

BIOLOGIA

11

PPT 1 - BG 11

5.1 DNA E SÍNTESE PROTEICA (PPT1-BG11)

5.2 DIVISÃO CELULAR, CRESCIMENTO E REGENERAÇÃO DE TECIDOS VS. DIFERENCIAÇÃO CELULAR (PPT2-BG11)

Simbologia



Ligação para um
recurso externo



Nota de rodapé



- DNA e síntese proteica (PPT1-BG11)
- Divisão celular, crescimento e regeneração de tecidos vs. diferenciação celular (PPT2-BG11)

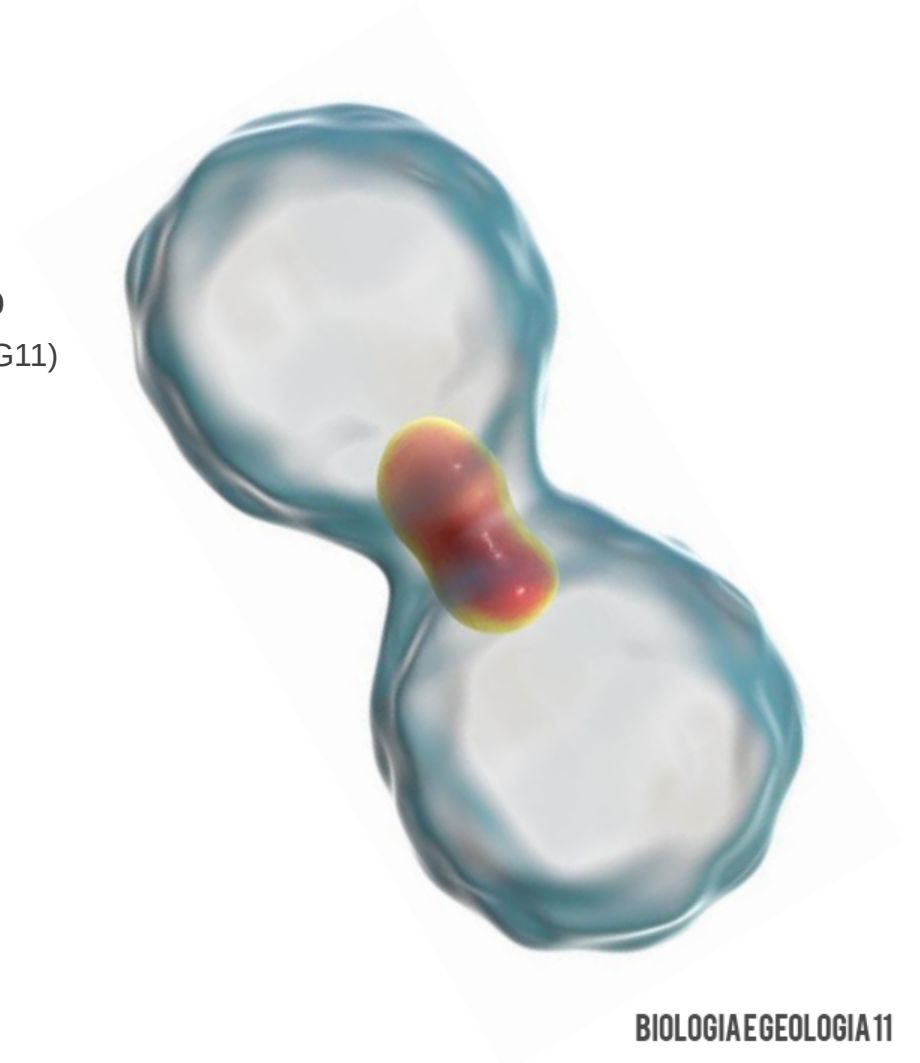
Simbologia



Ligação para um
recurso externo



Nota de rodapé



RECORDA

Os seres vivos são constituídos por **moléculas inorgânicas**, como a água e os sais minerais, e por **moléculas orgânicas**.

Principais grupos de macromoléculas orgânicas: **prótidos**, **glícidos** (ou hidratos de carbono), **lípidos** e **ácidos nucleicos**.

Grupo	Polímero	Exemplos	Monómeros constituintes
Prótidos	Proteínas	Hemoglobina; insulina	Aminoácidos*
Glícidos**	Polissacarídeos	Amido; glicogénio	Monossacarídeos
Lípidos	Podem ser muito diversificados	Triglicerídeos, colesterol, ceras	Glicerol e ácidos gordos, entre outros
Ácidos nucleicos	DNA e RNA	DNA; RNA	Nucleótidos

*Existem mais de 20 aminoácidos diferentes.

