

## Decifrando e entendendo o código genético

Deciphering and understanding the genetic code

---

*Érica da Cunha Maciel Milanez<sup>1</sup>, Débora Barreto Teresa Gradella<sup>2</sup>, Marco Antônio Andrade de Souza<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Rede em Ensino de Biologia (PROFBIO), Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências da Saúde, São Mateus, Espírito Santo, Brasil.

Autor para correspondência: Érica da Cunha Maciel Milanez

EEEFM Geraldo Vargas Nogueira

Rodovia do Café Gether Lopes de Farias, Bairro Carlos Germano Naumann, 3716,

CEP 29.705-200, Colatina, Espírito Santo, Brasil

Tel: +55 27 99918-3880

Email: ericamilanez.milanez@hotmail.com

**Submetido em 21/12/2020**

**Aceito em 21/12/2020**

## RESUMO

O trabalho trata-se de uma proposta de atividade investigativa sobre o tema Código Genético para as aulas de Biologia do ensino médio, tendo como objetivo diferenciar os tipos de ácidos nucleicos assim como compreender sua função e composição, reconhecendo que moléculas de proteínas são formadas a partir da informação contida no material genético. Os estudantes, ao serem estimulados a participar ativamente da construção do conhecimento, foram instigados a pensar, criar, elaborar dados e por fim associá-los a vida cotidiana, dando ênfase na importância do material genético para as funções celulares.

**Palavras-chave:** Biologia. Genética. Funções Celulares. Atividade Investigativa. Ensino.

## ABSTRACT

The work is a proposal for an investigative activity on the theme of the Genetic Code for high school Biology classes with the objective of differentiating the types of nucleic acids as well as understanding their function and composition, recognizing that protein molecules are formed at from the information contained in the genetic material. When students were encouraged to participate actively in the construction of knowledge, they were instigated to think, create, elaborate data and finally associate it with everyday life emphasizing the importance of genetic material for cellular functions.

**Keywords:** Biology. Genetics. Cellular Functions. Investigative Activity. Teaching.

## INTRODUÇÃO

Os ácidos nucleicos são macromoléculas orgânicas constituídas por nucleotídeos, formando dois componentes importantes para as células, o DNA e o RNA, que se diferenciam pelo tipo de açúcar e pelas bases nitrogenadas. O DNA contém a informação genética que está codificada em código e para que a mensagem genética seja transmitida de geração em geração precisa-se decifrar esse código, que chamamos de código genético. Para que a informação genética seja expressa, a sequência de DNA é reescrita em RNA mensageiro (RNAm), que é decodificada em trincas, chamadas de códons, que são lidas durante o processo de tradução, formando cadeias polipeptídicas.

Em síntese, o código genético e a tradução mostram como a informação genética contida no RNAm pode determinar a sequência de aminoácidos de uma proteína e participar na formação do fenótipo de um organismo.

O termo código genético é percebido de forma equivocada por parte dos alunos em virtude às informações inadequadas e/ou superficiais, por vezes abordadas pela mídia (JUSTINA & LEYSER, 2000), onde o ensino-aprendizagem baseado na memorização dificulta ainda mais a compreensão de conceitos básicos de genética, confundindo o sentido de diferentes termos (BRAGA, 2011).

No Estado do Espírito Santo o conteúdo substâncias orgânicas - ácidos nucleicos e proteínas - é abordado no 1º ano do Ensino Médio no tema Bioquímica.

Esta atividade prática investigativa foi elaborada com o intuito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem e a compreensão dos alunos no entendimento e reconhecimento funcional do código genético, especialmente no que tange às seguintes perguntas: O que é? Para que serve? O que representa?

