

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 4

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 modelo de replicação do DNA

Depois da descoberta da estrutura do DNA, pretendia-se saber de que forma o DNA fazia cópias de si mesmo.

Foram propostos três modelos. Dois investigadores desenvolveram um procedimento experimental com o objetivo de testar esses modelos.

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 4: Como se replica o DNA?

Objetivos:

- Conhecer os modelos propostos para a replicação do DNA.
- Interpretar os resultados da experiência de Meselson e Stahl.
- Compreender o modelo de replicação semiconservativa.

Modalidade de trabalho: individual ou em pequeno grupo.

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

TAREFA 1**Etapa 1****Quais os modelos propostos para a replicação do DNA?**

Sempre que uma célula se divide, tem de duplicar o seu DNA para que as células-filhas recebam a informação genética da célula-mãe. O processo, através do qual o DNA se duplica, denomina-se **replicação**.

Quando Watson e Crick descobriram a estrutura da dupla hélice, sugeriram também um mecanismo para a replicação do DNA, em que cada cadeia de DNA serviria de molde a uma cadeia nova - **modelo semiconservativo**.

Outros investigadores propuseram modelos alternativos, o **modelo conservativo** e o **modelo dispersivo**.

Consulta no manual uma figura que ilustre estes três modelos.

Observa-a atentamente.

Repara que foi usada uma cor para representar o DNA parental, e duas cores para representar as moléculas-filhas.

Copia a figura para o caderno, **identificando** cada modelo.

- **Quais são as diferenças entre os três modelos, no que se refere à forma como o DNA parental serviu de molde para as moléculas-filhas?**

Responde no caderno a esta questão.

Compara a tua resposta com a dos teus colegas.



Etapa 2

Como é que os investigadores testaram os modelos propostos para a replicação do DNA?

Em 1958, os investigadores Meselson e Stahl desenvolveram um procedimento experimental cujos resultados permitiram validar um dos modelos propostos e rejeitar os restantes.

Consulta no manual a **experiência de Meselson e Stahl**.

Observa atentamente o procedimento desta experiência.

Repara que os investigadores cultivaram várias gerações de bactérias (*E. coli*):

- numa primeira etapa, num meio com o isótopo pesado, ^{15}N ;
- numa segunda etapa, num meio com o isótopo leve ^{14}N .

Após cada geração, extraiu-se e centrifugou-se o DNA.

A centrifugação é uma técnica que permite separar componentes de uma mistura com base na sua densidade e peso molecular, utilizando a força centrífuga.

- **Qual dos componentes do DNA possui nitrogénio?**

Recorda que o nitrogénio (N) entra na constituição das bases nitrogenadas (adenina, citosina, guanina e timina).

Etapa 3

Quais foram os resultados obtidos por Meselson e Stahl?

Representa no caderno os resultados obtidos para os tubos de ensaio das gerações parental (G0), 1 e 2.

Responde no caderno às seguintes questões:

- **Como se distribuem as moléculas de DNA nos tubos de ensaio das gerações 0, 1 e 2?**
- **Qual é a relação entre a distribuição das moléculas de DNA e a sua densidade?**
- **Qual é a relação entre a composição das moléculas de DNA, no que se refere ao isótopo de nitrogénio que as constituem, e a sua densidade?**

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



Verificaste que:

- O DNA distribui-se nos tubos de acordo com a sua **densidade**, a qual está relacionada com a sua composição isotópica, especificamente com a presença de isótopos pesados (^{15}N) ou leves (^{14}N).
- O DNA da **geração parental** (G0) é o **mais denso**, uma vez que foi extraído de bactérias cultivadas, durante várias gerações, num meio com o isótopo pesado ^{15}N .
- Bactérias da geração parental reproduziram-se num meio com o isótopo leve ^{14}N , originando uma primeira geração (G1) cujo DNA apresenta **densidade intermédia**.
- O DNA das bactérias da segunda geração (G2) distribui-se em duas bandas: uma com **densidade intermédia** e outra com **menor densidade**.

Etapa 4

Os resultados obtidos por Meselson e Stahl apoiam qual dos modelos?

Para **responderes** a esta questão faz uma **previsão** dos resultados esperados para cada um dos modelos:

- **Representa**, no caderno, os tubos com as bandas de DNA esperadas nas gerações 1 e 2, para os modelos conservativo, semiconservativo e dispersivo.
- **Baseia-te** na figura do manual que ilustra estes modelos e na composição das moléculas de DNA em cada geração.
- **Compara** a tua previsão com os resultados obtidos por Meselson e Stahl.

