

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 6

BIOLOGIA E GEOLOGIA

11.º ANO

Tema 1: Crescimento, renovação e diferenciação celular

Subtema 2: Expressão da informação genética



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

A transcrição

O DNA contém as instruções necessárias para a produção das proteínas, as quais desempenham uma grande diversidade de funções vitais no organismo.

O DNA está guardado no “cofre-forte” da célula eucariótica, o núcleo, enquanto a produção de proteínas ocorre no citoplasma.

Como é que a mensagem contida nos genes chega ao citoplasma?

Vem descobrir!



O QUE VOU APRENDER?

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

Relacionar a expressão da informação genética com as características das proteínas e o metabolismo das células.

Interpretar situações relacionadas com mutações génicas, com base em conhecimentos de expressão genética.



COMO VOU APRENDER?

GTA 6: Como se forma o RNA mensageiro?

GTA 7: Como é que as células traduzem o código genético em proteínas?

GTA 8: Quais as consequências das mutações génicas?

GTA 9: Aplica e pratica

Tema 1: Crescimento, renovação e diferenciação celular

Subtema 2: Expressão da informação genética



GTA 6: Como se forma o RNA mensageiro?

Objetivos:

- Explicar o mecanismo de transcrição.
- Descrever o processamento do pré-mRNA.

Modalidade de trabalho: individual ou em pequeno grupo.

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

TAREFA 1**Etapa 1**

Sabias que o prémio Nobel da Medicina de 2023 foi atribuído a dois investigadores cujas descobertas permitiram o desenvolvimento de **vacinas de RNA mensageiro** eficazes contra a Covid-19?

As moléculas de RNA mensageiro da vacina contêm informação genética do vírus. Esta informação é descodificada nas nossas células, levando à produção de uma proteína do vírus que vai desencadear uma resposta do nosso sistema imunitário.

Lê a notícia e **vê** o vídeo que a acompanha para saberes mais.

[Nobel da Medicina 2023: dois cientistas galardoados pela tecnologia que levou à vacina contra a Covid-19](#)



- **O que é o RNA mensageiro e qual o seu papel na expressão da informação genética?**

Etapa 2

Já sabes que o DNA contém a informação genética e está guardado no “cofre-forte” da célula eucariótica, o núcleo.

As unidades básicas de informação genética são os **genes**. Estes contêm as instruções necessárias para a produção das proteínas, as quais desempenham uma grande diversidade de funções vitais no organismo.

A produção de proteínas ocorre no citoplasma.

- **Como é que a informação dos genes chega ao citoplasma?**



Observa o esquema da Figura 1 que mostra as principais etapas da síntese proteica, numa célula eucariótica.

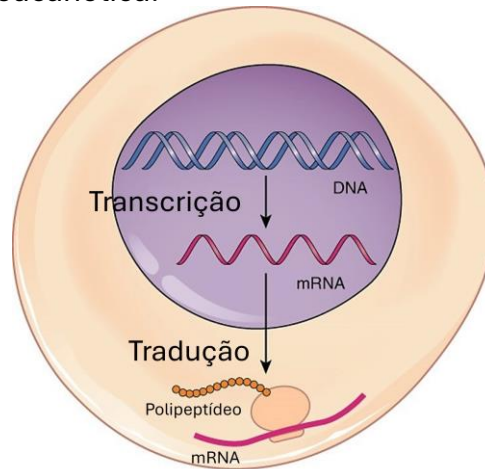


Figura 1 – Etapas da síntese proteica numa célula eucariótica: transcrição e tradução (Adaptado de: Openstax / Wikimedia.org)

A primeira etapa é a **transcrição**, ocorre no núcleo, e consiste na síntese de uma molécula de RNA mensageiro (mRNA) a partir da informação genética contida no DNA.

- **Como ocorre a síntese de mRNA a partir do DNA?**

Visualiza o vídeo até ao instante 1:36 e fica atento ao processo de transcrição.

