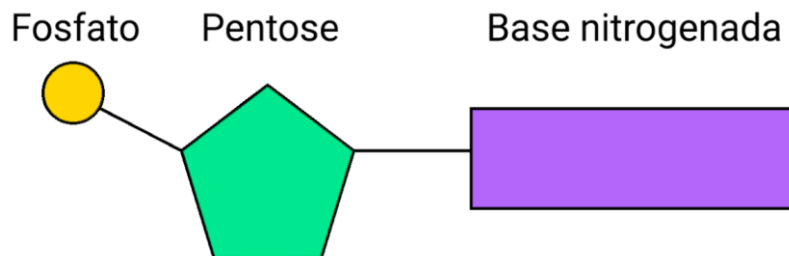


Ácidos nucleicos

Teoria

Ácidos nucleicos são macromoléculas orgânicas formadas por unidades conhecidas como nucleotídeos. Os nucleotídeos são compostos por uma pentose (um monossacarídeo com cinco carbonos), um radical fosfato e uma base nitrogenada.



A figura ilustra um nucleotídeo, formado por um fosfato, que se liga à pentose que, por sua vez, se liga à base nitrogenada. Ilustração por Rebeca Khouri, 2021.

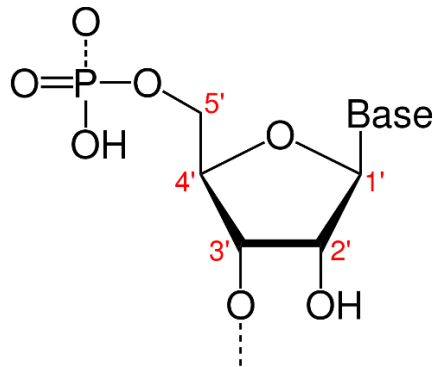
Entre os ácidos nucleicos, pode-se destacar o DNA (ácido desoxirribonucleico) e o RNA (ácido ribonucleico). Já as bases nitrogenadas são cinco, e podem ser classificadas como púricas e pirimídicas.

- **Púricas:** adenina e guanina.
- **Pirimídicas:** citosina, timina e uracila

É importante citar que a timina é uma base nitrogenada exclusiva do DNA, enquanto a uracila é uma base exclusiva do RNA. O pareamento das bases se dá da seguinte maneira: **Adenina – Timina, Adenina – Uracila, Citosina – Guanina**. O pareamento entre Adenina e Timina, e entre Adenina e Uracila ocorre a partir de duas ligações de hidrogênio, enquanto entre Citosina e Guanina ocorre com três ligações de hidrogênio.

Enquanto o DNA é uma molécula de fita dupla, o RNA é uma molécula de fita simples. A pentose que compõe o DNA é a desoxirribose, ao passo que a pentose que compõe o RNA é a ribose.

Os nucleotídeos que formam as fitas são unidos uns aos outros por **ligações fosfodiéster** (grupo fosfato que liga dois açúcares de dois nucleotídeos). Nessas ligações, um grupo fosfato conecta o carbono 5' de um açúcar ao carbono 3' do próximo açúcar.



Esquema da numeração de carbonos em um nucleotídeo.

