

## Vacinas de mRNA: desmentindo *fake news*

### AUTORES:

Emerson Panizzon - [eme.panizzon@gmail.com](mailto:eme.panizzon@gmail.com)

Felipe Walter Pereira - [felip3walter@gmail.com](mailto:felip3walter@gmail.com)

Jéssica Costa - [jessicacosta@ufpr.br](mailto:jessicacosta@ufpr.br)

Larissa Cidral Carloto - [carloto@ufpr.br](mailto:carloto@ufpr.br)

**DATA:** Junho, 2023.

### ORIENTADORA:

Professora Doutora Luciane Viater Tureck - [lviater@gmail.com](mailto:lviater@gmail.com)

Bióloga doutora em Genética

Me. Lucas Fagundes Silveira

**TEMAS ABORDADOS:** Genética, vacinas de mRNA, combate às fake news, metodologia científica

**DISCIPLINAS ENVOLVIDAS:** BG042 - Práticas em Genética para os Ensinos Fundamental e Médio

### EXTENSÃO DO MATERIAL:

Editor de texto - Microsoft Word, plataforma online de comunicação e design - Canva; plataforma de reprodução de vídeos - YouTube.

### TIPO DE LICENÇA:

Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição 4.0 Internacional.



Você é livre para compartilhar esse material em qualquer meio ou formato e adaptá-lo (remixar, transformar, construir em cima desse material, entre outros) para qualquer finalidade, inclusive comercial, desde que cite devidamente a fonte (indicando o autor, ano, fornecendo o link de onde baixou e indicando alterações feitas no material). O autor pode revogar essas liberdades se os termos não forem cumpridos ou for atribuído mau uso do material.

### DESCRIÇÃO:

#### Um breve contexto sobre o desenvolvimento da proposta, por exemplo:

Desenvolvida na disciplina de Práticas em Genética para o Ensino Fundamental e Médio. Esta proposta didática tem como objetivo facilitar o entendimento dos estudantes da 3º série do ensino médio, no que diz respeito ao dogma central da biologia celular, os processos de replicação, transcrição e tradução do DNA e RNA. Partindo de uma solução problema envolvendo a utilização de vacinas de RNA mensageiro e relacionando esses temas a pandemia de COVID -19 e suas questões sociais como o aumento da disseminação de fake news e movimentos anti vacinas no Brasil e no mundo.

## **Um breve contexto sobre o conteúdo trabalhado e a metodologia envolvida na proposta, por exemplo:**

No ensino tradicional de genética, conceitos fundamentais como os processos celulares de replicação, transcrição e tradução podem muitas vezes não serem bem compreendidos pelos estudantes do ensino médio, uma vez que envolvem muitas enzimas e etapas distintas. Aprender tais conceitos vinculados a situações problemas vivenciados pelos estudantes é uma forma de promover a aprendizagem dessa parte tão fundamental da genética. Dessa forma, ao relacionar o dogma central da biologia celular com a replicação viral e a produção de vacinas a partir do RNA mensageiro, utilizando para tanto a recente pandemia de COVID 19, além de facilitar a visualização desses temas complexos, pode ajudar os estudantes a refletir sobre as ameaças das fake news, oportunizando o aprendizado e o letramento científico e possibilitando o reconhecimento de fake news nos meios de comunicação e na sociedade.

A presente proposta didática, tem como objetivo abordar o dogma central da biologia celular, composto pela replicação do DNA, transcrição do RNA e tradução do RNA em proteínas, que desempenha um papel crucial na produção de proteínas virais e no desenvolvimento de vacinas de RNA mensageiro (mRNA) para imunização. Aproximando esse tema das vacinas de RNA mensageiro, temos a produção de proteínas virais e a replicação do DNA viral que é um processo essencial para a multiplicação dos vírus dentro das células hospedeiras. Durante a replicação viral, o DNA viral é copiado usando as maquinarias celulares da célula hospedeira, permitindo a produção de cópias adicionais do genoma viral. Essas cópias de DNA são então transcritas em RNA viral, que é traduzido em proteínas virais pelas células hospedeiras, permitindo a montagem de novas partículas virais (Pardi, N. et al, 2018).