[Do DNA à proteína](#)



Consulta, no manual, a informação relativa à transcrição, e **responde**, no caderno, às seguintes questões:

- **Qual é a enzima que separa as duas cadeias de DNA e catalisa a síntese do mRNA?**
- **O que determina a sequência pela qual os nucleótidos são adicionados?**
- **Em que sentido ocorre o crescimento da cadeia de mRNA?**
- **Em que sentido é lida a cadeia molde de DNA?**
- **O que determina a iniciação e a finalização da transcrição?**
- **Qual é a regra de complementaridade entre as bases do DNA e do mRNA?**
- **Que ligações são quebradas para permitir a separação das duas cadeias de DNA?**
- **Como se designam as ligações que se estabelecem entre os ribonucleótidos?**
- **A sequência de nucleótidos de uma cadeia molde do DNA é: 3'TACGGTCAG5'. Qual será a sequência do mRNA transcrito a partir desta sequência?**

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

Se necessário, **completa-as**.



Etapa 3

Acede à atividade interativa sobre a transcrição que encontras na hiperligação seguinte.

[Lab Interactive: Modeling Transcription](#)



Para iniciares a transcrição, tens de separar as cadeias de DNA. Para isso, clica no botão “Prepare for transcription” (Preparar para a transcrição). De seguida, clica no botão que representa o nucleótido de RNA complementar correto e continua até transcreveres toda a cadeia de DNA.

Recorda que o **RNA tem uracilo (U) em vez de timina (T)**.

Compara a cadeia de mRNA que construístes com cada uma das cadeias de DNA.

- **Com qual das cadeias de DNA o mRNA é mais semelhante? Por que razão?**

Etapa 4

Nos **procariontes**, após a transcrição, o **mRNA é usado diretamente** na produção de um polipeptídeo, etapa seguinte da síntese proteica.

- **E nos eucariontes?**

Nos **eucariontes** a molécula de mRNA irá sofrer modificações antes de migrar para o citoplasma onde ocorre a síntese proteica.

Ao conjunto destas modificações dá-se o nome de **processamento** (ou maturação).

- **Que modificações ocorrem durante o processamento do mRNA?**

Consulta, no manual, a informação sobre o processamento do mRNA e **responde**, no caderno, às seguintes questões:

- **Como se designa a molécula de mRNA antes de sofrer processamento?**
- **Como se designam as sequências nucleotídicas codificantes?**
- **Como se designam as sequências nucleotídicas não codificantes?**
- **Quais são as sequências que são removidas durante o processamento?**
- **O que sucede ao mRNA após o processamento?**

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

Se necessário, **completa-as**.



Etapa 5

O **genoma humano** contém cerca de **20 000 genes codificadores de proteínas**.

É um número impressionante!

Agora, pensa na complexidade do nosso organismo, em termos de estrutura, de funcionamento e de mudanças ao longo da vida.

- **Parece-te que este número de genes é suficiente para originar uma complexidade tão grande?**

Não é suficiente! A complexidade de uma espécie como a nossa depende da produção de centenas de milhares de proteínas.

- **Como se explica que as nossas células produzam um número de proteínas muito vezes superior ao número de genes codificadores?**

Um dos mecanismos que explica esta diferença relaciona-se com o processamento do pré-mRNA que estudaste na etapa 4.

Vais descobri-lo através de uma **analogia**.

Imagina que o conjunto de letras seguinte é um pré-mRNA (o RNA mensageiro resultante da transcrição) que contém a informação para fazeres o teu almoço.

**RUGKNEOFMEXELOXCPTIDOISNDAVXLBOVOSTGHCIP
VUZNONFZJUNTAFAVSEMTGRPIMENTOJHSURAQMCEB
OLADZGTMWGXTCTOMATEBUBLKGDQUEIJOCFTNUCH
ESPINAFRESDDJHYTHILPTRERVASFGBNLSFQAL**

- **Consegues encontrar a informação?**

Não é fácil porque neste “pré-mRNA” as sequências de letras que contêm a receita para o teu almoço estão intercaladas com sequências que não têm informação útil para esse fim.

- **E se as sequências de letras que têm as instruções para fazeres o teu almoço fossem representadas com uma cor diferente?**

**RUGKNEOFMEXELOXCPTIDOISNDAVXLBOVOSTGHCIP
VUZNONFZJUNTAFAVSEMTGRPIMENTOJHSURAQMCEB
OLADZGTMWGXTCTOMATEBUBLKGDQUEIJOCFTNUCH
ESPINAFRESDDJHYTHILPTRERVASFGBNLSFQAL**



- Nesta analogia, o que representam as sequências de letras com cor azul?
- E o que representam as sequências de letras com cor preta?