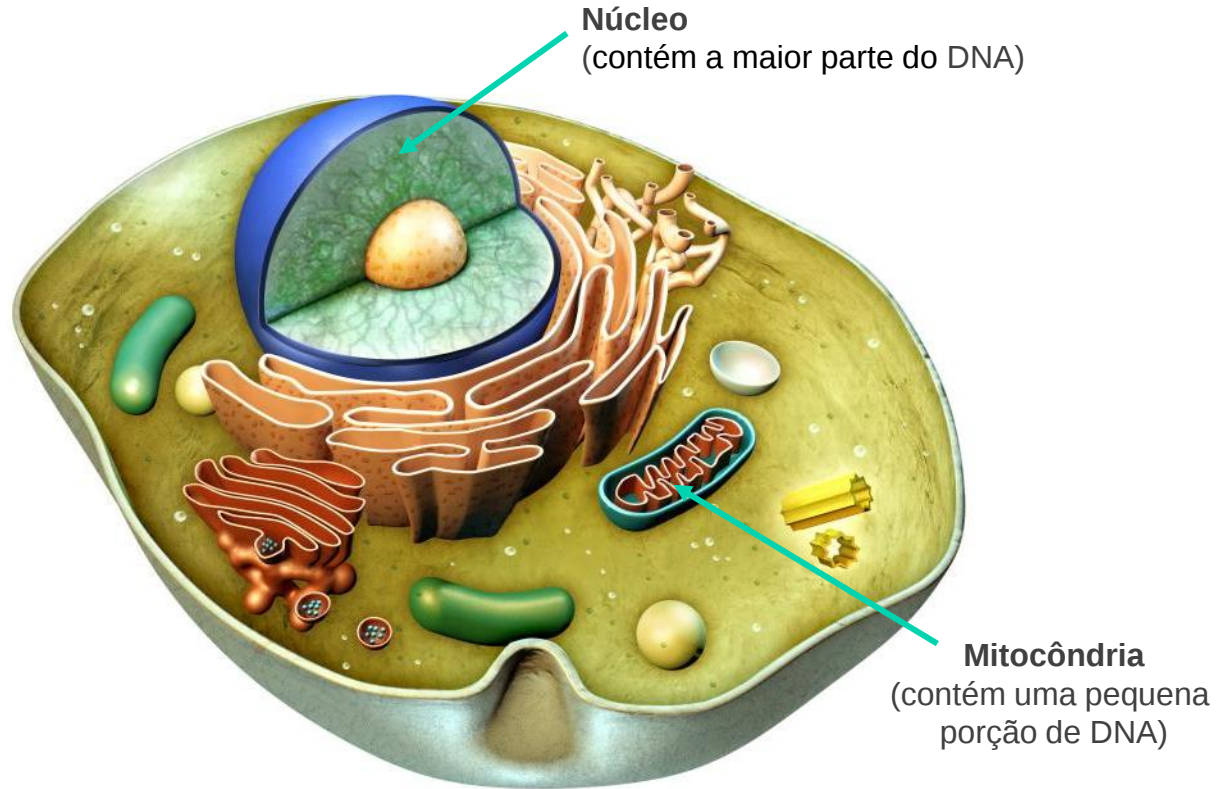
**Também designados glúcidos.

DNA – Ácido desoxirribonucleico

Localização na célula

O DNA contém a informação genética e está localizado no **núcleo** das células eucarióticas.