Compreendendo o processo de replicação, transcrição e tradução, utilizando os vírus como objeto de estudo, chegamos na etapa de imunização através das vacinas de RNA mensageiro. A imunização por vacinas de RNA mensageiro tem se mostrado uma abordagem promissora para combater doenças infecciosas, incluindo o desenvolvimento de vacinas contra o SARS-CoV-2. Nesse processo, a transcrição do RNA mensageiro é utilizada para produzir uma forma modificada do RNA viral. Esse RNA modificado é encapsulado em uma formulação lipídica e administrado ao paciente. Uma vez dentro das células, o RNA mensageiro é traduzido em proteínas virais modificadas, que são apresentadas ao sistema imunológico como antígenos. Esses antígenos desencadeiam uma resposta imune adaptativa, estimulando a produção de anticorpos específicos e células de defesa imunológica para combater futuras infecções virais. (Sahin, U. et al, 2020).

O aprendizado dos processos mencionados acima serão balizados ao longo da sequência didática, por metodologias ativas que mesclam estratégias do tipo Problem-based-learning (PBL), de Ensino por Investigação e de Aprendizado Baseado em Projetos, com o intuito de tornar o aprendizado mais dinâmico e atrativo aos estudantes. Essa abordagem híbrida visa desenvolver habilidades de resolução de problemas, pensamento crítico, trabalho em equipe, comunicação e autodireção nos estudantes, que são incentivados a aplicar o conhecimento teórico adquirido em situações práticas, buscando soluções criativas e efetivas para o problema apresentado (Moran. J, 2018).

### **OBJETIVOS:**

- Aprender de forma organizada e relacionada às diferentes etapas: replicação

do DNA, Transcrição do DNA em RNA e tradução do RNA.

- Compreender a relação entre as etapas do dogma da biologia celular e o mecanismo de ação dos vírus ao infectar as células hospedeiras.
- Elucidar o mecanismo de ação das vacinas de RNA mensageiro e os processos de imunização provocados no organismo por meio da vacinação.
- Reconhecer através da utilização do pensamento científico situações onde há a disseminação de notícias falsas envolvendo a ciência.
- Promover o pensamento crítico nos estudantes, tornando-os capazes de agir em sociedade de forma ética.
- Fomentar o trabalho em equipe, onde cada estudante possa expressar sua criatividade e autonomia.
- Produzir materiais de cunho científico - educacional que possam ser utilizados pelos estudantes e para os estudantes ao longo da sua formação escolar e também cidadã.

### **METODOLOGIA:**

A metodologia utilizada para a elaboração desta proposta traz elementos da aprendizagem ativa, sendo um híbrido entre as metodologias Problem-Based Learning (PBL) e Ensino por Investigação, sendo estruturada com base em alguns dos passos propostos pelo PBL (leitura do problema, identificação das questões propostas, brainstorm de explicações, resumo das explicações, discussão em grupo), e instigando a investigação crítica do vídeo apresentado, com base na análise de dados de materiais de apoio que serão fornecidos. Por fim, haverá a construção de material didático pelos estudantes, objetivando assim o Aprendizado Baseado em Projetos, onde o estudante poderá através do exercício da criatividade e colaboração, criar soluções para o problema apresentado.

