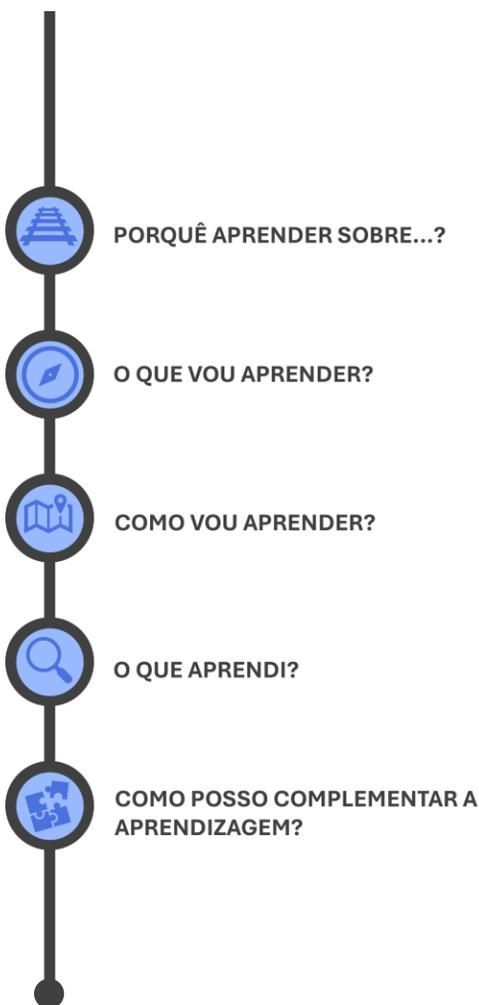


# GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 10

## BIOLOGIA E GEOLOGIA

### 11.º ANO

#### Tema 1: Crescimento, renovação e diferenciação celular Subtema 3: Ciclo celular





## PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

### O ciclo celular

Todos os seres vivos são constituídos por células e todas as células provêm de células preexistentes.

Como é que a partir de uma célula surgem milhões de células?

Vem descobrir!



## O QUE VOU APRENDER?

*Explicar o ciclo celular e a sequência de acontecimentos que caracterizam a mitose e a citocinese em células animais e vegetais e interpretar gráficos da variação do teor de ADN durante o ciclo celular.*

*Realizar procedimentos laboratoriais para observar imagens de mitose em tecidos vegetais.*



## COMO VOU APRENDER?

**GTA 10: Quais são as fases do ciclo celular?**

GTA 11: Como se pode observar a mitose em células vegetais?

GTA 12: Qual a importância da regulação do ciclo celular?

GTA 13: Aplica e pratica

Tema 1: Crescimento, renovação e diferenciação celular

Subtema 3: Ciclo celular



**GTA 10: Quais são as fases do ciclo celular?**

**Objetivos:**

- Explicar o ciclo celular.
- Descrever a sequência de acontecimentos que caracterizam a mitose e a citocinese em células animais e vegetais.

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

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

**TAREFA 1**

**Etapa 1**

Lê as notícias.

**Já há hambúrgueres proveta, feitos a partir de células estaminais de vaca**

O primeiro hambúrguer criado ‘in vitro’ e fabricado a partir de células estaminais de vaca foi cozinhado e comido esta segunda-feira em Londres, pesava 142 gramas e custou 250 000 euros. Dois voluntários saborearam o hambúrguer nascido em laboratório, resultado do trabalho do cientista holandês da Universidade de Maastricht, Mark Post (...).

Fonte: Agência Lusa, republicado no *Público*, 5 de agosto de 2013.  
<https://www.publico.pt/2013/08/05/p3/noticia/ja-ha-hamburgueres-proveta-feitos-a-partir-de-celulas-estaminais-de-vaca-1817844>.



Figura 1 - O hambúrguer cultivado em laboratório, antes e depois de ser frito. (World Economic Forum/Wikimedia Commons)

**Investigadores do Técnico estão a produzir primeiros filetes de robalo cultivados em laboratório a nível mundial**

É pescado que nunca foi ‘pescado’ – o prato que Diana Marques segura contém quatro filetes de robalo criados em laboratório através de bioimpressão 3D, um feito inédito a nível mundial (...). “Começamos com células, geralmente estaminais, que têm o potencial de diferenciar-se em tipos de células presentes na carne e no peixe, como a célula de músculo e a de gordura”, explica Diana Marques (...).

