

# GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 5

## BIOLOGIA E GEOLOGIA

### 11.º ANO

#### Tema 1: Crescimento, renovação e diferenciação celular

##### Subtema 1: Os ácidos nucleicos



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A  
APRENDIZAGEM?



## PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

### O mecanismo de replicação do DNA

A replicação do DNA é essencial à continuidade da vida, em processos biológicos básicos, como o crescimento, a reparação de tecidos e a reprodução.

Como é que uma célula produz cópias fiéis de uma molécula de DNA? Que processos e moléculas estão envolvidos?

Vem descobrir!



## O QUE VOU APRENDER?

*Caracterizar e distinguir os diferentes tipos de ácidos nucleicos em termos de composição, estrutura e função.*

*Explicar processos de replicação, transcrição e tradução, e realizar trabalhos práticos que envolvam leitura do código genético.*



## COMO VOU APRENDER?

GTA 1: Qual é a composição e a estrutura do DNA?

GTA 2: Como extrair e visualizar o DNA de células vegetais?

GTA 3: Qual é a estrutura e a composição do RNA?

GTA 4: Como se replica o DNA?

GTA 5: Qual é o mecanismo de replicação do DNA?

## Tema 1: Crescimento, renovação e diferenciação celular

## Subtema 1: Os ácidos nucleicos



## GTA 5: Qual é o mecanismo de replicação do DNA?

**Objetivos:**

- Compreender o mecanismo de replicação do DNA.
- Reconhecer a importância da replicação do DNA para a transmissão e a manutenção da informação genética.

**Modalidade de trabalho:** individual ou em pequeno grupo.

**Recursos e materiais:** manual de Biologia, caderno diário, *internet*.

**TAREFA 1****Etapa 1**

Já viste em filmes, e séries como o CSI, que é possível identificar um criminoso ou descobrir relações de parentesco através da recolha e análise de sangue, células da pele, raiz do cabelo, saliva... É o perfil de DNA.

**Visualiza** o vídeo que explica de forma simples o que é o perfil de DNA (também denominado DNA *fingerprinting*). Adiciona legendas automáticas em português.

[DNA Fingerprinting | Genetics | Biology | FuseSchool](#)



Como viste no vídeo, o DNA é extraído de uma amostra de material biológico.

De seguida, são feitas muitas cópias do DNA, usando uma técnica designada por PCR (*Polimerase Chain Reaction*) ou Reação em Cadeia da Polimerase, em português.

Através desta técnica são produzidas *in vitro* (fora das células) cópias de uma determinada sequência de DNA, usando um processo semelhante à replicação do DNA que ocorre nas células.

A PCR permite amplificar regiões específicas do DNA, mesmo quando a quantidade de material genético é extremamente reduzida.

O desenvolvimento desta técnica, em 1983, só foi possível depois de se conhecer o mecanismo de replicação do DNA.



## Etapa 2

### Qual é o mecanismo de replicação do DNA?

A replicação do DNA envolve várias moléculas, nomeadamente **enzimas**.

**Recorda** que as enzimas são proteínas que catalisam reações químicas específicas, aumentando a sua velocidade sem serem consumidas no processo.

Em geral, o nome das enzimas é atribuído com base na reação que catalisam e no substrato sobre o qual atuam. O sufixo **-ase** indica que a molécula é uma enzima.

Para **organizares** e **registares** a informação sobre o mecanismo de replicação do DNA, **copia** para o caderno a tabela seguinte.

Moléculas envolvidas	Acontecimentos
Helicase Primase Nucleótidos de RNA	
DNA polimerase Fragmentos de Okazaki Nucleótidos de DNA	
Exonuclease DNA polimerase Nucleótidos de DNA DNA ligase	

**Visualiza** atentamente a animação que descreve as etapas e moléculas envolvidas neste processo e **completa** a tabela.

[DNA replication - 3D - YouTube](#)



**Compara** a tua tabela com a dos teus colegas e com a descrição do processo de replicação que encontras no manual. **Completa-a**, se necessário.

**Responde** no caderno à questão seguinte.

- **De que forma o emparelhamento das bases nitrogenadas, durante a replicação do DNA, garante a transmissão da informação às células-filhas?**



### Etapa 3

- **Compreendeste por que razão uma das cadeias tem de ser sintetizada de forma descontínua?**

**Recorda** que na síntese de uma cadeia polinucleotídica, a adição de nucleótidos, pela DNA polimerase, faz-se sempre na extremidade 3' livre. Desta forma **a nova cadeia cresce no sentido 5'-3'** (Figura 1).