Possui um enfoque superficial no processo de tradução, mas trabalha mais especificamente com os códons que determinam os aminoácidos que constituirão uma determinada molécula de proteína, dando ênfase no código genético. Não iremos adentrar nos detalhes da síntese proteica, apenas no entendimento do código genético, considerado universal, ou seja, seu significado é o mesmo na maioria dos seres vivos, salvo algumas poucas exceções, como no código das mitocôndrias, leveduras e em alguns microrganismos. Buscamos romper paradigmas entre ensino tradicional e ensino moderno, uma vez que o ensino tradicional não é produtivo para aprendizagem (MANGUEIRA, 2015) e

“um aluno desinteressado e desmotivado nunca será ativo no processo e, de acordo com essa premissa, não haverá qualquer construção cognitiva” (LABARCE et al., 2009, p.93).

Assim, faz-se necessário o uso de metodologias que despertem a curiosidade, que motive o estudante, que aguce sua curiosidade e o prazer em aprender bioquímica a partir da observação, pesquisa, discussão em grupo, raciocínio crítico, argumentação e socialização, pois “ao despertar a curiosidade e motivação dos alunos podemos capacitá-los a estudar e pesquisar sozinhos” (Caldeira & Araújo, 2009, p. 251), sendo mais significativo se aprofundar em temas identificados como básicos do que trabalhar superficialmente com vários temas.

## OBJETIVOS

- ✓ Diferenciar os tipos de ácidos nucleicos, assim como compreender sua função e composição.
- ✓ Conhecer a função dos ácidos nucleicos.
- ✓ Compreender o código genético.
- ✓ Reconhecer que moléculas de proteínas são formadas a partir da informação contida no material genético.

## METODOLOGIA

### *Materiais utilizados*

- Perguntas norteadoras para pesquisas e discussão;
- Bloco de perguntas;
- Tabela 1 - Código genético em branco como molde;
- Tabela 2 - Seis tirinhas referentes a fragmentos de DNA a serem transcritas e traduzidas.

### *Desenvolvimento*

Número de aulas: 02

Quantidade de alunos: 40

## **1º aula - 1º MOMENTO**

Na primeira aula alguns questionamentos serão feitos aos alunos.

*Health and Biosciences*, v.1, n.3, Dez. 2020

Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/healthandbiosciences>

### Perguntas norteadoras

- 1 - O que vocês pensam quando falamos na palavra código?
- 2 - Mas o que é um código?
- 3 - Quem geralmente usa códigos em nossa sociedade? E para que serve?
- 4 - Que exemplos de códigos muito utilizados você conhece?

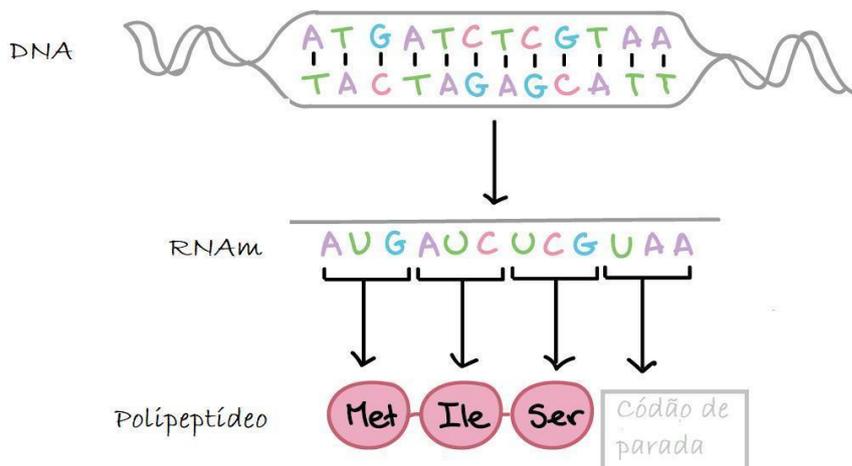
Após os questionamentos, o professor irá fazer um paralelo entre as informações coletadas e abordará a estrutura e composição dos ácidos nucleicos (DNA e RNA). É importante ressaltar que os ácidos nucleicos são formados por uma molécula de fosfato, uma molécula de açúcar e por bases nitrogenadas, que são representadas por letras, assim como num código. Será feita uma breve explanação referente ao processo de transcrição e tradução: os alunos serão informados que o DNA carrega a informação para a formação de proteínas e para que esses processos ocorram, primeiramente o DNA é transcrito em RNAm, molécula que contém códons, o qual será traduzido em uma cadeia polipeptídica. Para tal compreensão será necessário conhecer o código genético (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tabela do código genético.