Nesta analogia, as sequências de letras com cor azul representam os intrões, enquanto as sequências de letras com cor preta representam os exões, aqueles que contêm a informação para fazeres o teu almoço.

Já sabes que nas células eucarióticas, o pré-mRNA sofre um processamento, que envolve a remoção dos intrões (sequências não codificantes), e a ligação dos exões (sequências codificantes).

- O que obténs após o processamento do teu “pré-mRNA”?

**MEXEDOISOVOSJUNTAPIMENTOCEBO
LATOMATEQUEIJOESPINAFRESERVAS**

Este “mRNA” contém todas sequências de letras com informação para fazeres o teu almoço que estavam originalmente no “pré-mRNA”, ou seja todos os “exões”.

- E se forem retiradas uma ou mais sequências?

Experimenta retirar algumas das sequências (palavras) de modo a obteres receitas diferentes (não podes alterar a ordem pela qual as palavras surgem).

Podes obter, por exemplo:

**MEXEDOISOVOSJUNTACEBOLATO
MATEQUEIJOESPINAFRESERVAS**

**MEXEDOISOVOSJUNTAPIMENT
OTOMATEQUEIJOESPINAFRES**

**MEXEDOISOVOSJUNTAPIME
NTOCEBOLATOMATEERVAS**

Como pudeste verificar, é possível obteres várias receitas ligeiramente diferentes a partir da mesma sequência original.



O mesmo sucede com o processamento do pré-mRNA. Um pré-mRNA pode originar várias moléculas de mRNA que apresentam diferentes combinações de exões e, conseqüentemente, gerar proteínas diferentes.

Este mecanismo designa-se por **processamento alternativo** e permite que as células produzam várias proteínas a partir do mesmo gene.

A Figura 2 ilustra, de forma simplificada, o processamento alternativo. **Observa-a** atentamente e **verifica** se compreendeste este mecanismo.

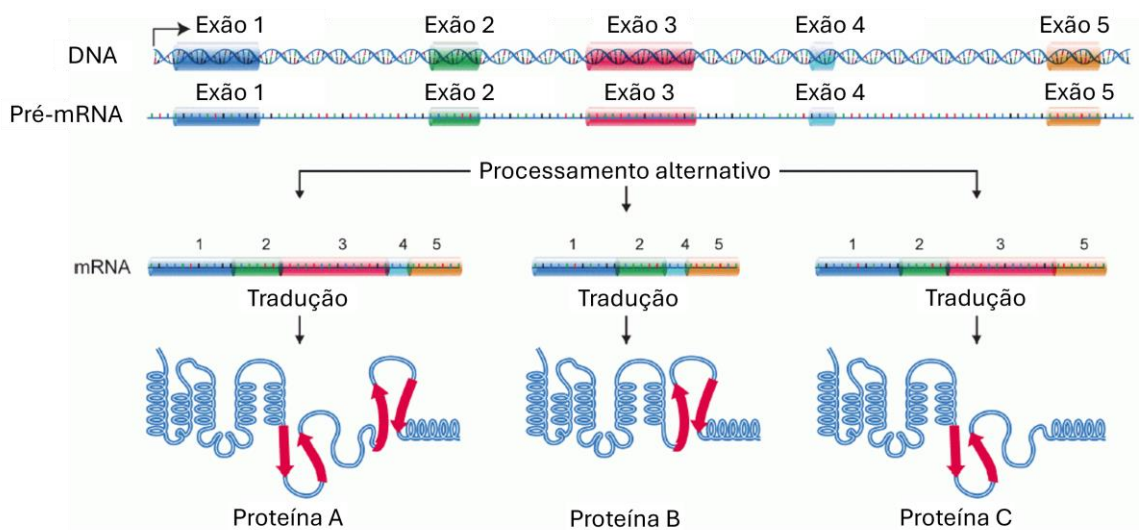


Figura 2 – Processamento alternativo do pré-mRNA
(Adaptado de: National Human Genome Research Institute/Wikimedia.org)

Neste exemplo, o mesmo gene origina três proteínas diferentes.

