para o São Paulo faz escola.

Após a leitura, responda às questões a seguir:

1. Qual é o papel da enzima na semente lisa?



2. Segundo o texto, qual a relação entre o fato de uma ervilha ser lisa ou rugosa e a osmose?

3. A seguir, você vai encontrar duas simulações hipotéticas de sequências obtidas na análise do DNA de dois tipos diferentes de ervilhas puras (homozigóticas): com sementes lisas e com sementes rugosas. Qual a sequência complementar do DNA em cada caso?

Sementes lisas puras apresentam esta sequência:

TAC TCT ATG AAC CTC GTT AAA GTA CTA AAC ACT

Sequência complementar:

Sementes rugosas puras apresentam a seguinte sequência:

TAC TCT ATG AAC CTC GTT AAA GTA CTA AAT AGA AAA ACT TT

Sequência complementar:

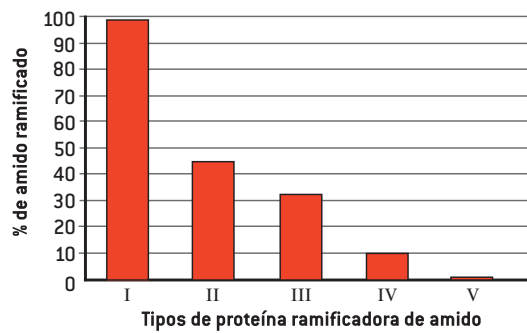
4. A seguir, forme o RNA mensageiro, utilizando como molde as sequências apresentadas nos quadros da questão anterior.

5. Para finalizar, faça a tradução das moléculas de RNA mensageiro e escreva no quadro quais são as proteínas formadas para cada tipo de semente. Para isso, consulte o quadro *O código genético dos seres vivos* apresentado na página 23.



Tipo de semente	Sequência de aminoácidos
lisa	
rugosa	

6. Considerando o gráfico apresentado a seguir, discuta com seus colegas de classe se a sequência dos aminoácidos de uma proteína pode influenciar no funcionamento dela.



Porcentagem de amido ramificado na presença de diferentes proteínas.

Dados fictícios.

- a) Procure em seu livro didático as diferenças entre as estruturas primária, secundária e terciária de uma proteína.

- Estrutura primária:

- Estrutura secundária:



- Estrutura terciária:

- b) Qual das sequências de DNA corresponde ao alelo “r”, responsável pelo caráter semente rugosa?

- c) Qual das sequências de DNA corresponde ao alelo “R”, responsável pelo caráter semente lisa?

7. Considere, agora, uma planta de ervilha heterozigota para a característica textura da ervilha. Quais tipos de alelos ela possui?

8. Uma ervilha heterozigota (Rr) apresenta o mesmo fenótipo de uma ervilha homozigota dominante (RR), ambas são lisas. Estes dois tipos de ervilha são idênticos do ponto de vista molecular? Comente.

9. Se a ervilha apresenta 50% de proteínas do tipo I, ela tem qual fenótipo?

Integrando conceitos

As ideias de Mendel foram o ponto de partida para a compreensão atual de como as características biológicas são herdadas e se manifestam. Acontece, entretanto, que, em seu tempo, Mendel não tinha acesso a uma série de informações conhecidas hoje. Assim, se for feito um paralelo entre as ideias dele, que datam de 1866, e o que se sabe agora, pode-se construir o quadro a seguir:



Mendel, em 1866, deduziu que:	Mendel, hoje, saberia que:
As plantas possuem fatores hereditários.	As plantas híbridas (F1) para semente lisa e rugosa possuem os dois alelos ("R" e "r"), que Mendel chamou de fatores.
Os fatores são transmitidos de uma geração à outra.	A meiose explica como os alelos se separam na formação dos gametas.
Os fatores podem ser representados por letras: maiúscula (R) para o dominante e minúscula (r) para o recessivo.	Durante a meiose, os cromossomos homólogos se separam.
As plantas híbridas (F1) possuem os dois fatores (Rr); só assim podem produzir dois tipos de descendentes (F2).	Os cromossomos são constituídos por DNA e proteínas.
Os fatores na planta híbrida não se misturam.	O DNA é formado por uma cadeia dupla de nucleotídeos.
Os fatores na planta híbrida devem se separar na formação dos gametas, para que cada gameta possua apenas um dos fatores.	A partir do DNA, uma molécula de RNA é sintetizada (RNA mensageiro), codificando uma proteína.
Obs: é importante ressaltar que nessa época nada se sabia sobre cromossomos e meiose.	O alelo "R", que codifica a semente lisa, é um fragmento de DNA com 3,3 mil pares de bases, que codifica a enzima SBE-1 (<i>starch-branching enzyme</i> ou enzima ramificadora do amido). O alelo "r", que codifica a semente rugosa, é um fragmento de DNA com uma inserção de 800 pares de bases, portanto, esse alelo possui 4,1 mil pares de bases e a enzima SBE-1 produzida não é funcional. Assim, não há produção de amido ramificado, levando a um maior acúmulo de água e, quando a semente seca, torna-se rugosa.