Responde no caderno às seguintes questões.

- **Os resultados da G1 permitem excluir um dos modelos. Qual deles?**
- **Os resultados da G2 apoiam um dos modelos e excluem outro. Qual é o modelo apoiado e qual é o excluído?**
- **Com base no modelo apoiado pelos resultados, como se explica a distribuição das bandas de DNA nos tubos das gerações 1 e 2?**

Compara e discute as tuas respostas com as dos teus colegas e com a informação do manual.



TAREFA 2

Autoavalia a tua aprendizagem.

Item 1

A hipótese da replicação semiconservativa da molécula de DNA foi proposta por James Watson e Francis Crick, após a publicação do artigo em que expuseram a respetiva estrutura. Esta hipótese foi testada por Meselson e Stahl, em 1957.

Meselson e Stahl cultivaram células de *E. coli*, durante várias gerações, num meio cuja fonte de nitrogénio continha o isótopo pesado, ^{15}N , em substituição do isótopo mais abundante, leve, de número de massa 14. É possível separar, por centrifugação, uma mistura de DNA pesado (com ^{15}N) e de DNA leve (com ^{14}N). Ambos os isótopos são estáveis.

As células de *E. coli* que se desenvolveram no meio com nitrogénio pesado, e que se encontravam todas no mesmo estágio do ciclo celular, foram então transferidas para um meio onde a única fonte de nitrogénio continha o isótopo leve. Aí se desenvolveram, até que a população duplicou. O DNA isolado, obtido a partir desta primeira geração de bactérias, foi submetido a uma técnica de centrifugação.

Numa segunda etapa da experiência, permitiu-se que as bactérias da primeira geração, cultivadas no meio com nitrogénio leve, crescessem neste mesmo meio até que a população duplicasse novamente. Isolou-se o DNA desta segunda geração de bactérias e procedeu-se novamente a centrifugação. Os resultados obtidos na segunda etapa da experiência descrita foram apresentados sob a forma de gráfico.

Adaptado de: Exame de Biologia e Geologia, 2007, 1.ª fase, Grupo II, IAVE.

Item 1.1.

Seleciona a alternativa que formula corretamente o problema que esteve na base deste procedimento experimental.

- (A) *E. coli* reproduz-se em meios não radioativos?
- (B) Como se replica, em *E. coli*, a molécula de DNA?
- (C) *E. coli* só sobrevive em meios com nitrogénio leve?
- (D) As características do meio afetam o tempo de geração de *E. coli*?

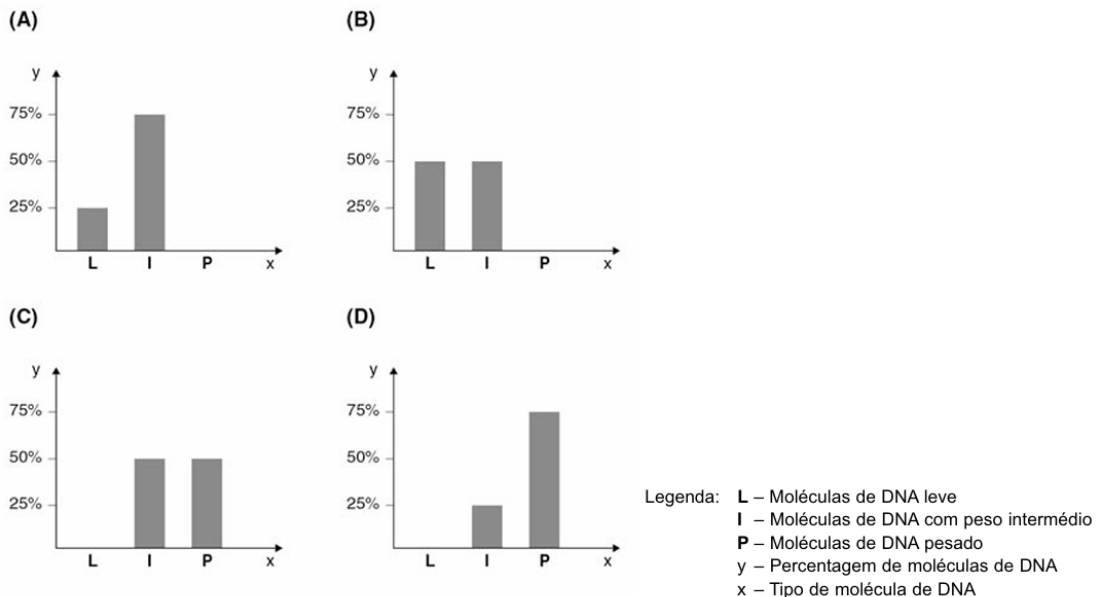
Adaptado de: Exame de Biologia e Geologia, 2007, 1.ª fase, Grupo II, Item 1, IAVE.