### **MATERIAIS E PROCEDIMENTOS:**

O início da atividade se dará a partir do seguinte enunciado: “A sua tia recebeu o seguinte vídeo de uma amiga pelo celular. Desesperada com o que acabou de ver, decidiu compartilhá-lo também no grupo da família, do qual você faz parte. Como você, que teve contato com os conteúdos de genética, ajudaria a sua tia e demais familiares a identificar os conteúdos falsos do vídeo?”. Em seguida, deverá ser apresentado em sala um vídeo do médico Robert Malone, que se apresenta como o inventor da vacina de mRNA. O vídeo em questão foi amplamente divulgado em redes sociais no período das campanhas de vacinação contra a COVID-19, principalmente por perfis pessoais e de movimentos antivacina, e poderá ser acessado no seguinte *link*:

<https://drive.google.com/drive/folders/1d2n-fauCqJR6lv426aQynRBEgfrNe4kV?usp=sharing>.

Após a apresentação do problema, os termos desconhecidos deverão ser identificados pela turma, sob mediação do professor ou professora, a partir dos seguintes questionamentos: quais termos sobre genética no vídeo você reconhece? Quais termos você nunca ouviu falar? Em seguida, os estudantes deverão identificar as questões propostas pelo enunciado. Espera-se que surjam nesta etapa questionamentos relacionados a: (i) quem é o médico que aparece no vídeo e se ele foi, de fato, o “inventor” da vacina mRNA, (ii) a aplicação de uma vacina com mRNA pode causar uma reação inflamatória? Por quê? (iii) O que é a proteína spike presente no vírus da Covid-19? A proteína spike que o corpo vai produzir após a vacina de

mRNA é tóxica para as nossas células? (iv) As vacinas de mRNA estão ainda em fase de teste? Precisamos de pelo menos 5 anos para desenvolver uma vacina? (v) Outros questionamentos a partir da percepção de cada um.

Em seguida, os estudantes deverão organizar-se em grupos entre 4 a 6 integrantes e, em conjunto, pesquisar o material de apoio e oferecer explicações científicas para os questionamentos levantados anteriormente. Nesta etapa, será ofertado um conjunto de materiais de apoio para cada equipe, consistindo de textos jornalísticos com embasamento científico, vídeos sobre vacinas e cartões com termos de genética conceituados brevemente (Apêndice I). Com isso, cada grupo deverá utilizar destes recursos para discutir em conjunto as possíveis explicações para as questões identificadas acima.

A partir das explicações e do material de apoio, cada equipe deverá produzir um material de divulgação científica sobre vacinas de mRNA, com o intuito de resolver o problema inicial: “Como você, que teve contato com os conteúdos de genética, ajudaria a sua tia e demais familiares a identificar os conteúdos falsos do vídeo?”. Esse material a ser produzido fica a critério de cada grupo, podendo ser um poster, um pequeno vídeo, um podcast curto, uma postagem para redes sociais, ou qualquer outro material de acordo com a criatividade de cada equipe.

## AVALIAÇÃO

Como a atividade pede a produção de um material de divulgação científica, permitindo a liberdade criativa de cada grupo, a avaliação deverá abranger as diferentes possibilidades que virão das equipes. Da mesma forma, a avaliação não deverá seguir a lógica de elencar questões de certo ou errado, mas sim avaliar o aprendizado vivido pela atividade. Adicionalmente, a avaliação servirá de autoavaliação para o professor ou professora em relação à atividade em si, como também às aulas anteriores envolvendo os temas de genética. Sendo assim, propõe-se que a avaliação consista em:

(i) Adequação à proposta do enunciado (isto é, se a equipe cumpriu o objetivo de produzir um material de divulgação científica sobre vacinas de mRNA a ser usado para desmentir o conteúdo falso do vídeo em questão)

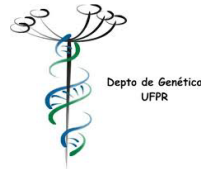
(ii) Respostas às questões identificadas pela equipe (isto é, se a equipe ofereceu respostas às questões levantadas durante a atividade)

Ambos os itens deverão ter o mesmo peso na avaliação, sendo 50% da nota referente à adequação à proposta e 50% para as respostas das questões identificadas. Para as questões, cada uma delas receberá o mesmo peso.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. de. **Ensino por Investigação: Problematizando as atividades em sala de aula.** In: Carvalho, A. M. P. de (org); NASCIMENTO, V. B. do; CAPECCHI, M. C. de M.; VANNUCHI, A. I., CASTRO, R. S. de; PIETROCOLA, M.; VIANNA, D. M.; ARAÚJO, R. S. *Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática.* São Paulo-SP: Cengage Learning, 2009. .