Repara que os intrões são removidos, mas a ordem pela qual surgem os exões mantém-se.

Assiste à vídeoaula, para consolidares o que aprendeste.

[Síntese Proteica: Transcrição e maturação do RNAm | Estudo Autónomo](#)





TAREFA 2

Autoavalia a tua aprendizagem.

Item 1

A Figura 3 representa as várias etapas da síntese proteica numa célula eucariótica. **Observa-a** atentamente.

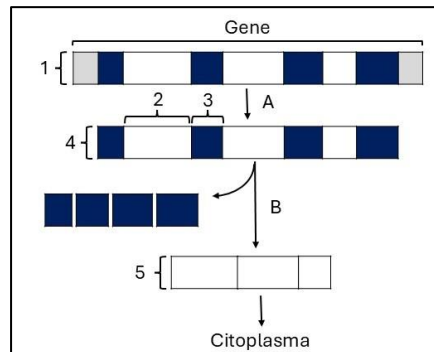


Figura 3 - Etapas da síntese proteica

Item 1.1.

Identifica as etapas A e B.

Item 1.2.

Seleciona a opção que legenda corretamente os algarismos 1 a 5 da Figura.

- (A) 1 – DNA; 2 – exão; 3 – intrão; 4 – pré-mRNA; 5 – mRNA.
- (B) 1 – DNA; 2 – intrão; 3 – exão; 4 – mRNA; 5 – pré-mRNA.
- (C) 1 – RNA; 2 – exão; 3 – intrão; 4 – mRNA; 5 – pré-mRNA.
- (D) 1 – RNA; 2 – intrão; 3 – exão; 4 – pré-mRNA; 5 – mRNA.

Item 2

A sequência de nucleótidos representa parte de uma molécula de mRNA.

5' GCU AUA CGU GGA UCC UUA 3'

Determina a sequência complementar da cadeia molde do DNA a partir da qual o mRNA foi transcrito.

Item 3

Ordena as letras de **A** a **E**, de modo a reconstituíres a sequência de acontecimentos que ocorrem durante a transcrição e processamento.

- A. O mRNA maduro é exportado do núcleo para o citoplasma.
- B. A RNA polimerase sintetiza o pré-mRNA no sentido 5'-3'.
- C. As duas cadeias de DNA separam-se, expondo a cadeia molde.
- D. Os intrões do pré-mRNA são removidos e os exões são unidos.
- E. A RNA polimerase liga-se ao promotor do gene.



Item 4

Nos eucariontes, entre a transcrição e a tradução, ocorre uma etapa importante, o processamento do RNA.

Essa etapa também ocorre nos procariontes?

Selecione a opção que contém a resposta e a justificação corretas.

(A) Não, porque nos procariontes não existe mRNA.

(B) Não, porque nos procariontes a molécula de RNA transcrita é a molécula de RNA que é traduzida.

(C) Sim, mas nos procariontes a RNA polimerase é substituída por DNA polimerase.

(D) Sim, mas nos procariontes não ocorre transcrição.

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2015, 1.ª eliminatória, Item 18, Ordem dos Biólogos.

Item 5

Selecione a opção correta.

Qual das seguintes enzimas é fundamental no processo de transcrição?

(A) DNA polimerase

(B) DNA ligase

(C) Nuclease

(D) RNA polimerase

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2017, 2.ª eliminatória, Item 34, Ordem dos Biólogos.

Item 6

O gene da proteína albumina do sangue humano ocupa uma região de cerca de 16 961 nucleótidos de comprimento, no cromossoma 4. Contudo, o mRNA para esta proteína tem apenas cerca de 2 100 bases de comprimento.

Selecione a opção correta.

Qual das seguintes opções permite explicar esta situação?

(A) O gene é formado apenas por exões que podem ou não ser transcritos em mRNA.

(B) O gene é composto por uma mistura de intrões e exões, constituindo os exões um total de 17 591 nucleótidos.

(C) O gene possui um ou mais intrões que são transcritos, mas removidos durante o processamento do pré-mRNA.

(D) O gene é demasiado grande para que a polimerase de RNA consiga realizar a transcrição de uma só vez.

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2016, 1.ª eliminatória, Item 33, Ordem dos Biólogos.

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



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2

Item 1.1.