Fonte: Instituto Superior Técnico, publicado a 13 de agosto de 2024.  
<https://tecnico.ulisboa.pt/pt/noticias/investigadores-do-tecnico-estao-a-produzir-primeiros-filetes-de-robalo-cultivados-em-laboratorio-a-nivel-mundial/>



Figura 2 – A investigadora Diana Marques mostra os filetes de robalo. (Gonçalo Gouveia /Instituto Superior Técnico)



Individualmente ou em conjunto com dois ou três colegas, **faz**, no caderno, uma lista de questões que vos ocorreram ao lerem estas notícias.

## Etapa 2

- **Qual foi a origem das células cultivadas em laboratório?**

**Relembra** os três princípios da **Teoria celular**:

- ✓ Todos os seres vivos são constituídos por células (uma ou mais células).
- ✓ A célula é a unidade básica estrutural e funcional dos seres vivos.
- ✓ Todas as células provêm de células preexistentes.

De acordo com a teoria celular, as células que constituíam o hambúrguer e o filete originaram-se a partir de células preexistentes, ou seja, células que foram retiradas dos respetivos animais.

O hambúrguer e o filete são constituídos por milhões de células, mas tiveram origem em algumas células.

- **Como é que a partir de algumas células surgem milhões?**

**Visualiza** atentamente um vídeo que mostra o ciclo celular de células do embrião da mosca-da-fruta (*Drosophila melanogaster*). O DNA foi marcado com um corante fluorescente, o que permite que seja visível com uma cor esbranquiçada.

**Anota**, no caderno, as tuas observações.

[Early mitotic divisions in a Drosophila embryo](#)



À semelhança do que sucede com outros organismos multicelulares, a mosca-da-fruta começa por ser apenas uma célula, o zigoto, resultante da fecundação.

É através de divisão celular e crescimento, nova divisão celular e crescimento, e assim sucessivamente, que o organismo aumenta de tamanho.

E apesar de uma mosca-da-fruta ser muito mais pequena do que um elefante, as células de ambos têm dimensões semelhantes.

O conjunto de acontecimentos que ocorrem desde a formação de uma célula até à sua divisão designa-se por **ciclo celular**.



- **Quais são as fases e os principais acontecimentos do ciclo celular?**

Para responderes a esta questão, **consulta** o manual e **faz** uma síntese, no caderno, que inclua as fases do ciclo celular e os principais acontecimentos (não incluas ainda as fases da mitose que irás estudar numa outra etapa).

- **Existem células que não passam pelas várias fases do ciclo celular. Em que circunstâncias isto sucede?**

**Pesquisa**, no manual, a resposta a esta questão e regista-a no caderno.

### Etapa 3

Verificaste que na **fase S** ocorre a **replicação semiconservativa do DNA**: passam a existir duas cópias de cada molécula de DNA. A estes pares de cópias dá-se o nome de **cromatídeos-irmãos**.

Durante a divisão celular, o DNA vai ser dividido de forma **equitativa** pelas duas células-filhas de modo que cada uma receba um conjunto completo e equivalente de cromossomas.

As células-filhas serão geneticamente iguais entre si e iguais à célula-mãe.

Para que este processo possa ocorrer de forma eficiente e organizada, as longas moléculas de DNA têm de ser muito compactadas.

**Assiste** à vídeoaula n.º 6 entre os minutos 7:55 e 18:22 para compreenderes melhor este processo.

[Ciclo celular: iniciação | Estudo Autónomo](#)



**Procura**, no manual, uma figura que mostre a condensação progressiva da cromatina até à formação de um cromossoma.

**Desenha**, no caderno, um cromossoma constituído por dois cromatídeos e **legenda-o**, indicando os cromatídeos-irmãos e o centrómero.

**Repara** que os cromossomas podem ser simples – têm uma molécula de DNA, ou duplos – têm duas moléculas de DNA.

**Responde**, no caderno, às questões seguintes:

- **Em que fase da interfase, os cromossomas passaram a ser constituídos por dois cromatídeos?**
- **A espécie humana tem 23 pares de cromossomas. Quantos cromatídeos existem no núcleo de uma célula na fase G2?**

**Compara e discute** as tuas respostas com as dos teus colegas.



#### Etapa 4

Já aprendeste que o ciclo celular engloba a **interfase** e a **fase M**, ou **fase mitótica**. Durante a fase mitótica ocorre a divisão celular que inclui a divisão do núcleo - **mitose** ou **cariocinese** - e a divisão do citoplasma - **citocinese**.