Agora, o professor vai organizar a turma, e você deve articular os conceitos apresentados na tabela na forma de um mapa de conceitos. O objetivo deste mapa é integrar os conceitos de Biologia Molecular e de Genética Clássica.

Para a construção do mapa, utilize o conjunto de palavras apresentadas na página seguinte e o espaço em branco disponível. Caso o espaço não seja suficiente, faça o mapa em seu caderno. Em seguida, trace linhas, orientadas por setas, relacionando os vários conceitos por meio das expressões de ligação. Se for necessário, crie novas expressões para relacionar os conceitos.

Faça correlações múltiplas, de modo que o mapa final fique com o aspecto de rede, evitando relações lineares simples. Para isso, o mesmo conceito pode ser conectado a vários outros. Para ter uma noção de como é um mapa de conceitos, retome outros mapas que foram apresentados ao longo deste Caderno. Depois de construir seu mapa de conceitos, avalie os mapas dos colegas, verificando as diferenças e indicando possíveis relações equivocadas.

Conceitos I	Conceitos II	Expressões de ligação
RR Rr rr R r fatores dominante recessivo ervilha lisa ervilha rugosa fenótipo genótipo heterozigoto homozigoto	DNA sem inserção DNA com inserção dupla-hélice de DNA cromossomo proteína SBE-1 funcional proteína SBE-1 não funcional água alelo gene amido ramificado RNA mensageiro	não produz produz perde muita perde pouca é são codifica acumula muita acumula pouca faz composto de



VOCÊ APRENDEU?



1. (Fuvest–2003) Qual das alternativas se refere a um cromossomo?
 - a) Um conjunto de moléculas de DNA com todas as informações genéticas da espécie.
 - b) Uma única molécula de DNA com informação genética para algumas proteínas.
 - c) Um segmento de molécula de DNA com informação para uma cadeia polipeptídica.
 - d) Uma única molécula de RNA com informação para uma cadeia polipeptídica.
 - e) Uma sequência de três bases nitrogenadas do RNA mensageiro correspondente a um aminoácido na cadeia polipeptídica.

2. (Fuvest–2002) Em seu trabalho com ervilhas, publicado em 1866, Mendel representou os fatores hereditários, determinantes dos estados amarelo e verde do caráter cor da semente, pelas letras **A** e **a**, respectivamente. O conhecimento atual a respeito da natureza do material hereditário permite dizer que a letra **A** usada por Mendel simboliza:
 - a) um segmento de DNA com informação para uma cadeia polipeptídica.
 - b) um segmento de DNA com informação para um RNA ribossômico.
 - c) um aminoácido em uma proteína.
 - d) uma trinca de bases do RNA mensageiro.
 - e) uma trinca de bases do RNA transportador.

3. (Fuvest–2001) O anúncio do sequenciamento do genoma humano, em 21 de junho de 2000, significa que os cientistas determinaram:
 - a) a sequência de nucleotídeos dos cromossomos humanos.
 - b) todos os tipos de proteína codificados pelos genes humanos.
 - c) a sequência de aminoácidos do DNA humano.
 - d) a sequência de aminoácidos de todas as proteínas humanas.
 - e) o número correto de cromossomos da espécie humana.

4. (Comvest/Vestibular Unicamp–1998) O metabolismo celular é controlado por uma série de reações em que estão envolvidas inúmeras proteínas. Uma mutação gênica pode determinar a alteração ou a ausência de algumas dessas proteínas, levando a mudanças no ciclo de vida da célula.
 - a) Explique a relação que existe entre gene e proteína.

b) Por que podem ocorrer alterações nas proteínas quando o gene sofre mutação?

c) Em que situação uma mutação não altera a molécula proteica?