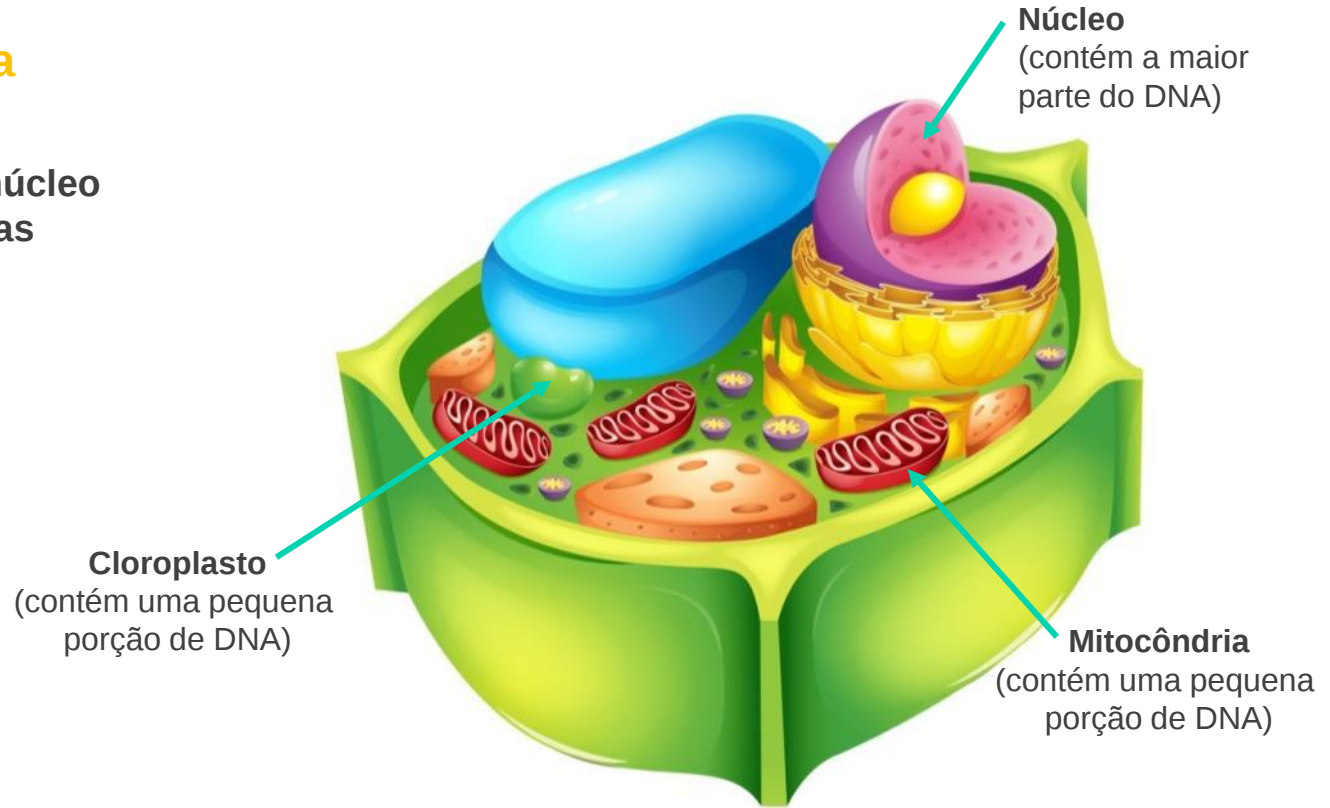
As **células animais** contêm ainda uma pequena molécula de DNA na **mitocôndria**.



Célula animal

Localização na célula

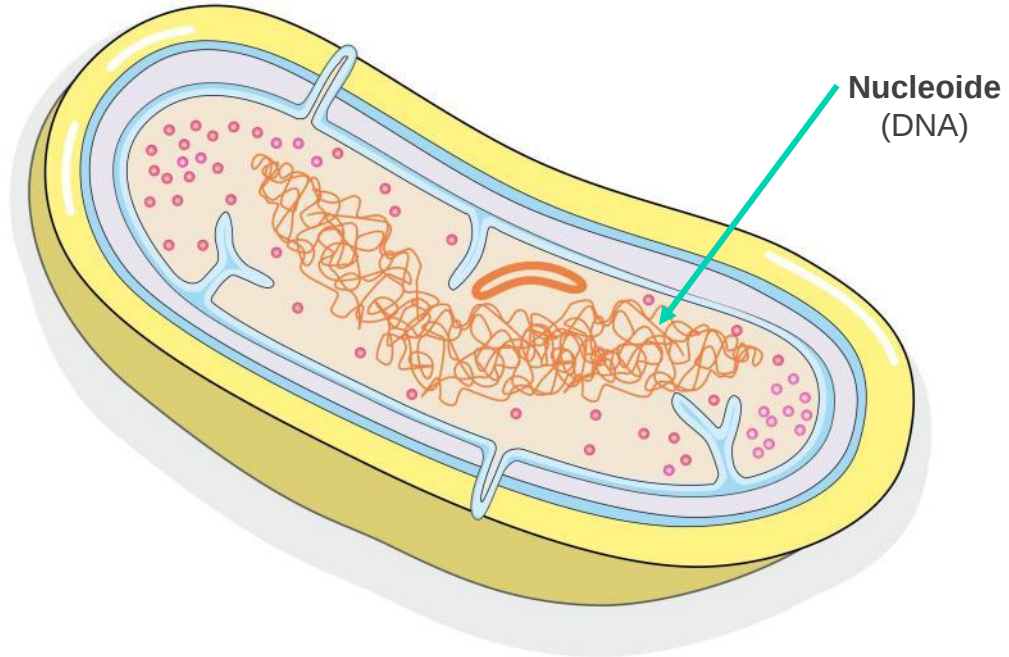
Nas **células vegetais**, o DNA está localizado no **núcleo** e também nas **mitocôndrias** e nos **cloroplastos**.



