

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 7

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...?

O código genético e a tradução

Depois da descoberta da estrutura do DNA, os cientistas pretendiam saber como é que esta molécula codificava a síntese de proteínas.

Para isso, era preciso decifrar o código genético e compreender como é que uma “língua” de nucleótidos era traduzida numa “língua” de aminoácidos.

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?

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 7: Como as células traduzem o código genético?

Objetivos:

- Reconhecer as características do código genético.
- Compreender de que forma o código genético é lido e traduzido.
- Explicar o mecanismo de tradução.
- Realizar trabalhos práticos que envolvam leitura do código genético.

Modalidade de trabalho: individual ou em pequeno grupo.

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

TAREFA 1

Etapa 1: Decifrar o código

No início do GTA 6, tiveste oportunidade de perceber que a vacina de mRNA para a Covid-19 utiliza uma tecnologia inovadora para ensinar o nosso sistema imunitário a reconhecer e a combater o vírus SARS-CoV-2. A Figura 1 ilustra este processo.

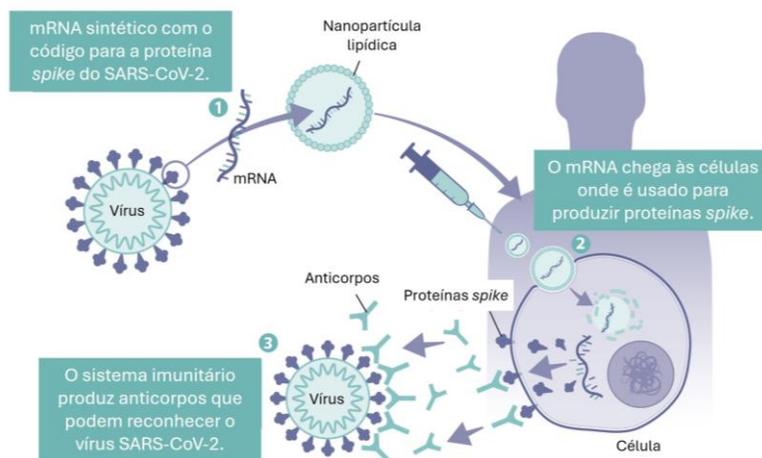


Figura 1 – Desenvolvimento e modo de ação da vacina de mRNA para a Covid-19
(Adaptado de: [How were mRNA vaccines developed for COVID-19? – Science Feedback](#))

O conhecimento do **código genético** foi fundamental para:

- Identificar o gene-alvo viral (que codifica a proteína *spike*).
- Produzir mRNA sintético funcional, capaz de ser traduzido pelas células humanas.
- Ajustar o mRNA para otimizar a sua tradução e a resposta imunitária.



- **Em que consiste o código genético?**

Depois da descoberta da estrutura do DNA, os cientistas pretendiam saber como é que esta molécula codificava a síntese de proteínas.

Sabiam que o código genético usava um alfabeto de 4 “letras” (as 4 bases nitrogenadas: adenina (A), citosina (C), guanina (G), e timina (T) no DNA, ou uracilo (U) no RNA) e que as proteínas, longas cadeias polipeptídeas, eram constituídas por 20 aminoácidos diferentes.

- **Então, quantas “letras” têm as “palavras” desse código? Ou seja, quantos nucleótidos são necessários para codificar um aminoácido?**

Responde a esta questão, sabendo que **4 bases codificam 20 aminoácidos**.

Compara a tua resposta com a dos teus colegas e com a informação que encontras no manual.

Verificaste que:

A codificação baseada numa base ($4^1 = 4$ combinações) ou em 2 bases ($4^2 = 16$ combinações) seria **insuficiente** para os 20 aminoácidos existentes.

A codificação baseada em **3 bases** ($4^3 = 64$ combinações) permite um número de combinações **suficiente** para os 20 aminoácidos existentes.

- ✓ A uma sequência de três nucleótidos do mRNA chamou-se um **codão**.
- ✓ Ao codão corresponde uma sequência de três nucleótidos no DNA, designado por **triplete**.

Por exemplo:

Triplete (DNA) ACG

Codão (mRNA) UGC

Para decifrar as 64 combinações, várias equipas de investigadores realizaram uma série de experiências, nas quais testaram diferentes moléculas sintéticas de mRNA, num meio com os reagentes necessários à síntese de polipeptídeos.