- **Quais os acontecimentos que ocorrem durante a mitose?**

Embora a mitose seja um processo contínuo, consideram-se quatro fases: **prófase**, **metáfase**, **anáfase** e **telófase**.

De seguida, vais descobrir o que sucede em cada uma destas fases.

Para **registares** e **organizares** a informação sobre as fases da mitose, podes usar uma tabela como a que te sugerimos (idealmente numa folha A4 para teres espaço suficiente).

Fases da mitose numa célula eucariótica animal				
Fase	Prófase	Metáfase	Anáfase	Telófase
Esquema				
Principais acontecimentos				

Para preencheres a tabela, **visualiza** o vídeo e/ou **consulta** o manual.

**Nota:** Se visualizares o vídeo, tem em atenção que se descreve uma fase entre a prófase e a metáfase - a prometáfase. Quando se consideram quatro fases, os acontecimentos da prometáfase são incluídos no final da prófase.

[Casa das Ciências - Mitose](#)





**Compara** os núcleos das células-filhas com o núcleo da célula-mãe.

- **Os cromossomas foram divididos de forma equitativa entre os dois núcleos?**

Com base na observação das figuras que tens no manual, **preenche** a tabela seguinte.

	Prófase	Telófase (por núcleo-filho)
N.º de cromossomas		
N.º de moléculas de DNA		

- **O que podes concluir quanto à variação do número de cromossomas da prófase para a telófase?**
- **O que podes concluir quanto à variação da quantidade de DNA da prófase para a telófase?**

Pudeste concluir que:

- ✓ **O número de cromossomas se mantém constante.**
  - A separação de todos os pares de cromatídeos-irmãos permite que cada núcleo formado receba um cromatídeo de cada par.
  - Os núcleos das células-filhas têm o mesmo número de cromossomas que o núcleo da célula-mãe.
- ✓ **O número de moléculas de DNA é reduzido a metade.**
  - Os núcleos das células-filhas apresentam cromossomas simples, ou seja, são constituídos por uma molécula de DNA.
  - O núcleo da célula-mãe apresentava, na prófase, cromossomas duplos, constituídos por duas moléculas de DNA, como resultado da replicação que ocorreu na fase S.

As etapas da mitose que analisaste referem-se a uma célula animal.

- **E quanto às células vegetais? Existirão diferenças?**

**Pesquisa** a resposta a esta questão no manual e **registra-a** no caderno.



## Etapa 5

Na etapa anterior, viste como ocorria a divisão do núcleo durante a fase M.

Para que uma célula origine duas células individualizadas, é necessário que ocorra também a divisão do citoplasma. Esta fase tem a designação de **citocinese**.

### ▪ Como ocorre a citocinese?

**Assiste** à vídeoaula n.º 8 até ao minuto 12:05.

[Citocinese e regulação do ciclo celular | Estudo Autónomo](#)



Com base na informação da vídeoaula e na consulta do manual, **faz** uma **síntese**, no caderno, do processo de citocinese em células animais e células vegetais.

## TAREFA 2

**Autoavalia** a tua aprendizagem.

### Item 1

Alguns tipos de células podem ser removidos do organismo e cultivados em meios nutritivos artificiais.

Células epiteliais de coelho, em diferentes fases do ciclo celular, foram expostas durante alguns minutos a timidina radioativa (nucleótido de timina). A sua posterior observação, destinada a avaliar a incorporação do nucleótido, feita pela técnica de autorradiografia (impressão em película fotográfica), mostrou que o padrão de radioatividade permaneceu difuso em todos os estádios do ciclo celular, exceto nas células que se encontravam no período S. Nestas, a radioatividade concentrou-se no núcleo.

A Figura 3 representa esquematicamente os resultados obtidos na experiência.

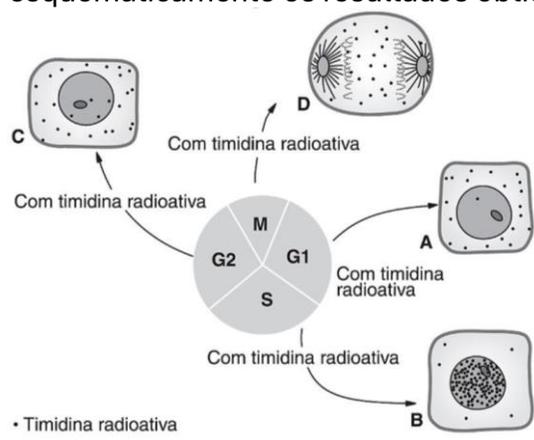


Figura 3 – Representação esquemática dos resultados obtidos



Nos itens 1.1. a 1.4., **seleciona** a única opção que completa corretamente a afirmação.