Célula vegetal

Localização na célula

Nas **células procarióticas**, o DNA está localizado numa região do **citoplasma** denominada **nucleoide**.



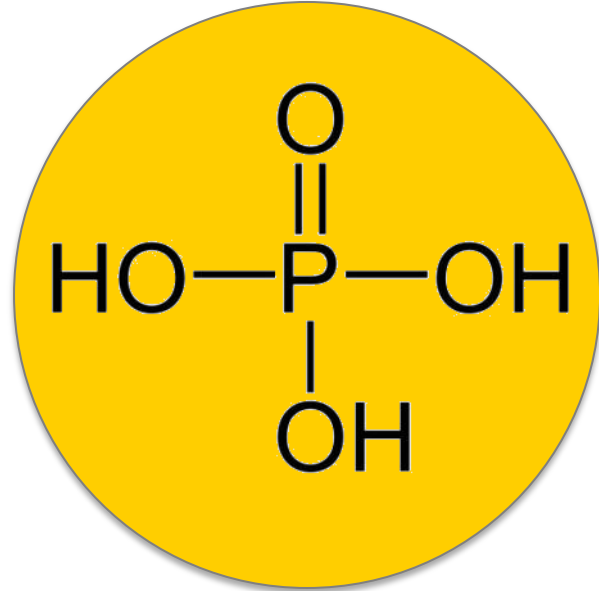
Célula procariótica

NUCLEÓTIDOS DO DNA

Os monómeros do DNA designam-se **nucleótidos do DNA**.

Os **nucleótidos do DNA** são constituídos por:

um **grupo fosfato** (ácido fosfórico);



Ácido fosfórico (H₃PO₄)

NUCLEÓTIDOS DO DNA

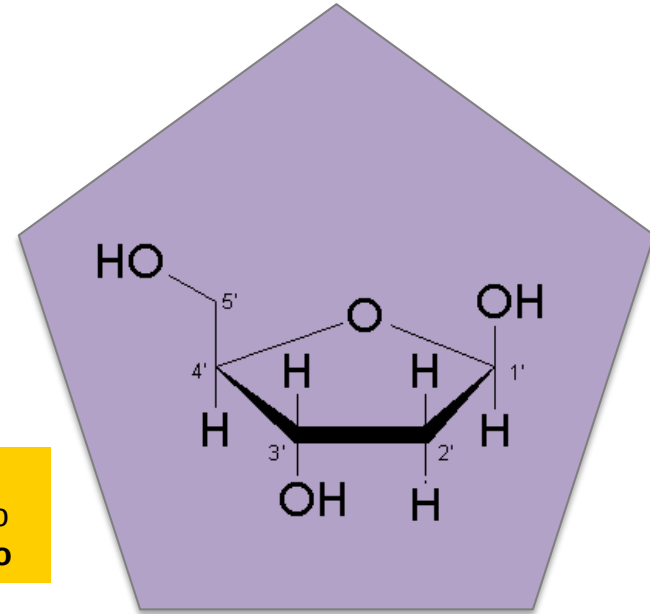
Os monómeros do DNA designam-se **nucleótidos do DNA**.