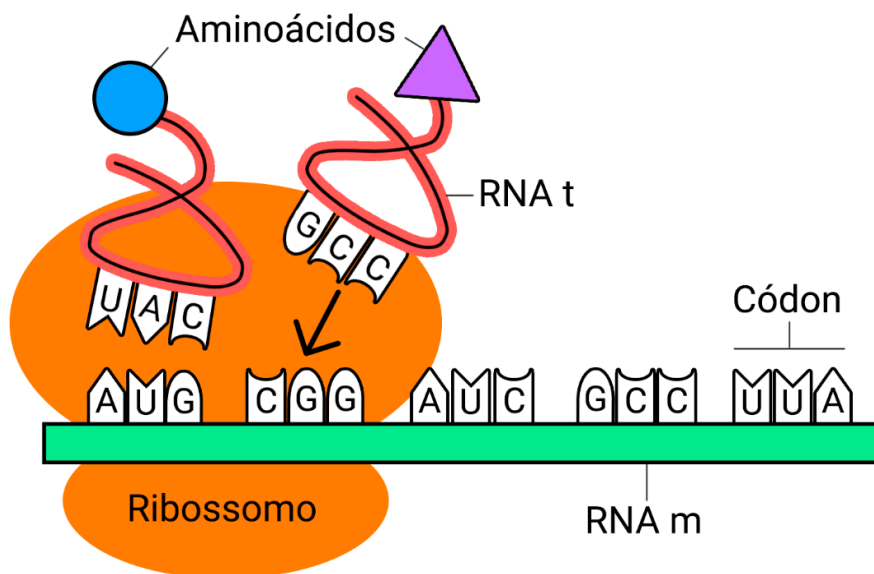
Fonte: NEUROtiker. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nukleotid_num.svg. Acesso em 16/04/2022.

As cadeias de DNA apresentam as direções $5' \rightarrow 3'$ opostas, ou seja, uma cadeia está no sentido $5' \rightarrow 3'$, e a outra, no sentido $3' \rightarrow 5'$, ou seja, as fitas são antiparalelas. O DNA apresenta 2 cadeias de nucleotídeos que se ligam através de **pontes de hidrogênio**, formando uma estrutura de **dupla hélice**. Nessa dupla fita, o percentual de Adenina é o mesmo que o de Timina, assim como o percentual de Guanina é igual ao de Citosina.

Os seres vivos armazenam sua informação genética no DNA. Para garantir a hereditariedade, sem perda de carga genética, o DNA deve ser capaz de se autoduplicar (processo de forma semiconservativa, com a ajuda de moléculas chamadas de *primer*). O DNA, para se expressar, precisa ser transcrito em RNA, e esse RNA será traduzido em proteína, na síntese proteica. Esses processos são conhecidos como autoduplicação (replicação), transcrição e tradução.

O RNA pode ser dividido em:

- RNA mensageiro, que leva a mensagem do núcleo (códon) para sintetizar proteínas.
- RNA transportador, que transportará anticódons com os aminoácidos para a proteína que será formada.
- RNA ribossomal, que irá formar os ribossomos.



Esquema de como ocorre a tradução, a partir da leitura de uma fita de RNA mensageiro (RNAm). Ilustração por Rebeca Khouri.

Normalmente, o RNA não é capaz de se replicar, mas os retrovírus de RNA podem fazer uma transcrição reversa, transcrevendo um DNA a partir do RNA, usando uma enzima conhecida como transcriptase reversa, enquanto outros vírus de RNA são capazes de replicar seu RNA através da enzima RNA replicase.

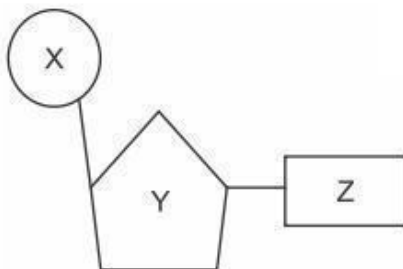
Exercícios de fixação

1. Qual é a composição dos nucleotídeos?
 2. Quais são as bases nitrogenadas púricas e pirimídicas? Qual delas é exclusiva do DNA e qual é exclusiva do RNA?
 3. Qual das ligações estão presentes entre as moléculas de ácidos nucleicos?
 - a) Fosfodiéster e pontes de carbono.
 - b) Fosfolipídios e pontes de hidrogênio.
 - c) Fosfodiéster e pontes de hidrogênio.
 - d) Fosfoglicerídeo e pontes de carbono.
 4. Onde os seres vivos armazenam seu material genético?
 5. Qual a função do RNA-m, RNA-t e RNA-r?
-

Exercícios de vestibulares

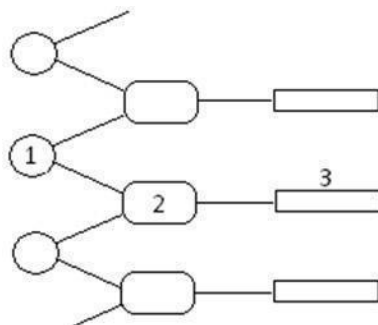


1. (UFJF, 2017) O diagrama a seguir representa um nucleotídeo de DNA com as subunidades X, Y e Z.