		Segunda Base					
		U	C	A	G		
Primeira Base 5'	U	UUU } Fenil-alanina UUC } UUA } Leucina UUG }	UCU } Serina UCC } UCA } UCG }	UAU } Tirosina UAC } UAA } Stop codon UAG } Stop codon	UGU } Cysteine UGC } UGA } Stop codon UGG } Tryptophan	U	C
	C	CUU } Leucina CUC } CUA } CUG }	CCU } Prolina CCC } CCA } CCG }	CAU } Histidina CAC } CAA } Glutamina CAG }	CGU } Arginina CGC } CGA } CGG }	U	C
	A	AUU } Isoleucina AUC } AUA } AUG } Metionina start codon	ACU } Treonina ACC } ACA } ACG }	AAU } Asparagina AAC } AAA } Lisina AAG }	AGU } Serina AGC } AGA } Arginina AGG }	U	C
	G	GUU } Valina GUC } GUA } GUG }	GCU } Alanina GCC } GCA } GCG }	GAU } Ácido Aspártico GAC } GAA } Acido Glutâmico GAG }	GGU } Glicina GGC } GGA } GGG }	U	C
						Terceira Base 3'	

Fonte: Só Biologia. Disponível pela internet, 2020.

**LEMBRETE:** O foco dessa atividade está no “código genético”. Os detalhes do processo de duplicação do DNA, transcrição e tradução pode e deve ser abordado em outra aula (Figura 1).



**Figura 1.** Código genético. Processo de transcrição e tradução. Fonte: Khan Academy. Acesso pela internet, 2020.

Ao final da aula será passada uma pesquisa “para casa” com as seguintes perguntas:

### **2º MOMENTO - 1º Bloco de perguntas**

- 1 - O que são aminoácidos?
- 2 - O que são códon e anticódon?
- 3 - Diferencie aminoácido essencial de aminoácido não essencial. Quais são os aminoácidos classificados como essenciais e quais são os aminoácidos classificados como não essenciais? (OBS: Escreva o nome e a sigla de cada um).
- 4 - Quantos aminoácidos existem ao todo?
- 5 - Quantos códon existem ao todo?
- 5 - O que é código genético?
- 6 - Por que se diz que o código genético é degenerado?
- 7 - O que significa dizer que o código genético é universal?

A pesquisa dessas perguntas servirá como base para o debate que será feito na última aula, após a realização da atividade prática.

### **2º aula**

Dividir a turma em grupos (sugestão: seis grupos) e, após, cada aluno do grupo irá receber uma tabela do código genético (Tabela 2).

**Tabela 2.** Código genético em branco como molde.

<b>Montando o código genético</b>					
<b>2º base</b>					
<b>1º base</b>	<b>U</b>	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>G</b>	<b>3º base</b>
<b>U</b>					<b>U</b>
					<b>C</b>
					<b>A</b>
					<b>G</b>
<b>C</b>					<b>U</b>
					<b>C</b>
					<b>A</b>
					<b>G</b>
<b>A</b>					<b>U</b>
					<b>C</b>
					<b>A</b>
					<b>G</b>
<b>G</b>					<b>U</b>
					<b>C</b>
					<b>A</b>
					<b>G</b>

O professor explicará o que é o código genético fazendo referência aos códigos citados pelos alunos, com base na pesquisa feita em casa e, em seguida, explicará como é feita a montagem do código genético, utilizando as bases nitrogenadas presentes no RNA (pode-se comparar a montagem do código genético com uma matriz de conteúdos matemáticos, cujos dados estariam representados na vertical e na horizontal. Neste instante, cada integrante do grupo ajudará o colega na montagem do código genético.