Os **nucleótidos do DNA** são constituídos por:

um **grupo fosfato** (ácido fosfórico);

uma **pentose** (desoxirribose);

Repara que os **átomos de carbono da pentose** estão numerados de um a cinco



Pentose - Desoxirribose
(C₅H₁₀O₄)

NUCLEÓTIDOS DO DNA

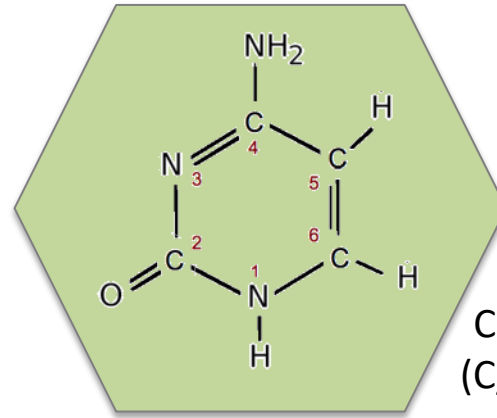
Os monómeros do DNA designam-se **nucleótidos do DNA**.

Os **nucleótidos do DNA** são constituídos por:

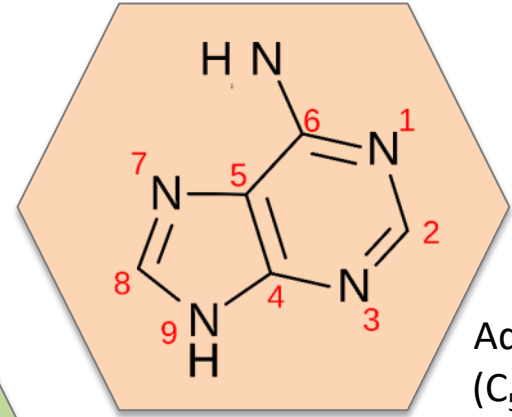
um **grupo fosfato** (ácido fosfórico);

uma **pentose** (desoxirribose);

e uma **base nitrogenada**.



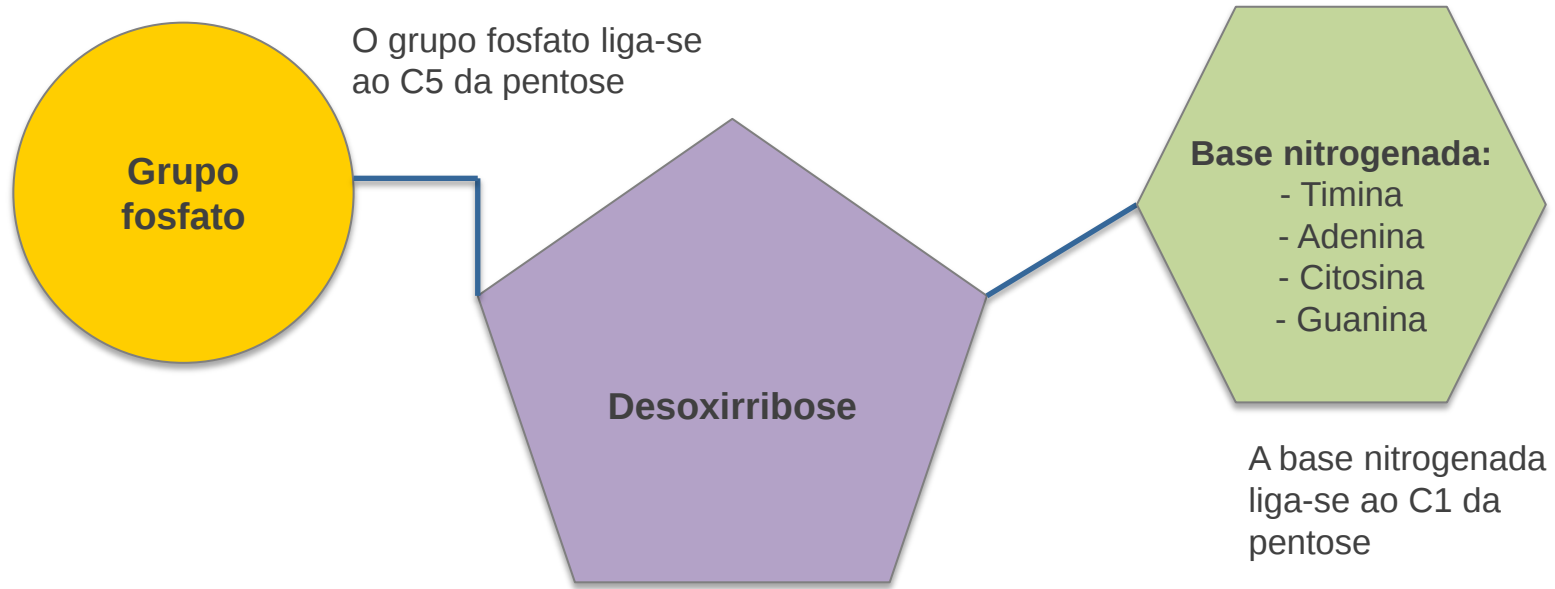
Citosina
($C_4H_5N_3O$)