Assinale a alternativa CORRETA que identifica o nucleotídeo acima como sendo um monômero do DNA:

- a) X é uma ribose.
 - b) Y é um fosfato.
 - c) Z é uma timina.
 - d) X é uma uracila.
 - e) Z é um nucleosídeo.
2. (UnP, 2013 - adaptada) No esquema abaixo sobre a estrutura do DNA, os números 1, 2 e 3 representam, respectivamente:



- a) Base nitrogenada, desoxirribose e fosfato
- b) Base nitrogenada, fosfato e desoxirribose
- c) Fosfato, desoxirribose e base nitrogenada
- d) Fosfato, base nitrogenada e desoxirribose
- e) Desoxirribose, fosfato e base nitrogenada.

3. (UFF, 2011) "Após o anúncio histórico da criação de vida artificial no laboratório do geneticista Craig Venter, o mesmo responsável pela decodificação do genoma humano em 2001, o presidente dos EUA, Barack Obama, pediu a seus conselheiros especializados em biotecnologia para analisarem as consequências e as implicações da nova técnica."

O Globo on-line, 22 maio 2010.

A experiência de Venter ainda não explica como a vida começou, mas reforça novamente que, sob determinadas condições, fragmentos químicos são unidos para formar a principal molécula responsável pelo código genético da vida. Para a síntese de uma molécula de DNA em laboratório, a partir de uma fita molde de DNA, além do primer, deve-se utilizar

- a) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina e Adenina; DNA e RNA polimerase.
 - b) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina e Uracila; e DNA polimerase.
 - c) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina e Adenina; e DNA polimerase.
 - d) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina e Uracila; e RNA polimerase.
 - e) nucleotídeos de Timina, Citosina, Guanina, Uracila e Adenina; e DNA polimerase.
4. (UFV-MG) Em 2004, comemorou-se 50 anos da publicação do trabalho de Francis Crick e James Watson, que estabeleceu o modelo da estrutura da molécula de ácido desoxirribonucleico (DNA). Entre as afirmativas a seguir, assinale a alternativa CORRETA.
- a) Uma cadeia simples de DNA é constituída de nucleotídeos, compostos por uma desoxirribose ligada a um fosfato e a um aminoácido.
 - b) A polimerização de uma fita simples de DNA é dita semiconservativa, pois independe da existência de uma fita molde.
 - c) Os nucleotídeos são polimerizados por meio de ligações fosfodiéster entre o fosfato e a base nitrogenada.
 - d) Duas cadeias simples de DNA formam uma dupla-hélice, por meio da formação de pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.
 - e) As duas cadeias de uma dupla-hélice possuem a mesma orientação, e suas sequências de bases são complementares.
5. (FUVEST 2020) Considere uma sequência de DNA com 100 pares de bases de comprimento contendo 32 timinas.
- Quantas citosinas, guaninas e adeninas essa sequência terá, respectivamente?
- a) 32, 68, 68.
 - b) 68, 32, 68.
 - c) 68, 68, 32.
 - d) 32, 18, 18.
 - e) 18, 32, 18.
-

6. (Puc-Rio 2010) O material genético deve suas propriedades a seus constituintes, os nucleotídeos, e à forma como são organizados na molécula de ácido nucléico. No caso específico do DNA, é característica da estrutura molecular:
- a) a ligação entre as bases nitrogenadas se dar por pontes de enxofre.
 - b) a pentose típica do DNA ser uma desoxirribose.
 - c) ter como bases nitrogenadas a adenina, a citosina, a guanina, a timina e a uracila.
 - d) não existir uma orientação de polimerização dos nucleotídeos em uma cadeia.
 - e) formar cadeias somente de fitas simples.