MENEZES, A. P. da S.; SILVA, F. R. M.; SANTANA, G. R.; DOS PASSOS, J. C.; VALENTIM, L. M.; NEVES, N. da S.; BALSEMÃO, R. S.; DAL FARRA, R. de S. M.; DA LUZ, T. P.; SILVA, T. C. **A polêmica da vacina e as fake news: relato de projeto interdisciplinar em prática de residência pedagógica no contexto de ensino remoto emergencial.** Cadernos do Aplicação, Porto Alegre, v. 35, 2022.



MORAN, J(ORG). **Metodologias Ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico prática**. Porto Alegre, RS. 1º edição, editora Penso, 2018.

PARDI, N. *et al.* **mRNA vaccines: a new era in vaccinology**. Nature Reviews and Drug Discovery, Vol 17, pág 261 - 279, abril de 2018.

SAHIN, U. *et al.* **Safety and Efficacy of the BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine**. The New England Journal of Medicine. Pág 2603 - 2615. vol. 383 no. 27, 2020.

SASSERON, L. H. **Ensino por investigação: pressupostos e práticas**. São Paulo, sd (Apostila de Licenciatura em Ciências USP/Univesp. Módulo 7. Capítulo 12. p. 116-124). Disponível em: [https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704\\_12.pdf](https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impressos/plc0704_12.pdf). Acesso em 19 jun. 2023.

SCHEIBENZUBER, C.; HOFER, S.; NISTOR, N. **Designing for fake news literacy training: A problem-based undergraduate online-course**. Computers in Human Behavior, v. 121, 2021.

VIANA, L. L. .; SILVA, N. C. da. **Ensino de genética na educação básica baseado nas sessões tutoriais do método PBL**. Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 239–259, 2022.

## APÊNDICE I

### Vídeo a ser problematizado:

- Dr. Robert Malone: “Vacina genética é uma decisão irreversível”  
[https://drive.google.com/file/d/1KypnwR\\_NF4k50CVVKU7QpnCyeKZtUsiN/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1KypnwR_NF4k50CVVKU7QpnCyeKZtUsiN/view?usp=sharing)

### Textos de apoio:

- O que são as vacinas de RNA mensageiro e como essa tecnologia também pode tratar doenças? (Pfizer)  
<https://www.pfizer.com.br/noticias/ultimas-noticias/o-que-s%C3%A3o-vacinas-de-rna-mensageiro>
- Fact Check: Robert Malone é o inventor das vacinas de mRNA? (Visão)  
<https://visao.sapo.pt/atualidade/verificado/2021-07-20-fact-check-robert-malone-e-o-inventor-das-vacinas-de-mrna/>
- O Dr. Robert Malone, inventor da vacina de RNA contra a COVID-19, disse que ela causa danos às crianças! Será? (e-farsas)  
<https://www.e-farsas.com/o-dr-robert-malone-inventor-da-vacina-de-rna-contra-a-covid-19-disse-que-ela-causa-danos-as-criancas-sera.html>
- Em vídeo, virologista falseia ao dizer que vacinas de mRNA são tóxicas para crianças (Aos Fatos)  
<https://www.aosfatos.org/noticias/em-video-virologista-falseia-ao-dizer-que-vacinas-de-mrna-sao-toxicas-para-criancas/>