Adenina
($C_5H_5N_5$)

Exemplos de bases nitrogenadas

NUCLEÓTIDO DO DNA

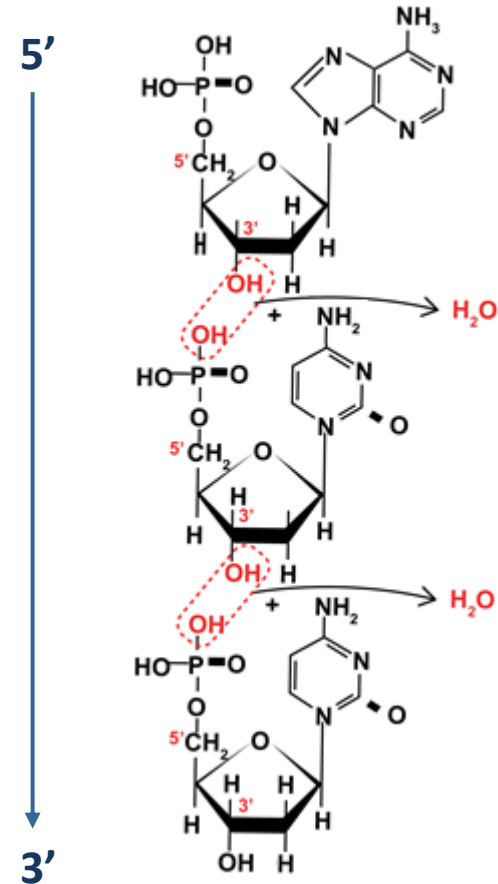


O **DNA** é um **polímero de nucleótidos**, ou seja, é formado por muitos nucleótidos ligados em cadeia.

CADEIAS POLINUCLEOTÍDICAS

Em cada cadeia polinucleotídica, os nucleótidos estão ligados por ligações covalentes que se estabelecem entre o carbono 3' de um nucleótido e o grupo fosfato do nucleótido seguinte.

O processo repete-se no sentido 5' → 3'



CONTRIBUTOS PARA A DESCOBERTA DA ESTRUTURA DO DNA



Erwin Chargaff

	Quantidade de base (percentagem do DNA total)			
Origem do DNA	A	T	G	C
Ser humano (<i>Homo sapiens</i>)	31,0	31,5	19,1	18,4
Milho (<i>Zea mays</i>)	25,6	25,3	24,5	24,6
Mosca da fruta (<i>Drosophila melanogaster</i>)	27,3	27,6	22,5	22,5
Bactéria (<i>Escherichia coli</i>)	26,1	23,9	24,9	25,1

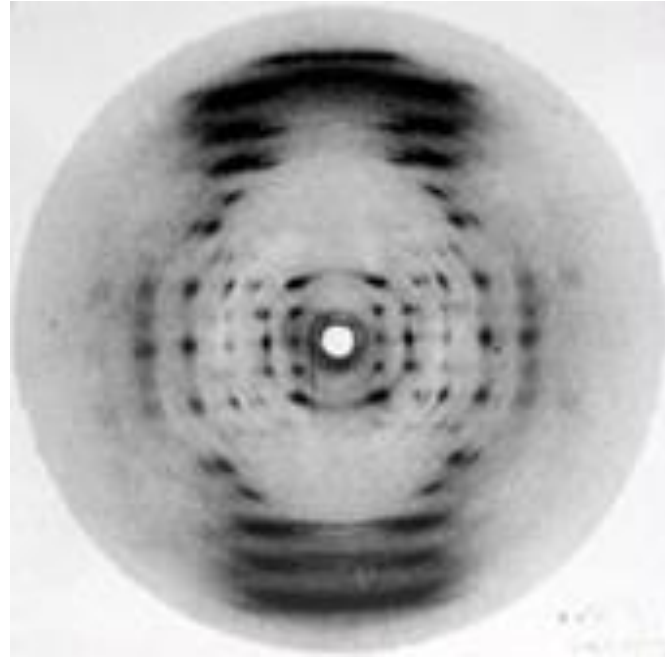
Regra de Chargaff

Em cada espécie, o DNA tem uma quantidade de timina semelhante à de adenina e uma quantidade de citosina semelhante à de guanina.