7. (Enem 2005) Um fabricante afirma que um produto disponível comercialmente possui DNA vegetal, elemento que proporcionaria melhor hidratação dos cabelos.



Sobre as características químicas dessa molécula essencial à vida, é correto afirmar que o DNA

- a) de qualquer espécie serviria, já que têm a mesma composição.
 - b) de origem vegetal é diferente quimicamente dos demais, pois possui clorofila.
 - c) das bactérias poderia causar mutações no couro cabeludo.
 - d) dos animais encontra-se sempre enovelado e é de difícil absorção.
 - e) de características básicas assegura sua eficiência hidratante.
-

8. (CESMAC 2019) Recentemente, cientistas construíram uma molécula de ácidos nucleicos formada por oito nucleotídeos que apresentavam as quatro bases nitrogenadas tradicionais (Adenina, Timina, Citosina e Guanina) e quatro novas bases (Z, P, S e B). Existe uma relação química e funcional das bases tradicionais já conhecidas com as novas bases, como descrita a seguir:

"B" \Rightarrow Adenina

"S" \Rightarrow Timina

"P" \Rightarrow Guanina

"Z" \Rightarrow Citosina

A partir dessas informações e dos conhecimentos sobre a estrutura do DNA, é correto afirmar que, no ácido nucleico sintético:

- a) "P" se une a "Z" por três pontes de hidrogênio.
- b) "P" se une a "Z" por uma ligação peptídica.
- c) "S" se une a "B" por duas ligações peptídicas.
- d) "P" se une a "B" por três pontes de hidrogênio.
- e) "S" se une a "Z" por duas pontes de hidrogênio.






9. (Enem, 2016 – 2ª aplicação) Em 1950, Erwin Chargaff e colaboradores estudavam a composição química do DNA e observaram que a quantidade de adenina (A) é igual à de timina (T), e a quantidade de guanina (G) é igual à de citosina (C) na grande maioria das duplas fitas de DNA. Em outras palavras, esses cientistas descobriram que o total de purinas (A + G) e o total de pirimidinas (C + T) eram iguais. Um professor trabalhou esses conceitos em sala de aula e apresentou como exemplo uma fita simples de DNA com 20 adeninas, 25 timinas, 30 guaninas e 25 citosinas.

Qual a quantidade de cada um dos nucleotídeos, quando considerada a dupla fita de DNA formada pela fita simples exemplificada pelo professor?

- a) Adenina: 20; Timina: 25; Guanina: 25; Citosina: 30.
- b) Adenina: 25; Timina: 20; Guanina: 45; Citosina: 45.
- c) Adenina: 45; Timina: 45; Guanina: 55; Citosina: 55.
- d) Adenina: 50; Timina: 50; Guanina: 50; Citosina: 50.
- e) Adenina: 55; Timina: 55; Guanina: 45; Citosina: 45.

10. (Enem 2017) A reação em cadeia da polimerase (PCR, na sigla em inglês) é uma técnica de biologia molecular que permite replicação in vitro do DNA de forma rápida. Essa técnica surgiu na década de 1980 e permitiu avanços científicos em todas as áreas de investigação genômica. A dupla hélice é estabilizada por ligações hidrogênio, duas entre as bases adenina (A) e timina (T) e três entre as bases guanina (G) e citosina (C). Inicialmente, para que o DNA possa ser replicado, a dupla hélice precisa ser totalmente desnaturada (desenrolada) pelo aumento da temperatura, quando são desfeitas as ligações hidrogênio entre as diferentes bases nitrogenadas.

Qual dos segmentos de DNA será o primeiro a desnaturar totalmente durante o aumento da temperatura na reação de PCR?

- a) 
- b) 
- c) 
- d) 
- e) 

Se liga!

Sua específica é Naturezas e quer continuar treinando esse conteúdo? Clique [aqui](#), para fazer uma lista extra de exercícios.