**Item 1.1.**

O objetivo da experiência apresentada foi estabelecer o período do ciclo celular em que ocorre a

- (A) replicação do material genético.
- (B) biossíntese de proteínas.
- (C) duplicação de centríolos.
- (D) formação do fuso acromático.

**Item 1.2.**

A utilização de marcadores radioativos na experiência serviu para

- (A) matar a célula, de modo a estudar as estruturas envolvidas no ciclo celular.
- (B) aumentar a capacidade de incorporação de moléculas pela célula.
- (C) seguir o percurso das moléculas marcadas dentro da célula.
- (D) diminuir a velocidade com que o ciclo celular ocorre.

**Item 1.3.**

Se na experiência apresentada, fosse utilizado nucleótido de adenina radioativo em vez de timidina radioativa, os resultados seriam inconclusivos, porque o nucleótido

- (A) de timina é o seu complementar.
- (B) de adenina só existe no DNA.
- (C) de adenina só existe no RNA.
- (D) de adenina é comum ao RNA e ao DNA.

**Item 1.4.**

A utilização de células em diferentes fases do ciclo celular permite a validação dos resultados, se

- (A) forem constantes a concentração de timidina radioativa e o tempo de exposição.
- (B) for constante a concentração de timidina radioativa e for variável o tempo de exposição.
- (C) for variável a concentração de timidina radioativa e for constante o tempo de exposição.
- (D) forem variáveis a concentração de timidina radioativa e o tempo de exposição.



### Item 1.5.

**Classifica** como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes, relativas à mitose.

- (A) Na telófase cada cromossoma não está dividido em cromátídeos.
- (B) A disposição dos cromossomas na placa equatorial é característica da metáfase.
- (C) A reorganização do invólucro nuclear é acompanhada por um aumento da condensação da cromatina.
- (D) Durante a anáfase, ocorre a ascensão polar de cromossomas com dois cromátídeos.
- (E) No final da prófase, é possível observar cromossomas individualizados.
- (F) Durante a prófase, ocorre emparelhamento entre cromossomas homólogos.
- (G) Ao longo da anáfase, cada cromátídeo fica progressivamente mais próximo de um dos polos do fuso.
- (H) No final da anáfase, existem conjuntos cromossómicos idênticos, junto a ambos os polos do fuso.

### Item 1.6.

**Relaciona**, tendo em conta os resultados obtidos na experiência apresentada, a incorporação de timidina no período S com o processo de divisão da célula por mitose.

Texto e itens 1.1. a 1.4. e 1.6. adaptados do Teste intermédio de Biologia e Geologia, 11.º ano, fevereiro de 2008, Grupo III, GAVE;

Item 1.5. adaptado do Teste intermédio de Biologia e Geologia, 11.º ano, maio de 2008, Grupo II, GAVE.

**Compara e discute** as tuas respostas com as dos teus colegas.



### TAREFA 2

#### Item 1.1

A adição de timidina radioativa permitiu seguir o percurso da timina, um nucleótido que entra na constituição do DNA. A sua incorporação demonstra que o material genético está a ser duplicado.

Os resultados mostraram um padrão de radioatividade concentrado no núcleo durante a fase S, o que permitiu determinar a fase do ciclo celular em que ocorre a replicação do DNA.

**Resposta:** opção (A).

#### Item 1.2

A timidina radioativa foi utilizada para permitir que os cientistas identificassem a **fase do ciclo celular** na qual o **DNA estava a ser replicado**. O marcador radioativo possibilita a visualização do percurso e a localização das moléculas dentro da célula, utilizando técnicas como a autorradiografia.

**Resposta:** opção (C).

#### Item 1.3

Se fosse usada adenina radioativa, não seria possível distinguir se a molécula estava a ser incorporada no DNA ou no RNA, pois **a adenina entra na constituição de ambas as moléculas**. Isso tornaria os resultados **inconclusivos**, uma vez que a marcação radioativa poderia ocorrer em diferentes processos celulares, para além da replicação do DNA.