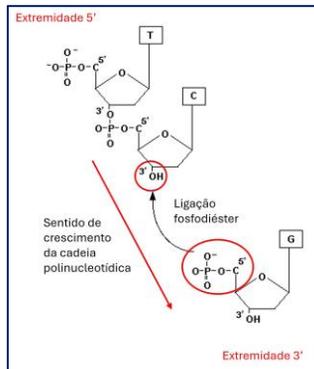


Figura 1 – Adição de um nucleótido à extremidade 3' da cadeia polinucleotídica em crescimento através de uma ligação fosfodiéster.

**Recorda** também que a molécula de DNA é constituída por **duas cadeias antiparalelas**, uma orientada no sentido 5'-3' e a outra no sentido 3'-5' (têm polaridades opostas).

Durante a replicação, como já sabes, cada uma das cadeias parentais serve de molde à síntese de uma nova cadeia.

**Copia** para o caderno o esquema da Figura 2. **Completa-o**, desenhando as duas novas cadeias que estão a ser sintetizadas.

**Verifica** qual delas pode ser sintetizada de forma contínua e qual tem de ser sintetizada de forma descontínua. Não te esqueças que ambas crescem no sentido 5'-3'.

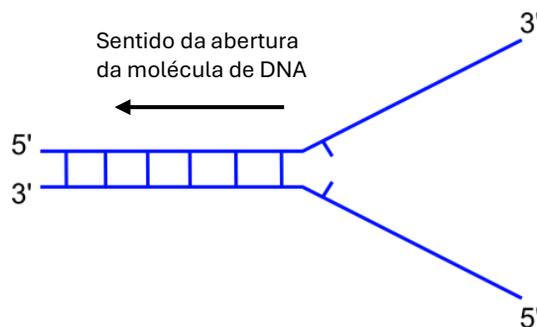


Figura 2 – Síntese das novas cadeias de DNA, a partir da molécula parental (Adaptado de Masur/Wikimedia.org)

**Compara e discute** o teu esquema com o dos teus colegas. **Compara-o** com uma figura do manual que ilustra este processo.



#### Etapa 4

Nas células eucarióticas, a taxa de replicação é de aproximadamente 100 nucleótidos por segundo. O genoma humano, constituído por 46 cromossomas, é duplicado em poucas horas, sendo inseridos 6 mil milhões de pares de bases!

- **Poderão ocorrer erros durante a replicação?**
- **Quais poderão ser as consequências desses erros?**

**Discute** estas questões com os teus colegas.

De seguida, **consulta** esta página e **compreende** de que forma as células evitam que as novas cadeias tenham erros.

[Replicação - WikiCiências](#)



Se ainda tiveres dúvidas, **assiste** à videoaula.

[Replicação do DNA | Estudo Autónomo](#)





## TAREFA 2

### Autoavalia a tua aprendizagem

#### Item 1

Faz **corresponder** a cada uma das descrições relativas à replicação do DNA, expressas na coluna A, à respetiva designação, que consta da coluna B.

Coluna A	Coluna B
(a) Sequência de desoxirribonucleótidos que contém a informação genética.	(1) Aminoácido
(b) Monómero que entra na constituição de um polipéptido.	(2) DNA polimerase
(c) Molécula que catalisa a síntese de uma nova cadeia de DNA.	(3) Nucleótido
(d) Pequena sequência de RNA complementar à cadeia molde.	(4) <i>Primer</i>
(e) Monómero que entra na constituição do DNA.	(5) DNA
	(6) RNA polimerase
	(7) Helicase

#### Item 2

As afirmações referem-se à DNA polimerase.

**Seleciona** a opção que avalia corretamente as afirmações.

1. Pode iniciar a síntese de DNA sem a necessidade de um *primer*.
2. Adiciona nucleótidos no sentido 3'-5'.
3. Possui atividade de reparação, corrigindo erros que ocorrem durante a replicação do DNA.

(A) 3 é verdadeira; 1 e 2 são falsas.

(B) 2 é verdadeira; 1 e 3 são falsas.

(C) 1 e 2 são verdadeiras; 3 é falsa.

(D) 1 e 3 são verdadeiras; 2 é falsa.

#### Item 3

**Ordena** as letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos que ocorrem durante a replicação do DNA.

- A. A DNA ligase une os fragmentos de Okazaki.
- B. A primase sintetiza *primers* de RNA complementares às cadeias molde.
- C. A helicase liga-se à molécula de DNA.
- D. A DNA polimerase adiciona nucleótidos à extremidade 3' da cadeia em formação.
- E. Quebra das ligações de hidrogénio e formação do garfo de replicação.



#### Item 4

O modelo do DNA apresentado por James Watson e Francis Crick permitiu entender o mecanismo de replicação do DNA.