### Videos de apoio:


- Vacinas de mRNA - Como funcionam as vacinas de mRNA da COVID (Yale School of Public Health)  
<https://www.youtube.com/watch?v=5yZlmk2E4VY>
- Vacina de mRNA não altera os genes das pessoas (DW Brasil)  
<https://www.youtube.com/watch?v=6DKf9x08bPI>
- Programando vacinas de RNA | Nerdologia Tech (Nerdologia)  
<https://www.youtube.com/watch?v=bDOuBb9uDOo>
- Combatendo fake news: a vacina da COVID não altera o DNA (Dra Ana Escobar)  
<https://www.youtube.com/watch?v=6T9N69I-pUs>

### Cards de apoio:

#### REPLICAÇÃO DO DNA

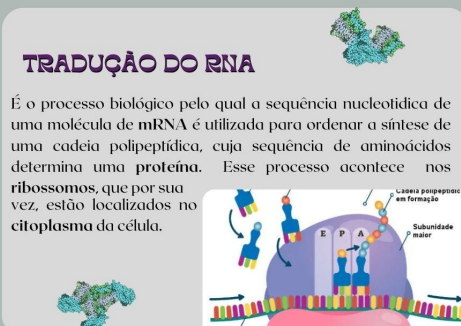
Processo pré divisão celular, pelo qual a dupla fita de DNA da célula é duplicada por uma complexa maquinaria celular que envolve um complexo enzimático trabalhando de forma conjunta e coordenada.

Ao final desse processo formam-se 2 fitas novas de DNA, que são complementares à fita molde.



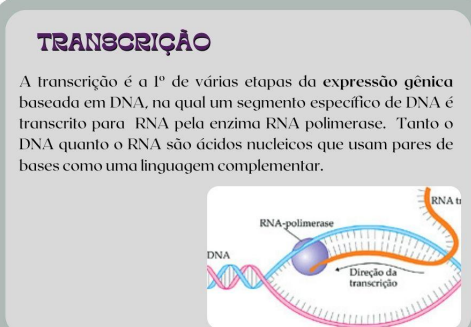
#### TRADUÇÃO DO RNA

É o processo biológico pelo qual a sequência nucleotídica de uma molécula de mRNA é utilizada para ordenar a síntese de uma cadeia polipeptídica, cuja sequência de aminoácidos determina uma **proteína**. Esse processo acontece nos **ribossomos**, que por sua vez, estão localizados no **citoplasma** da célula.



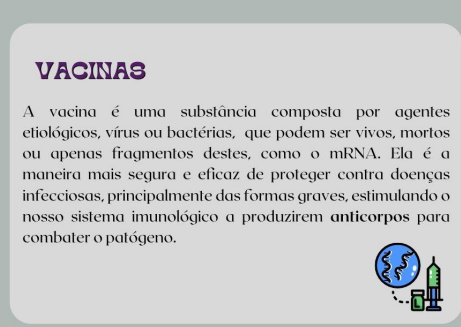
#### TRANSCRIÇÃO

A transcrição é a 1ª de várias etapas da expressão gênica baseada em DNA, na qual um segmento específico de DNA é transcrito para RNA pela enzima RNA polimerase. Tanto o DNA quanto o RNA são ácidos nucleicos que usam pares de bases como uma linguagem complementar.



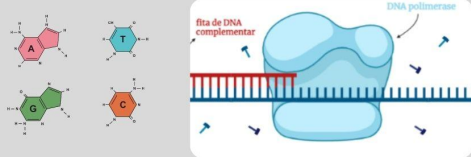
#### VACINAS

A vacina é uma substância composta por agentes etiológicos, vírus ou bactérias, que podem ser vivos, mortos ou apenas fragmentos destes, como o mRNA. Ela é a maneira mais segura e eficaz de proteger contra doenças infecciosas, principalmente das formas graves, estimulando o nosso sistema imunológico a produzirem **anticorpos** para combater o patógeno.