Por outro lado, a timidina é um nucleótido exclusivo do DNA. A sua utilização permitiu determinar a fase do ciclo celular em que ocorria a replicação.

**Resposta:** opção (D).

#### Item 1.4

Foram usadas células epiteliais de coelho em diferentes fases do ciclo celular. O facto de serem células em diferentes fases do ciclo celular é uma variável experimental, uma vez que a incorporação de timina vai ser diferente.

Para que os resultados sejam fiáveis, é necessário que as restantes condições experimentais sejam mantidas constantes. **Manter constante a concentração de timidina radioativa e o tempo de exposição** garante que as diferenças observadas na marcação radioativa se devem apenas à fase do ciclo celular e não a variações nas condições experimentais.

**Resposta:** opção (A).



### Item 1.5

**(A)** Na telófase, os cromátídeos-irmãos já foram separados na anáfase e passaram a ser cromossomas individuais em cada polo da célula. A afirmação é verdadeira.

**(B)** Na metáfase, os cromossomas alinham-se na placa equatorial (ou plano equatorial), sendo essa uma característica desta fase. A afirmação é verdadeira.

**(C)** A reorganização do invólucro nuclear ocorre na telófase, mas a cromatina descondensa progressivamente, tornando-se menos compacta. A afirmação é falsa.

**(D)** Na anáfase, os cromátídeos-irmãos já foram separados e cada cromátídeo torna-se um cromossoma individual. Assim, os cromossomas que migram para os polos têm apenas um cromátídeo. A afirmação é falsa.

**(E)** Durante a prófase, os cromossomas começam a condensar-se e, no final desta fase, estão bem individualizados e visíveis ao microscópio. A afirmação é verdadeira.

**(F)** O emparelhamento de cromossomas homólogos ocorre na prófase I da meiose, não na mitose. A afirmação é falsa.

**(G)** Na anáfase, os cromátídeos-irmãos são separados e puxados pelos microtúbulos para os polos da célula. A afirmação é verdadeira.

**(H)** No final da anáfase, cada polo da célula recebe um conjunto idêntico de cromossomas, garantindo que as células-filhas terão o mesmo material genético. A afirmação é verdadeira.

### Item 1.6

Na mitose a célula divide-se, originando duas células-filhas geneticamente idênticas à célula inicial.

Para que o número de cromossomas das células-filhas seja igual ao da célula inicial, as moléculas de DNA têm de ser replicadas antes da divisão celular, o que ocorre durante a fase S da interfase.

No processo de replicação do DNA, aquando da formação das novas cadeias, nucleótidos de timina, que se encontram livres no meio, são incorporados nas moléculas de DNA.

De acordo com os resultados da experiência, a radioatividade concentrou-se no núcleo durante a fase S, demonstrando que, nesta fase, nucleótidos de timina estavam a ser utilizados na síntese das novas cadeias de DNA.



## O QUE APRENDI?

Já és capaz de...

- explicar o ciclo celular?
- descrever a sequência de acontecimentos que caracterizam a mitose e a citocinese em células animais e vegetais?
- 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 etapas propostas neste guião? Ainda tens dúvidas?

### Sugestões:

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

**Resolve**, no caderno, os exercícios do manual.

**Vê** ou **revê** as vídeoaulas n.ºs 6, 7 e 8 (até ao minuto 12:05).



## COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

**Constrói** um modelo da mitose, que te permita reconstituir as várias fases. Se possível, reutiliza materiais.

Podes basear-te no modelo construído pela Professora Isabel dos Anjos, na vídeoaula n.º 7, a partir do minuto 19:28.

[Divisão celular: mitose | Estudo Autónomo](#)



Figura 4 – Imagens do modelo da mitose usado na vídeoaula n.º 7



## COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

**Aplica** o que aprendeste sobre a mitose no *escape room* “Laboratório de mitose”.

[A mitose | Estudo Autónomo](#)



**Observa** a divisão celular em células epiteliais de rim de porco. Foram usadas proteínas fluorescentes como marcadores para visualizar os microtúbulos a verde e o DNA a vermelho.

[Mitosis in Pig Kidney Epithelial Cells | Nikon's MicroscopyU](#)



Neste vídeo é apresentada uma visualização que consiste numa reconstrução multiescala da organização e das características estruturais do DNA dentro de um cromossoma de uma célula durante a mitose.

[Casa das Ciências - Mitose, cromossomas e cinetocoros](#)