*OBS:* Lembrar que na aula anterior já foi abordado o conteúdo DNA e RNA, quais são as bases nitrogenadas e como ocorre o pareamento. Nossa finalidade agora é chegar aos aminoácidos para, posteriormente, em uma próxima aula, abordar o conteúdo proteínas.

Após o preenchimento do código genético, o professor instigará os alunos a relembrem que a informação genética contida no DNA é transcrita em RNA e que após esse processo a informação (código) produzida será traduzida para aminoácidos e ao final, seu

conjunto formará uma proteína.

*Sugestão para o professor:* O conteúdo substâncias orgânicas - “proteínas” - pode ser abordado antes ou após esta atividade prática investigativa, porém faz mais sentido sua abordagem a posteriori.

Depois de finalizada a montagem do código genético, o professor pedirá para os alunos pesquisarem nos livros e/ou na internet qual aminoácido corresponde a cada trinca e escreverem o nome ou a sigla de cada um na própria tabela 2.

Neste momento, o professor questionará os alunos sobre a pesquisa feita em casa e solicitará que revejam o bloco de perguntas. Espera-se que os alunos associem a pesquisa feita em casa com os resultados da aula.

#### *QUESTIONAMENTOS FINAIS COM BASE NO CÓDIGO GENÉTICO:*

- Quantos códons existem ao todo?
- Quantos aminoácidos existem?
- Por que apesar de existirem 64 códons só há 20 aminoácidos? Como chamamos esse processo?
- Você sabia que de 64 códons apenas 61 codificam aminoácidos? O que é codificar e decodificar?
- O que as letras do código genético representam? Elas servem para quê?
- Qual é a relação do código genético com a hereditariedade e com a formação de proteínas?

*OBS:* Se essa atividade for aplicada no segundo ano do Ensino Médio, pode-se abordar e questionar sobre as mutações e as doenças gênicas, fazendo referência aos conteúdos de Genética).

Para finalizar, cada grupo receberá seis tirinhas correspondentes a fragmentos de DNA para fazer a transcrição e tradução do material genético (Quadro 1).

**Quadro 1.** Seis tirinhas de fragmentos de DNA a serem transcritas e traduzidas.

*Health and Biosciences*, v.1, n.3, Dez. 2020  
Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/healthandbiosciences>

**1 - Fragmento de DNA – Parte do gene da creatina**

**DNA ( molde):** \_\_\_\_\_

**RNA<sub>m</sub>:** CCC – GCC – UAC

**RNA<sub>t</sub>:** \_\_\_\_\_

**Proteína:** \_\_\_\_\_

**2 - Fragmento de DNA – Parte do gene da insulina**

**DNA ( molde):** \_\_\_\_\_

**RNA<sub>m</sub>:** CCA – GAA – CAG – CUU – GUC – ACA

**RNA<sub>t</sub>:** \_\_\_\_\_

**Proteína:** \_\_\_\_\_

**3 - Fragmento de DNA – Parte do gene do colágeno**

**DNA ( molde):** \_\_\_\_\_

**RNA<sub>m</sub>:** CCA – GGA – UUC – GGG – CGG

**RNA<sub>t</sub>:** \_\_\_\_\_

**Proteína:** \_\_\_\_\_

**4 - Fragmento de DNA – Parte do gene da albumina**

**DNA ( molde):** \_\_\_\_\_

**RNA<sub>m</sub>:** GAA – UAA – UUC – UAC – CAA – ACC – UUU – GUA – UGA

**RNA<sub>t</sub>:** \_\_\_\_\_

**Proteína:** \_\_\_\_\_

**5 - Fragmento de DNA – Parte do gene da queratina**

**DNA ( molde):** \_\_\_\_\_

**RNA<sub>m</sub>:** CCA – CGA – AGA – ACA – AUA – CUA

**RNA<sub>t</sub>:** \_\_\_\_\_

**Proteína:** \_\_\_\_\_

**6 - Fragmento de DNA – Parte do gene dos anticorpos**

**DNA ( molde):** \_\_\_\_\_

**RNA<sub>m</sub>:** CAA – GUA – GAA – UGA – GGA – CUU – UUU

**RNA<sub>t</sub>:** \_\_\_\_\_

**Proteína:** \_\_\_\_\_

## PONTOS INVESTIGATIVOS

A atividade prática investigativa “Decifrando e entendendo o código genético” representa uma atividade de cunho investigativo por priorizar o protagonismo discente, ao promover o debate, a reflexão, a discussão em grupo e o resgate de conhecimentos prévios.