A análise dos péptidos sintetizados permitiu descobrir a relação entre os codões e os aminoácidos.



Etapa 2: O código genético

Consulta, no manual, a Tabela do código genético.

Observa atentamente como está organizada.

Repara que a Tabela estabelece a **relação** entre **codões do mRNA e aminoácidos**.

Para encontrares um codão, deves procurar a primeira base no lado esquerdo da Tabela, a segunda base no topo e a terceira no lado direito.

Responde, no caderno, às questões seguintes.

- **Quantos codões diferentes codificam os aminoácidos prolina, serina e triptofano?**
- **Existe algum codão que codifique mais do que um aminoácido?**
- **Qual é a função dos codões UAA, UAG e UGA?**
- **Qual é o aminoácido codificado pelo codão GAU?**
- **Qual é o codão de iniciação? Que aminoácido codifica?**
- **Quais são as semelhanças e as diferenças, entre os codões que codificam o aminoácido glicina?**
- **Qual é a cadeia polipeptídica sintetizada a partir do mRNA seguinte:
5' AUG CCG AAA GAG UCU GUC UGA 3'?**

O código genético apresenta várias características:

- **universalidade;**
- **redundância;**
- **não ambiguidade;**
- **codão de iniciação;**
- **codões de finalização.**

Pesquisa no manual os significados destes termos e **copia-os** para o caderno.

Etapa 3: Tradução do código genético

Já sabes que...

- ✓ Os genes contêm a informação genética para a síntese de uma proteína.
- ✓ Numa primeira etapa, esta informação é copiada para uma molécula de mRNA, um processo designado por **transcrição**.

Uma vez que as proteínas são constituídas por aminoácidos, há um etapa em que a mensagem tem de ser traduzida de uma “língua” (nucleótidos) para outra (aminoácidos). Por isso, esta etapa tem a designação de **tradução**.

- **Como ocorre a tradução de codões de mRNA em aminoácidos?**



Visualiza o vídeo que mostra as etapas da síntese proteica.

Na primeira parte do vídeo, podes **recordar** o processo de transcrição. A partir do instante 1:37, fica **atento** à explicação do mecanismo da tradução e **anota** no caderno **os tipos de RNA** mencionados.

[Do DNA à proteína](#)



No vídeo são mencionados três tipos de RNA que participam na tradução: o **RNA mensageiro (mRNA)**, o **RNA de transferência (tRNA)** e o **RNA ribossómico (rRNA)**, que entra na composição dos ribossomas.

Pesquisa, no manual, informação sobre o **tRNA** e sobre os **ribossomas** e **registra**, no caderno, a **função** e a **estrutura** de cada um.

Verificaste que as moléculas de tRNA transportam os aminoácidos até aos ribossomas. De facto, são estas as moléculas que traduzem os codões em aminoácidos.

- **Será que os tRNA que transportam os vários aminoácidos são todos iguais?**

Observa, no manual, uma Figura que ilustre a estrutura de uma molécula de tRNA e procura o local identificado como sendo o **anticodão**.

Regista, no caderno, o significado deste termo.

- **Qual é a importância de o tRNA ter uma sequência de três nucleótidos complementar do codão?**

Imagina a seguinte analogia.

Cada tRNA é como uma caixa dentro da qual está um aminoácido específico. Esta caixa tem um cadeado - o anticodão. Apenas a chave correta - o codão complementar - abre o cadeado e liberta o aminoácido.

A complementaridade entre o anticodão do tRNA e o codão correspondente no mRNA garante que o aminoácido transportado pelo tRNA seja inserido na posição correta da cadeia polipeptídica em formação.

Desta forma, a sequência de aminoácidos do péptido que está a ser sintetizado corresponde à sequência de codões do mRNA.



Acede à animação interativa sobre o processo de tradução.

Antes de iniciares a tradução do mRNA, **prevê** e **anota**, no caderno, quais serão os **anticodões** e os **aminoácidos** que correspondem aos três primeiros codões (AUG CCA GGC).

[Lab Interactive: Modeling Translation](#)



Com base na animação interativa, **responde**, no caderno, às questões:

- **Como é que se forma a cadeia polipeptídica?**
- **Ao último codão (UAG) corresponde algum aminoácido?**
- **O que sucede ao ribossoma no final da tradução?**

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

A tradução é dividida em três etapas: **iniciação, alongamento e finalização**.