Sobre o modo de replicação do DNA, **classifica** as seguintes afirmações como verdadeiras (V) ou falsas (F).

**1** - Por ação de enzimas específicas, as duas cadeias separam-se uma da outra em locais aleatórios ao longo da molécula.

**2** - Cada uma das cadeias originais serve de molde à formação de uma cadeia complementar, sendo utilizados nucleótidos que existem no meio de síntese.

**3** - De acordo com a regra da complementaridade das bases formam-se duas novas cadeias de ribonucleótidos.

**4** - As cadeias complementares são antiparalelas em relação à que lhe serve de molde.

**5** - A replicação é semiconservativa.

**Seleciona** a opção que avalia corretamente as afirmações.

(A) 1-F; 2-V; 3-F; 4-V; 5-V.

(B) 1-V; 2-F; 3-F; 4-V; 5-F.

(C) 1-V; 2-V; 3-F; 4-F; 5-V.

(D) 1-F; 2-V; 3-V; 4-V; 5-F.

*Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2013, 1.ª eliminatória, item 12, Ordem dos Biólogos.*

#### Item 5

A replicação semiconservativa do DNA assegura a transmissão e a preservação da informação genética nas células somáticas (não reprodutivas) dos seres pluricelulares.

**Justifica** a afirmação.



## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

### Etapa 2 da TAREFA 1

Moléculas envolvidas	Acontecimentos
Helicase	A helicase separa as duas cadeias de DNA (quebra das ligações de hidrogénio entre as bases nitrogenadas), formando uma forquilha ou garfo de replicação.
Primase Nucleótidos de RNA	A primase sintetiza pequenas sequências de RNA - <i>primers</i> , complementares às cadeias molde de DNA.
DNA polimerase Fragmentos de Okazaki Nucleótidos de DNA	A DNA polimerase adiciona nucleótidos de DNA à extremidade 3' do <i>primer</i> , no sentido 5'-3'. Uma das cadeias é sintetizada de forma contínua ( <i>leading strand</i> ). A outra cadeia ( <i>lagging strand</i> ) é sintetizada de forma descontínua, em fragmentos de Okasaki.
Exonuclease DNA polimerase Nucleótidos de DNA DNA ligase	A exonuclease remove os <i>primers</i> de RNA de ambas as cadeias. A DNA polimerase adiciona nucleótidos de DNA para preencher os espaços deixados pela remoção dos <i>primers</i> . Os fragmentos de Okasaki são unidos pela DNA ligase.

O emparelhamento das bases nitrogenadas, durante a replicação do DNA, garante a transmissão fiel da informação genética às células-filhas porque segue o princípio da complementaridade.

Cada base de uma cadeia molde emparelha especificamente com a base complementar na cadeia em formação: adenina (A) com timina (T) e citosina (C) com guanina (G).

Desta forma, a sequência de nucleótidos da molécula parental é copiada com precisão, permitindo que as células-filhas recebam uma cópia idêntica do material genético da célula-mãe.



### Etapa 3 da TAREFA 1

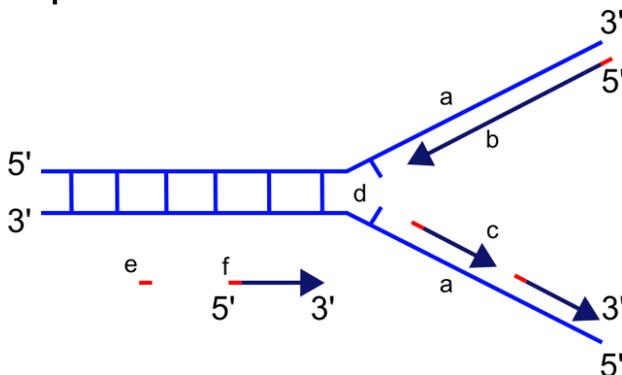


Figura 3 – Síntese das novas cadeias de DNA, a partir da molécula parental (Adaptado de Masur/Wikimedia.org)

Legenda:  
a: cadeias molde  
b: cadeia de crescimento contínuo  
c: cadeia de crescimento descontínuo  
d: garfo de replicação  
e: *primer*  
f: fragmento de Okazaki

**Repara** que a cadeia de crescimento contínuo é sintetizada no sentido da abertura do garfo de replicação, enquanto os fragmentos da cadeia descontínua são sintetizados no sentido oposto.

### TAREFA 2

#### Item 1

A molécula constituída por desoxirribonucleótidos que contêm a informação genética é o DNA.

As unidades básicas (monómeros) que constituem os polipéptidos são os aminoácidos.