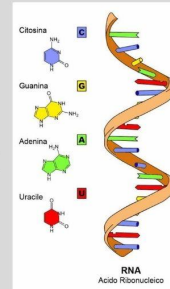
### DNA POLIMERASE

As DNA-polimerases são enzimas presentes tanto nas células dos seres eucariontes, quanto na dos procariontes. Essas enzimas são responsáveis pela síntese de moléculas de DNA complementar, durante a replicação, utilizando os quatro desoxirribonucleotídeos trifosfato, como precursores:



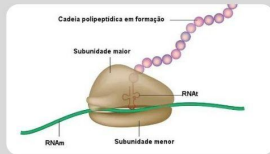
### RNA POLIMERASE

A RNA polimerase é a enzima responsável pela síntese de novos ácidos nucleicos, porém de RNA, durante a **transcrição**. Essa enzima utiliza as mesmas bases nitrogenadas, no entanto, no lugar da timina, a RNA polimerase utiliza a **Uracila** para construir as moléculas de RNA.



### RIBOSSOMO

Os ribossomos são estruturas celulares presentes em células procariontes e eucariontes, são verdadeiras máquinas responsáveis pela **síntese de proteínas**. Essas estruturas são formadas por duas subunidades, um maior e uma menor e são constituídos por moléculas de RNA e proteínas.



### RNA MENSAGEIRO



O RNA mensageiro (mRNA) tem a função orientar a síntese de proteínas que são fundamentais em todos os seres vivos para a manifestação das características hereditárias contidas no DNA. O mRNA é sintetizado a partir de uma cadeia molde de DNA e ribonucleotídeos livres através da **transcrição**. Os segmentos do DNA molde para a síntese do mRNA na maioria das vezes são separados por longos segmentos de DNA não codificante.

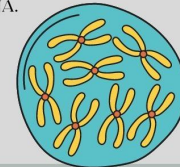
### CÓDIGO GENÉTICO

Código genético é a relação entre a sequência de bases no DNA e a sequência correspondente de aminoácidos, que formam proteínas. Ele é **universal**, e degenerado.

		Segunda base do códon					
		U	C	A	G		
Primeira base do códon	U	UUU   Phe	UCU   Cys	UAU   Tyr	UGU   Cys	U	C
	C	UUC   Phe	UCC   Cys	UAC   Tyr	UGC   Cys	A	G
	A	UAU   Tyr	UCA   Ser	UAA   stop	UGA   stop	A	D
	G	UAG   stop	UCG   Cys	UAG   stop	UGG   Trp	A	D
C	CUU   Leu <td>CCU   Pro</td> <td>CAU   His</td> <td>CGU   Arg</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	CCU   Pro	CAU   His	CGU   Arg	U	A	D
	CUA   Leu <td>CCC   Pro</td> <td>CAC   His</td> <td>CGC   Arg</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	CCC   Pro	CAC   His	CGC   Arg	U	A	D
	CUU   Leu <td>CCA   Gln</td> <td>CAA   Gln</td> <td>CGA   Arg</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	CCA   Gln	CAA   Gln	CGA   Arg	U	A	D
	CUU   Leu <td>CCG   Gly</td> <td>CAG   Gln</td> <td>CGG   Arg</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	CCG   Gly	CAG   Gln	CGG   Arg	U	A	D
A	AUU   Ile <td>ACU   Thr</td> <td>AUU   Ile</td> <td>AGU   Ser</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	ACU   Thr	AUU   Ile	AGU   Ser	U	A	D
	AUA   Ile <td>ACC   Thr</td> <td>AUA   Ile</td> <td>AGC   Ser</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	ACC   Thr	AUA   Ile	AGC   Ser	U	A	D
	AUA   Ile <td>AUA   Ile</td> <td>AUG   Met</td> <td>AGA   Arg</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	AUA   Ile	AUG   Met	AGA   Arg	U	A	D
	AUA   Ile <td>AUG   Met</td> <td>AUG   Met</td> <td>AGG   Arg</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	AUG   Met	AUG   Met	AGG   Arg	U	A	D
G	GUU   Val <td>GGU   Gly</td> <td>GAU   Asp</td> <td>GGU   Gly</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	GGU   Gly	GAU   Asp	GGU   Gly	U	A	D
	GUC   Val <td>GCC   Gly</td> <td>GAA   Asp</td> <td>GGC   Gly</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	GCC   Gly	GAA   Asp	GGC   Gly	U	A	D
	GUA   Val <td>GCA   Ala</td> <td>GAG   Asp</td> <td>GGA   Gly</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	GCA   Ala	GAG   Asp	GGA   Gly	U	A	D
	GUG   Val <td>GCG   Ala</td> <td>GAG   Asp</td> <td>GGG   Gly</td> <td>U</td> <td>A</td> <td>D</td>	GCG   Ala	GAG   Asp	GGG   Gly	U	A	D