Consulta o manual e faz uma **síntese** dos principais acontecimentos e moléculas envolvidas em cada uma destas etapas.

A maior parte das proteínas precisa de sofrer alterações antes de se tornar funcional - **modificações pós-tradução**. Estas são fundamentais para que a proteína adquira sua conformação final, seja transportada para o local correto na célula, ou desempenhe a sua função específica.

Etapa 4: Amplificação da mensagem

A hemoglobina é uma proteína vital, assegurando o transporte de oxigénio entre os pulmões e as células.

A produção de hemoglobina nos seres humanos ocorre principalmente nos glóbulos vermelhos em desenvolvimento na medula óssea.

Considera os seguintes dados:

- Número de glóbulos vermelhos produzidos por segundo: 2 milhões.
- Número de moléculas de hemoglobina por glóbulo vermelho: cerca de 300 milhões.

Calcula o número de glóbulos vermelhos produzidos por dia e o número de moléculas de hemoglobina correspondente.

É um valor impressionante! E é apenas uma das proteínas que produzimos.

- **Como é que as células conseguem garantir uma produção rápida e eficiente das proteínas?**



Por exemplo, ao nível da transcrição. Um gene pode ser transcrito várias vezes, por diferentes moléculas de RNA polimerase atuando em simultâneo, levando à produção de várias moléculas de mRNA.

▪ **E ao nível da tradução?**

Consulta no manual uma imagem que mostre um **polirribossoma**.

Descreve, no caderno, o polirribossoma e de que forma esta estrutura contribui para a amplificação da mensagem, ou seja, para aumentar a quantidade de proteínas sintetizadas num curto espaço de tempo.

TAREFA 2

Autoavalia a tua aprendizagem.

Item 1

Faz corresponder a cada uma das descrições do código genético, expressas na coluna A, a respetiva característica, que consta da coluna B.

Coluna A	Coluna B
<p>(a) Por exemplo, o codão AUG codifica o aminoácido metionina e é um codão de iniciação da síntese de proteínas.</p> <p>(b) Todos os organismos, desde os mais simples aos mais complexos, utilizam este código.</p> <p>(c) Vários codões diferentes podem codificar o mesmo aminoácido.</p> <p>(d) A arginina pode ser codificada pelos codões CGU, CGC, CGA e CGG.</p> <p>(e) A cada codão corresponde um e só um aminoácido.</p>	<p>(1) O código genético é universal.</p> <p>(2) O código genético é redundante.</p> <p>(3) O código genético não é ambíguo.</p> <p>(4) O 3.º nucleótido de cada codão não é tão específico como os 2 primeiros.</p> <p>(5) Há tripletos com funções duplas.</p>

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2013, 1.ª eliminatória, Item 14, Ordem dos Biólogos.

Item 2

Identifica a molécula descrita na afirmação seguinte:

“Apresenta uma região que lhe permite fixar um aminoácido específico, uma sequência de três nucleótidos complementar ao codão do mRNA, locais para ligação ao ribossoma e locais para a ligação às enzimas intervenientes na formação dos péptidos”.



Item 3

Dada a sequência de nucleótidos pertencente a uma das cadeias de DNA: 5' ATGCCCGGTTATTAAGCA 3', **determina:**

- a) o mRNA resultante da transcrição;
- b) a sequência de aminoácidos resultante da tradução.

Item 4

Seleciona a opção que identifica corretamente as letras **a, b, c, d e e**, da Figura 2.