A síntese de uma nova cadeia de DNA é catalisada pela DNA polimerase.

O *primer* é uma pequena sequência de RNA complementar à cadeia molde.

O DNA é um polímero de nucleótidos.

**Resposta:** (a) (5); (b) (1); (c) (2); (d) (4); (e) (3).

#### Item 2

A DNA polimerase não consegue iniciar a síntese sem um *primer*. Precisa de uma extremidade 3' livre à qual possa adicionar nucleótidos. O *primer*, pequena sequência de RNA complementar à cadeia molde, fornece a extremidade 3' livre para que a DNA polimerase possa iniciar a síntese de uma nova cadeia de DNA.

A DNA polimerase adiciona nucleótidos à extremidade 3' livre o que significa que a nova cadeia cresce sempre no sentido 5'-3'

A DNA polimerase corrige erros que ocorrem durante a replicação do DNA

**Resposta:** opção (A).



### Item 3

A helicase é uma das primeiras enzimas a atuar, ligando-se ao DNA e quebrando as ligações de hidrogénio entre as bases nitrogenadas. A separação das cadeias de DNA origina o garfo de replicação.

A primase cria pequenos *primers* de RNA que servem como ponto de partida para a atuação da DNA polimerase.

A DNA polimerase começa a adicionar nucleótidos, estendendo a cadeia complementar na direção 5'-3'.

Após a síntese das cadeias, a DNA liga-se e une os fragmentos de Okazaki na cadeia descontínua.

**Resposta:** C-E-B-D-A

### Item 4

A replicação do DNA inicia-se em locais específicos designados origens de replicação e não em locais aleatórios.

Cada cadeia parental de DNA serve como molde para a formação de uma nova cadeia complementar, de acordo com a regra de complementaridade das bases: adenina (A) emparelha com timina (T) e citosina (C) emparelha com guanina (G). Os nucleótidos necessários para formar a nova cadeia estão disponíveis no meio celular.

O DNA é composto por desoxirribonucleótidos (contêm desoxirribose), enquanto o RNA é composto por ribonucleótidos (contêm ribose). Assim, as novas cadeias formadas durante a replicação do DNA são compostas por desoxirribonucleótidos e não ribonucleótidos.

As cadeias de DNA são antiparalelas: uma está orientada no sentido 5'-3' (da extremidade fosfato para a extremidade hidroxilo), a cadeia complementar está orientada de 3'-5'. Na replicação são sintetizadas novas cadeias complementares e antiparalelas em relação às cadeias que lhes servem de molde.

A replicação do DNA é semiconservativa, ou seja, cada molécula de DNA filha é constituída por uma cadeia parental (molde) e uma nova cadeia.

**Resposta:** opção (A).



### Item 5

Na replicação semiconservativa do DNA:

A cadeia original do DNA serve como molde para a formação de uma nova cadeia complementar.

Cada molécula de DNA filha é constituída por uma cadeia parental (que foi preservada) e uma nova cadeia, seguindo a regra da complementaridade das bases (A com T, C com G).

Como cada molécula-filha contém uma cadeia original e uma nova cadeia, a informação genética da célula-mãe é preservada nas células-filhas.

Isto é essencial para a continuidade da estrutura e das funções celulares, permitindo que as células somáticas dos seres pluricelulares se dividam e mantenham a mesma informação genética ao longo das gerações.



## O QUE APRENDI?

Já és capaz de...

- compreender o mecanismo de replicação do DNA?
- reconhecer a importância da replicação do DNA para a transmissão e manutenção da informação genética?
- recorrer a diferentes fontes de informação para desenvolver as tarefas?
- sintetizar informação, destacando as ideias essenciais?
- relacionar conceitos novos com conhecimentos adquiridos?

Conseguiste realizar as tarefas propostas neste guião? Ainda tens dúvidas?

### Sugestões:

**Estuda** com um colega, partilhando dúvidas e aprendizagens.

**Resolve**, no caderno, os exercícios do manual sobre este tema.

Se necessário, volta a **realizar** as etapas propostas neste guião.



## COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

**Visualiza** animações computadorizadas do enrolamento do DNA e da replicação, feitas com base em investigação molecular.

[Casa das Ciências - Visualização Molecular do DNA](#)



O DNA está sujeito a danos e processos como a replicação podem originar erros.

**Visualiza** o vídeo e descobre como os erros podem ser reparados.

[What happens when your DNA is damaged? - Monica Menesini | TED-Ed](#)



**Compara** a duplicação do DNA que ocorre durante a PCR com a replicação que ocorre nas células.

[Aula PCR e animação 3D - YouTube](#)