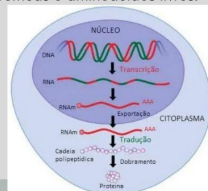
### GENOMA

Genoma é o conjunto de todo o DNA de um ser vivo, que possui todas as informações hereditárias daquela espécie. Trata-se do conjunto de  **cromossomos** e não diz respeito apenas aos genes, mas a todo o DNA.



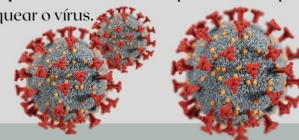
### SÍNTESE PROTEICA

Mecanismo de produção de proteínas determinado pelo DNA, que acontece em duas principais fases, a 1ª é a **transcrição** e ocorre no núcleo celular e a 2ª é a **Tradução** que ocorre no citoplasma e envolve os ribossomos, enzimas específicas e aminoácidos livres. Todo esse processo é regulado pela expressão gênica que define quais proteínas precisam ser sintetizadas em determinado momento.



### PROTEÍNA SPIKE

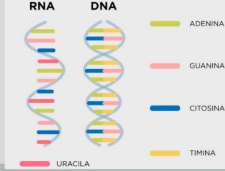
A **glicoproteína Spike** é uma proteína viral do SARS Cov 2, ela se reúne em trimeros que formam estruturas chamadas spikes ou peplômeros, que se projetam da superfície do vírus e estão associados à capacidade de entrada do patógeno nas células humanas. Essa glicoproteína é um dos principais alvos dos **anticorpos** neutralizantes produzidos pelo organismo para bloquear o vírus.



## DNA E RNA

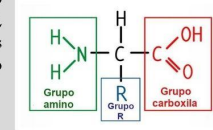
DNA e RNA são ácidos nucleicos que possuem diferentes estruturas e funções. o DNA é responsável por armazenar as informações genéticas dos seres vivos, o RNA possui as informações contidas no DNA para a produção de proteínas. Essas macromoléculas são subdivididas em unidades menores, os nucleotídeos.

Alguns vírus como o SARS Cov 2 e o HIV possuem o RNA como molécula de armazenamento de suas informações genéticas



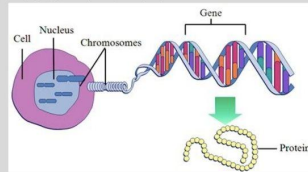
## AMINOÁCIDOS

As unidades principais das proteínas e podem ser divididos **essenciais** e os **não essenciais**. Existem 20 diferentes tipos de aminoácidos e todos os seres vivos apresentam suas proteínas formadas pelos mesmos 20 aminoácidos. Os aminoácidos apresentam uma estrutura básica que consiste num grupo amino, um grupo carboxílico e uma cadeia lateral R, de dimensão e características variáveis, ligados a um carbono saturado (Ca).



## GENE

É uma sequência de nucleotídeos distintos que fazem parte de um cromossomo. Cada gene codifica uma determinada sequência de uma cadeia polipeptídica. O gene é formado por uma sequência de DNA e RNA.



## NOVO CONCEITO