## CONSIDERAÇÕES

O conteúdo código genético foi escolhido por se tratar de um conteúdo abstrato e de maior dificuldade de compreensão por parte dos alunos, porém de suma importância para o entendimento dos processos biológicos. Já tivemos outras experiências de trabalhar com o referido conteúdo, mas sem sucesso. Percebíamos que os alunos tinham dificuldade de compreender e assimilar o que estava sendo exposto. É um desafio introduzir o conteúdo código genético na bioquímica do primeiro ano do Ensino Médio, dentro de ácidos nucleicos, primeiramente pela imaturidade dos alunos e pela falta de interesse. Até o ano de 2018 esse conteúdo era abordado de forma expositiva, com utilização de imagem. Chegou-se até a elaborar uma aula prática com tirinhas de nucleotídeos para apresentar o processo de transcrição e tradução, porém não foi observado o resultado esperado. Por outro lado, com a aula prática investigativa, fazendo questionamentos com perguntas norteadoras antes de expor o conteúdo a ser trabalhado, percebeu-se um interesse maior por parte dos alunos em querer descobrir o que estava sendo proposto.

Ao serem estimulados a participar ativamente da construção do conhecimento foram instigados a pensar, criar, elaborar dados e por fim associá-los à vida cotidiana, dando ênfase na importância do material genético para as funções celulares. A atividade prática “Decifrando e Entendendo o Código Genético” pode ser abordada de forma mais detalhada no segundo ano do Ensino Médio, no tema genética, no qual destacam-se as existências dos tipos de RNA, das enzimas envolvidas no processo, das regiões celulares onde cada processo ocorre, assim como as etapas da tradução gênica.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA EHS. A otimização do aprendizado de genética no ensino médio com o currículo do estado de São Paulo. Monografia (Departamento de Genética), Universidade Federal do

*Health and Biosciences*, v.1, n.3, Dez. 2020  
Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/healthandbiosciences>

- Paraná, Peruíbe, 2011, 25f.
2. CALDEIRA AMA, ARAÚJO ESNN. Introdução à Didática da Biologia. Educação para a ciência 10, São Paulo: Escrituras Editora, 2009, 303p.
  3. LABARCE EC, CALDEIRA AMA, BORTOLOZZI J. A atividade prática no ensino de Biologia: uma possibilidade de unir motivação, cognição e interação. In: Caldeira AMA editores. Ensino de ciências e matemática II temas sobre a formação de conceitos, São Paulo: Editora UNESP, 2009, 291p.
  4. JUSTINA LAD, LEYSER RV. Genética no ensino médio: temáticas que apresentam maior grau de dificuldade na atividade pedagógica. In: VII Encontro “Perspectivas do Ensino de Biologia”, 794-795, São Paulo: FEUSP, 2000.
  5. KHAN ACADEMY. Introdução à expressão gênica (dogma central), 2020. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/gene-expression-central-dogma/central-dogma-transcription/a/intro-to-gene-expression-central-dogma>. Acesso em 20 de março de 2020.
  6. MANGUEIRA STIPD. Importância do ensino de bioquímica para formação dos profissionais dos cursos de ciências biológicas e da saúde. 2015. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015, 60f.
  7. SO BIOLOGIA. "Código genético". Virtuous Tecnologia da Informação, 2008-2020. Disponível em: <https://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia2/AcNucleico6.php>. Acesso em 20 de março de 2020.