Item 1.2.

Seleciona a alternativa que completa corretamente a afirmação seguinte.

Os resultados da segunda etapa da experiência descrita encontram-se representados no gráfico



Adaptado de: Exame de Biologia e Geologia, 2007, 1.ª fase, Grupo II, Item 2, IAVE.

Item 1.3.

Seleciona a alternativa que completa corretamente a afirmação seguinte.

Pode ser utilizado, como argumento a favor do modelo de estrutura da molécula de DNA, o facto de esta molécula

- (A) ser um polímero de nucleótidos.
- (B) apresentar a relação $(A + T) / (C + G) \approx 1$.
- (C) intervir na síntese de proteínas.
- (D) apresentar a relação $(A + C) / (T + G) \approx 1$.

Nota: A = nucleótido de Adenina; C = nucleótido de Citosina; G = nucleótido de Guanina; T = nucleótido de Timina.

Adaptado de: Exame de Biologia e Geologia, 2007, 1.ª fase, Grupo II, Item 3, IAVE.

Item 1.4.

Explica de que modo o cultivo de células de *E. coli* num meio com nitrogénio pesado, durante várias gerações, contribuiu para que os resultados das experiências de Meselson e Stahl fossem fiáveis.

Adaptado de: Exame de Biologia e Geologia, 2007, 1.ª fase, Grupo II, Item 7, IAVE.



Item 1.5.

Selecione a alternativa que completa corretamente a afirmação seguinte.

Bactérias cultivadas durante várias gerações num meio de cultura contendo o isótopo do nitrogénio ^{15}N foram transferidas para um meio contendo o isótopo ^{14}N . Ao fim de três gerações neste meio, o DNA bacteriano será constituído por

- (A) 25% de moléculas híbridas ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$).
- (B) 50% de moléculas que apenas contêm o isótopo ^{14}N .
- (C) 100% de moléculas que apenas contêm o isótopo ^{14}N .
- (D) 75% de moléculas de DNA híbridas ($^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$).

Adaptado de: Exame de Biologia e Geologia, 2016, 2.ª fase, Grupo IV, item 6, IAVE.

Item 1.6.

Selecione a alternativa que completa corretamente a afirmação seguinte.

No modelo semiconservativo de replicação do DNA cada molécula-filha é constituída por

- (A) duas cadeias novas.
- (B) duas cadeias antigas.
- (C) uma cadeia antiga e uma cadeia nova.
- (D) fragmentos alternados de cadeias antigas e cadeias novas.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2

Item 1.1.

O objetivo do **procedimento experimental de Meselson e Stahl** era determinar qual o modelo de replicação do DNA (semiconservativo, conservativo ou dispersivo) utilizando a bactéria *E. coli* como modelo experimental.

Resposta: opção (B).

Item 1.2.

Como podes observar na Figura 1, após a segunda etapa do procedimento experimental (geração 2), metade das moléculas de DNA serão totalmente constituídas por nucleótidos com ^{14}N , ou seja DNA leve; a outra metade das moléculas tem um peso intermédio, uma vez que são constituídas por uma cadeia com ^{15}N e outra cadeia com ^{14}N .