5. (Fuvest–1996) Uma doença genética de herança dominante é causada por mutações em um gene localizado em um autossomo. Os indivíduos **A**, **B** e **C** têm mutações em um segmento de DNA desse gene, cuja sequência normal está representada a seguir:

Sequência normal

CAA AAC TGA GGA ATG CAT TTC (m)
GTT TTG ACT CCT TAC GTA AAG

Indivíduo A

CAA AAC TGA GGA ATT CAT TTC (m)
GTT TTG ACT CCT TAA GTA AAG

Indivíduo B

CAT AAC TGA GGA ATG CAT TTC (m)
GTA TTG ACT CCT TAC GTA AAG

Indivíduo C

CAA TAC TGA GGA ATG CAT TTC (m)
GTT ATG ACT CCT TAC GTA AAG

Códon	Aminoácido	Códon	Aminoácido
AAA	lisina	CUA	leucina
AAC	asparagina	GAU	ácido glutâmico
AAG	lisina	GCC	alanina
ACU	treonina	GUA	valina
AGU	serina	GUU	valina
AUG	metionina	UAA	de parada
CAA	glutamina	UAC	tirosina
CAU	histidina	UGA	de parada
CCU	prolina	UUG	leucina

Usando a tabela que relaciona alguns códons aos respectivos aminoácidos e considerando que a fita molde a ser transcrita é aquela assinalada com a letra m, responda:

a) Quais serão os segmentos de proteínas produzidos, respectivamente, pelos indivíduos **A**, **B** e **C**?

b) Como será o fenótipo (normal ou afetado) dos indivíduos **A**, **B** e **C**? Por quê?

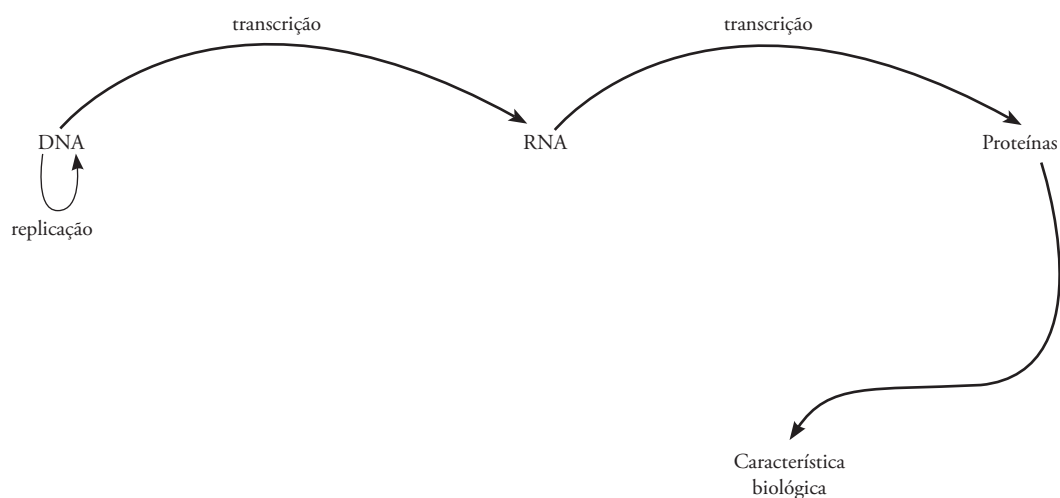


Leitura e Análise de Esquema

Genótipo e fenótipo

O esquema a seguir representa uma simplificação da relação entre genótipo e fenótipo.

Com base nele e em outras informações trabalhadas ao longo deste ano, escreva um texto no caderno com o título: *Do DNA à característica*.



O que eu aprendi...

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



PARA SABER MAIS

Livros

- PEREIRA, Lygia da Veiga. *Sequenciaram o genoma humano... e agora?* São Paulo: Moderna, 2001. A autora explica as bases do sequenciamento de DNA e discute os impactos desse conhecimento.
- STRATHERN, Paul; CRICK, Watson. *O DNA em 90 minutos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001. O livro conta a história do trabalho de Watson e Crick e explica a estrutura do DNA.

Sites (Acessos em: 20 abr. 2010.)

- Genética na Escola, acesse: <<http://www.sbg.org.br>>. O *site* apresenta atividades relacionadas aos conteúdos de Genética e Biologia Molecular.
- O DNA vai à escola, acesse: <<http://www.odnavaiaescola.com/origami.pdf>>, Neste *site* tem uma atividade para montar um modelo de DNA usando a técnica do origami. Siga as instruções e veja como a estrutura dessa molécula é bem interessante.
- Projeto Genoma Humano, acesse: <http://www.odnavaiaescola.com/download/Filme_Projeto_Genoma_Humano.wmv>. Neste endereço, está disponível um vídeo que aborda conteúdos de Biologia Molecular.