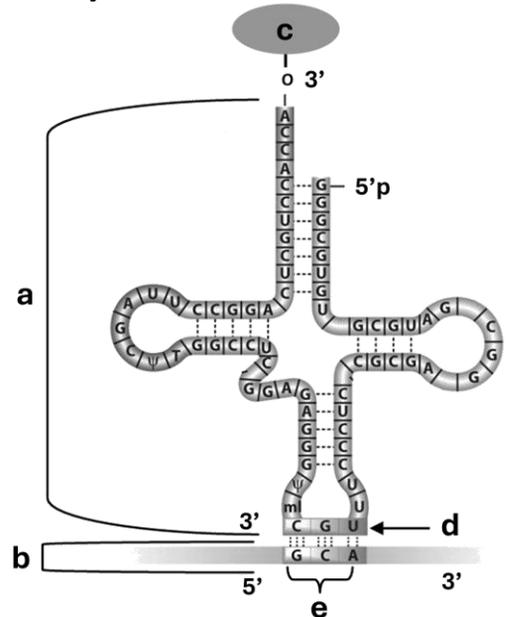


Figura 2 – Algumas das moléculas intervenientes na tradução

- (A) a - mRNA; b - tRNA; c - aminoácido; d - anticodão; e - codão.
- (B) a - tRNA; b - mRNA; c - aminoácido; d - codão; e - anticodão.
- (C) a - tRNA; b - mRNA; c - aminoácido; d - anticodão; e - codão.
- (D) a - tRNA; b - aminoácido; c - mRNA; d - anticodão; e - codão.

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2012, 1.^a eliminatória, Item 12, Ordem dos Biólogos.

Item 5

Faz corresponder, a cada uma das afirmações de **A** a **F**, a etapa respetiva da tradução indicada na chave.

Afirmações:

- A** – O último tRNA abandona o ribossoma.
- B** – Estabelece-se uma ligação peptídica entre o aminoácido recém-chegado e a metionina.
- C** – A subunidade menor do ribossoma liga-se à extremidade 5' do mRNA.
- D** – A subunidade maior liga-se à subunidade menor do ribossoma.
- E** – O ribossoma avança três bases ao longo do mRNA no sentido 5' → 3'.
- F** – O péptido é libertado.

Chave:

- I** – Iniciação; **II** – Alongamento; **III** – Finalização.

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2014, 1.^a eliminatória, Item 37, Ordem dos Biólogos.



Item 6

Consulta a Tabela do código genético para resolveres os itens 6.1. e 6.2.

6.1. Em 1961, Marshall Nirenberg verificou que quando utilizava um mRNA poli-U (constituído apenas por nucleótidos de uracilo) obtinha péptidos formados exclusivamente por um tipo de aminoácidos - fenilalanina. Por sua vez, quando o mRNA era poli-A, o polipéptido era formado apenas por aminoácidos lisina.

De acordo com a Tabela do código genético, **indica** qual o aminoácido que formaria o polipéptido se fosse utilizado um **mRNA poli-G**.

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2015, 1.^a eliminatória, Item 17, Ordem dos Biólogos.

6.2. A determinação da sequência de aminoácidos de todas as proteínas da espécie humana e de outros seres vivos é de extrema importância. A partir da sequência de aminoácidos de uma proteína, pode-se identificar as possíveis sequências de DNA que a originaram.

Seleciona a opção que apresenta a sequência do DNA responsável pela síntese do péptido: Met-Asn-Glu-Cys-Tyr-Phe.

- (A) ATG – AAT – GAA – TGT – TAC – TTT
- (B) ATG – AAC – GAA – TTC – TAC – TTT
- (C) ATC – AAT – GAA – TGT – TAC – TTT
- (D) ATG – AAT – GCC – TGT – TAC – TTC

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2011, 2.^a eliminatória, Item 48, Ordem dos Biólogos.

Item 7

Seleciona a opção que completa corretamente a frase.

Numa molécula de tRNA, a sequência AUG é complementar do

- (A) anticodão UAC.
- (B) codão TAC.
- (C) anticodão UTC.
- (D) codão UAC.

Adaptado de: Olimpíadas Portuguesas de Biologia (Sénior), 2019, 1.^a eliminatória, Item 20, Ordem dos Biólogos.

Item 8

Muitos antibióticos inibem a síntese proteica bacteriana. Por exemplo, o cloranfenicol bloqueia a peptidil transferase, a enzima que catalisa a ligação entre os aminoácidos.

Seleciona a opção que completa corretamente a frase.

Este antibiótico afeta diretamente

- (A) a ligação do tRNA ao ribossoma.
- (B) a ligação entre as duas subunidades do ribossoma.
- (C) o crescimento da cadeia polipeptídica.
- (D) a transcrição do DNA.

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



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2

Item 1

Há tripletos com **funções duplas**, como por exemplo, o codão AUG que codifica o aminoácido metionina e é também um codão de iniciação da síntese de proteínas.

O código genético é **universal**, todos os organismos, desde os mais simples aos mais complexos utilizam este código.

Codões diferentes podem codificar o mesmo aminoácido, por essa razão, diz-se que o código genético é **redundante**. Por exemplo, a arginina pode ser codificada pelos codões CGU, CGC, CGA e CGG.