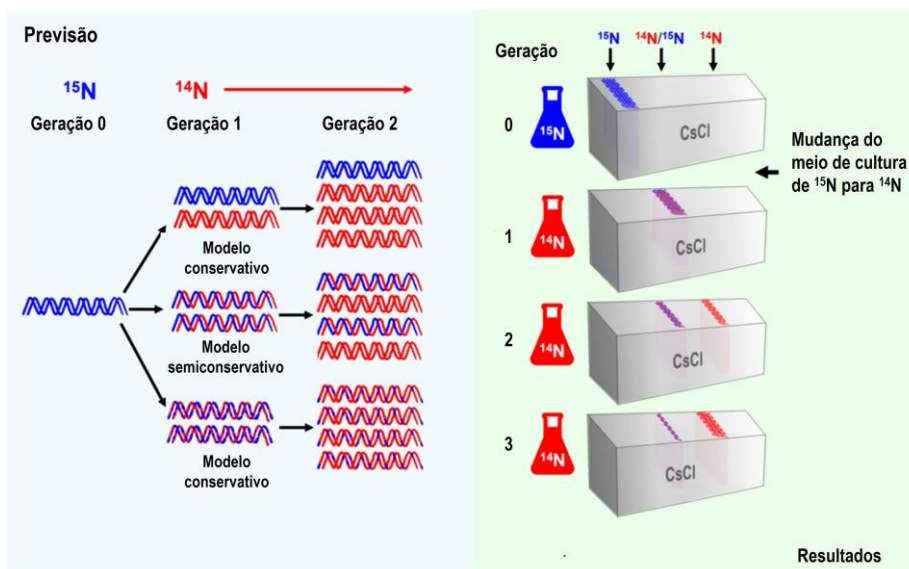


Figura 1 – Previsão da constituição em ^{15}N e ^{14}N das moléculas de DNA nos modelos propostos para a replicação do DNA e resultados da experiência de Meselson e Stahl. (Adaptado de: Eunice Laurent/Wikimedia.org)

Resposta: opção (B).

Item 1.3.

A molécula de DNA apresenta um diâmetro constante, porque a uma base de anel simples (pirimidina) liga-se sempre uma base de anel duplo (purina), mais especificamente, a adenina (A) liga-se sempre à timina (T) e a guanina (G) à citosina (C).

Verifica-se assim que existe um equilíbrio entre as bases pirimídicas (T e C) e púricas (A e G), ou seja, $T + C = A + G$. Sendo $A=T$ e $C=G$, então $A + C = T + G$, pelo que $(A + C)/(T + G) \approx 1$.

Resposta: opção (D).



Item 1.4.

Na replicação semiconservativa do DNA, necessária à divisão celular, são sintetizadas as novas cadeias polinucleotídicas a partir de nucleótidos presentes no meio.

O cultivo de *E. coli* durante várias gerações, num meio com nitrogénio pesado (^{15}N), assegurou que, ao fim de um certo tempo, a população de bactérias apresentasse cerca de 100% do DNA com nitrogénio pesado.

A uniformização do DNA das bactérias da geração inicial permitiu eliminar uma das variáveis que poderiam afetar o resultado das experiências, contribuindo para a fiabilidade dos resultados.

Item 1.5.

Como podes observar no esquema da Figura 2, ao fim de três gerações de bactérias no meio de cultura com ^{14}N , verifica-se que por cada três moléculas (75%) de DNA, cujos nucleótidos apenas têm ^{14}N , existe uma molécula híbrida (25%), constituída por uma cadeia parental (da G0) que tem apenas ^{15}N , e uma nova cadeia que incorporou ^{14}N .

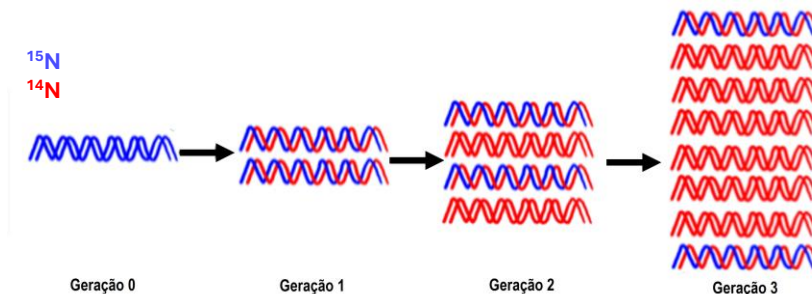


Figura 2 – Esquema que ilustra a replicação semiconservativa do DNA ao longo de três gerações.

Resposta: opção (A).

Item 1.6.

No modelo semiconservativo de replicação do DNA, cada cadeia de DNA parental serve de molde à síntese de uma nova cadeia. Desta forma, cada molécula-filha é constituída por uma cadeia antiga (parental) e por uma cadeia nova.

Resposta: opção (C).



O QUE APRENDI?

Já és capaz de...

- conhecer os modelos propostos para a replicação do DNA?
- interpretar os resultados da experiência de Meselson e Stahl?
- compreender o modelo de replicação semiconservativa?
- 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.

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



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Explora uma animação sobre a experiência de Meselson e Stahl (em inglês).

[DNA replication : DNA from the Beginning](#)