Gabaritos

Exercícios de fixação

1. A principal função da melanina (produzida pelos melanócitos) é filtrar a radiação ultravioleta e proteger o DNA contra essa radiação nociva.
2. As púricas são adenina e guanina; as pirimídicas são citosina, uracila e timina. A base exclusiva de DNA é a timina e a exclusiva do RNA é a uracila.
3. **C**
As ligações fosfodiéster unem os grupos fosfatos às pentoses, enquanto as pontes de hidrogênio ligam as bases nitrogenadas no DNA.
4. O material genético pode ser encontrado no citoplasma (em procariontes), no núcleo e em organelas, como mitocôndria e cloroplasto (em eucariontes).
5. O RNA mensageiro é responsável por levar a mensagem do núcleo para o citoplasma, para organizar a sequência de aminoácidos que formarão a proteína; o RNA ribossomal é responsável pela formação dos ribossomos; o RNA transportador é responsável por transportar os aminoácidos para o ribossomo, seguindo a ordem indicada pelo RNAm.

Exercícios de vestibulares

1. **C**
Na molécula de DNA, podemos encontrar as seguintes bases nitrogenadas (representada com o retângulo Z na imagem): adenina (A), citosina (C), guanina (G) e timina (T). X é o grupo fosfato e Y é a pentose desoxirribose.
 2. **C**
 - 1) tanto o DNA quanto o RNA possuem uma molécula de fosfato.
 - 2) pentose; que, no caso do DNA, é a desoxirribose.
 - 3) base nitrogenada; que, no caso do DNA, pode ser adenina, guanina, citosina e timina.
 3. **C**
As bases utilizadas no DNA são: timina, citosina, guanina e adenina. Sendo assim, já descartamos as alternativas B, D e E (pois elas falam da uracila, que é do RNA). A DNA polimerase é a enzima fundamental para a polimerização de novas fitas de DNA; portanto, é a letra C.
 4. **D**
Os nucleotídeos do DNA são compostos por uma desoxirribose ligada a um fosfato e a uma base nitrogenada; a polimerização de uma fita simples de DNA é dita semiconservativa, pois depende da existência de uma fita molde; fosfodiéster é uma ligação produzida entre dois grupos hidroxila ($-OH$) de um grupo fosfato e duas hidroxilas de outras duas moléculas através de uma dupla ligação éster; as duas cadeias de uma dupla-hélice possuem orientações diferentes (uma é $5' \rightarrow 3'$ outra é $3' \rightarrow 5'$).
 5. **C**
A fita de DNA apresenta 100 pares de bases nitrogenadas, ou seja, um total de 200 bases nitrogenadas. Se são 32 timinas, deve-se ter também 32 adeninas, pois essas bases são pareadas. As bases restantes serão metade citosinas e metade guaninas, então teremos: $200 - (32+32) = 200 - 64 = 136$ $136 / 2 = 68$. A resposta correta será 68 citosinas, 68 guaninas e 32 adeninas.
-

6. **B**
O DNA apresenta a desoxirribose como pentose.
7. **A**
O DNA sempre é composto por uma base nitrogenada (timina, adenina, citosina e guanina), uma desoxirribose e um radical fosfato. Portanto, independentemente da espécie, a composição química seria a mesma.
8. **A**
A ligação entre bases nitrogenadas é sempre por pontes de hidrogênio. Se "P" equivale a guanina e "Z" a citosina, "P" e "Z" se unem com uma ligação tripla, por três pontes de hidrogênio.
9. **C**
O enunciado diz que a fita simples possui 20 Adeninas, 25 Timinas, 30 Guaninas e 25 Citosinas. A fita complementar terá a seguinte quantidade de bases, complementando a fita descrita: 20 Timinas, 25 Adeninas, 30 Citosinas e 25 Guaninas. A fita dupla completa terá a soma das bases das duas fitas, ou seja: 45 Adeninas, 45 Timinas, 55 Guaninas e 55 Citosinas.
10. **C**
Citosina e Guanina se ligam através de três ligações de hidrogênio, enquanto Adenina e Timina se ligam através de duas ligações de hidrogênio. A molécula em questão sofrerá desnaturação mais facilmente, devido ao maior número de pares A-T.
-