O código genético **não é ambíguo**, uma vez que a cada codão corresponde um e só um aminoácido.

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

Item 2

A molécula descrita é o tRNA.

Item 3

Durante a transcrição, é a **cadeia molde** (complementar da fornecida) que é usada para a síntese do mRNA. A sequência de DNA complementar à sequência fornecida é: **3' TACCGGCCAATAATTCGT 5'**

O mRNA será complementar da cadeia molde e terá uracilo (U) em vez de timina (T): **5' AUG GCC GGU UAU UAA GCA 3'**

Para fazer a tradução, consulta-se a Tabela do código genético:

A sequência traduzida será: **Metionina-Alanina-Glicina-Tirosina**

UAA é um **codão stop**, ou seja, finaliza a síntese proteica.

Item 4

A letra “a” identifica a molécula de tRNA, e a letra “b” a molécula de mRNA. A letra “c” assinala o aminoácido ligado à extremidade 3' do tRNA. A letra “d” assinala a sequência de três nucleótidos do tRNA complementar do codão do mRNA, identificado pela letra “e”.

Resposta: opção (C).

Item 5

A etapa de **iniciação** inclui a ligação da subunidade menor do ribossoma à extremidade 5' do mRNA, bem como a ligação entre a subunidade maior e a subunidade menor do ribossoma.

O **alongamento** envolve a entrada de novos tRNAs, formação de ligações peptídicas entre os aminoácidos e o movimento do ribossoma, ao longo do mRNA.

Finalização: Ocorre quando um codão de terminação é lido, o último tRNA abandona o ribossoma, resultando na libertação do péptido.

Resposta: A – III; B – II; C – I; D – I; E – II; F – III.



Item 6.1.

A tradução de um mRNA poli-G daria origem a um polipéptido constituído por aminoácidos de lisina.

Item 6.2.

Para determinares a sequência de DNA que codifica a síntese do péptido, é preciso identificares os codões correspondentes aos aminoácidos do péptido. De seguida, determinas os tripletos da cadeia molde e depois, os tripletos da cadeia complementar do DNA.

Aminoácido	Codões de mRNA	Tripletos de DNA (cadeia molde)	Tripletos de DNA (cadeia complementar)
Met (Início)	AUG	TAC	ATG
Asn	AAU, AAC	TTA, TTG	AAT, AAC
Glu	GAA, GAG	CTT, CTC	GAA, GAG
Cys	UGU, UGC	ACA, ACG	TGT, TGC
Tyr	UAU, UAC	ATA, ATG	TAT, TAC
Phe	UUU, UUC	AAA, AAG	TTT, TTC

Como podes verificar, os codões são iguais aos tripletos da cadeia complementar com uracilo (U) em vez de timina (T). Por isso, a forma mais rápida de fazer este exercício é determinar diretamente a cadeia complementar a partir do mRNA.

De entre as opções fornecidas, a sequência ATG – AAT – GAA – TGT – TAC – TTT é a única correta.

Resposta: opção (A).

Item 7

O codão é uma sequência de três nucleótidos no mRNA que codifica um aminoácido. O anticodão é a sequência de três nucleótidos complementar do codão, presente na molécula de tRNA.

O tRNA com anticodão **AUG** é complementar do codão **UAC** no mRNA.

Resposta: opção (D).

Item 8

Se o cloranfenicol bloqueia a enzima peptidil transferase, impedindo a formação de ligações peptídicas entre os aminoácidos durante a tradução, a cadeia polipeptídica não será sintetizada.

Resposta: opção (C).



O QUE APRENDI?

Já consegues...

- reconhecer as características do código genético?
- compreender de que forma o código genético é lido e traduzido?
- explicar o mecanismo de tradução?
- realizar trabalhos práticos que envolvam leitura do código genético?
- 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.

Assiste à vídeoaula.

[Síntese Proteica: Código genético e tradução | Estudo Autónomo](#)



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Visualiza a animação que mostra o processo de tradução em tempo real, com representação tridimensional das moléculas envolvidas. Podes adicionar legendas automáticas em português.

[Translation \(Basic Detail\)](#)



Nesta atividade interativa podes ver como o código genético é transcrito e traduzido numa proteína. Tens a possibilidade de editar a sequência do DNA para obteres diferentes proteínas.

[Lab Interactive: DNA para proteína](#)