A etapa A representa a **transcrição** – síntese de uma molécula de RNA mensageiro a partir de um gene.

A etapa B representa o **processamento do pré-mRNA** que envolve a remoção das sequências não codificantes, os intrões, e união das sequências codificantes, os exões.

Item 1.2.

O algarismo 1 corresponde à molécula constituída pelos genes, ou seja, o **DNA**. O gene é transcrito (A) para uma molécula de **pré-mRNA mensageiro**, identificada pelo algarismo 4. Esta molécula sofre processamento (B), sendo removidos os **intrões** – algarismo 3, e mantidos os **exões** – algarismo 2. Após o processamento, a molécula designa-se por **mRNA** (ou mRNA maduro) – algarismo 5.

Item 2

Na síntese do mRNA, os ribonucleótidos são adicionados de acordo com a complementaridade entre as bases: C-G e A-U. Uma vez que o RNA possui uracilo (U) em vez de timina (T), será o **uracilo a base complementar da adenina (A)** da cadeia molde de DNA.

A cadeia de mRNA mensageiro é **antiparalela** da cadeia molde de DNA, ou seja, a cadeia molde de DNA é lida no sentido 3'-5' e o mRNA é sintetizado no sentido 5'-3'.

Deste modo, a sequência da cadeia molde do DNA, a partir da qual foi transcrito o RNA mensageiro, é: **3' CGA TAT GCA CCT AGG AAT 5'**.

Item 3

A transcrição inicia-se pela ligação da RNA polimerase ao promotor, uma região específica do DNA que marca o início do gene.

Após a ligação ao promotor, a RNA polimerase promove a separação das duas cadeias de DNA, expondo a cadeia molde (aquela que será lida para sintetizar o RNA).

A RNA polimerase avança ao longo da cadeia molde (lida no sentido 3'-5'), sintetizando o pré-mRNA de forma complementar, no sentido 5'-3'.

Após a transcrição, o pré-mRNA sofre processamento. Os intrões (sequências não codificantes) são removidos e os exões (sequências codificantes) são unidos, originando o mRNA maduro.

O mRNA maduro, já processado, é transportado do núcleo para o citoplasma, onde ocorre a tradução.

Resposta: E, C, B, D, A.



Item 4

A transcrição do DNA pela RNA polimerase ocorre tanto nos procariontes como nos eucariontes.

No entanto, nos procariontes RNA transcrito (mRNA) **não sofre processamento**, sendo imediatamente funcional para a tradução e síntese de proteínas.

Resposta: opção (B).

Item 5

A DNA polimerase é responsável pela síntese de novas cadeias de DNA na replicação, não estando envolvida na transcrição.

A DNA ligase é responsável por unir fragmentos de DNA, principalmente durante a replicação, não participando na transcrição.

As nucleases são enzimas que degradam ácidos nucleicos, não intervindo na transcrição.

A RNA polimerase é essencial para a transcrição, pois sintetiza o RNA a partir do DNA.

Resposta: opção (D).

Item 6

O gene contém intrões e exões. Todos os exões são transcritos, mas os intrões são removidos no processamento.

Se o gene contém intrões e exões e é constituído por 16 961 nucleótidos, o conjunto dos exões não pode ter um número superior de nucleótidos.

Os intrões são transcritos, mas removidos durante o processamento do pré-mRNA, o que reduz o comprimento do mRNA maduro.

O tamanho do gene não impede a transcrição pela RNA polimerase.

Resposta: opção (C).



O QUE APRENDI?

Já és capaz de...

- explicar o mecanismo de transcrição?
- descrever o processamento do pré-mRNA?
- 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.

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



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Visualiza a animação que mostra a etapa de transcrição em tempo real com a representação tridimensional das moléculas envolvidas. Podes adicionar legendas automáticas em português.

[DNA Transcription \(Basic Detail\)](#)



A animação mostra a etapa de processamento em tempo real com a representação tridimensional das moléculas envolvidas. Podes adicionar legendas automáticas em português.

[RNA Splicing](#)



Explora o recurso para descobrires o que é o ADN (ou DNA) ambiental e conhecer algumas das suas aplicações no estudo dos ecossistemas e na conservação da biodiversidade.

[Pistas “invisíveis”: o ADN ambiental | Estudo Autónomo](#)