CONTRIBUTOS PARA A DESCOBERTA DA ESTRUTURA DO DNA

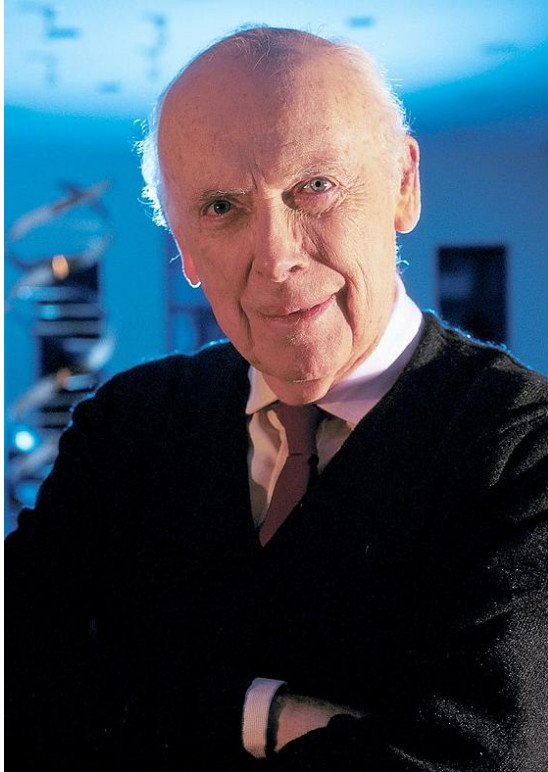


Rosalind Franklin

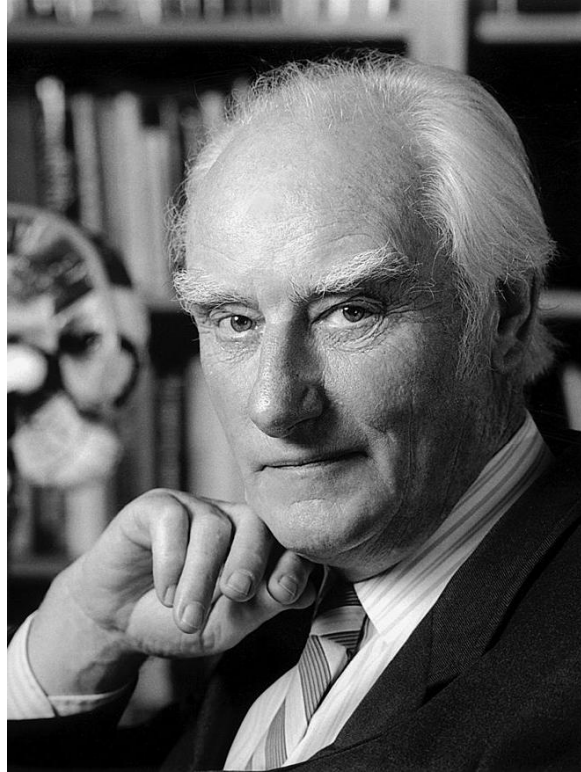


A difração de raios X pelo DNA mostrou que este possui uma estrutura em hélice.

CONTRIBUTOS PARA A DESCOBERTA DA ESTRUTURA DO DNA



James Watson

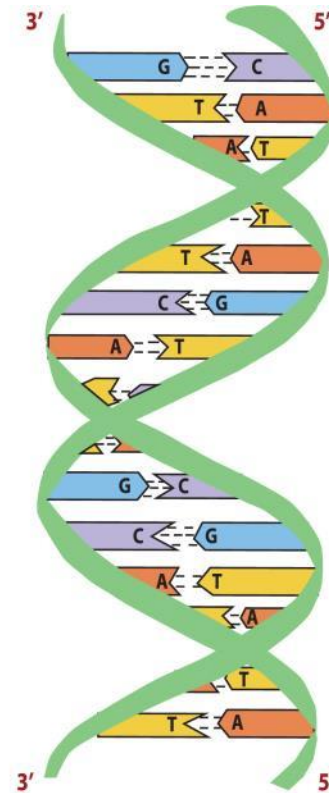


Francis Crick

Combinando todos os dados que existiam sobre a composição e estrutura do DNA, propuseram um modelo para a molécula: **dupla cadeia polinucleotídica enrolada em hélice.**

As moléculas de DNA:

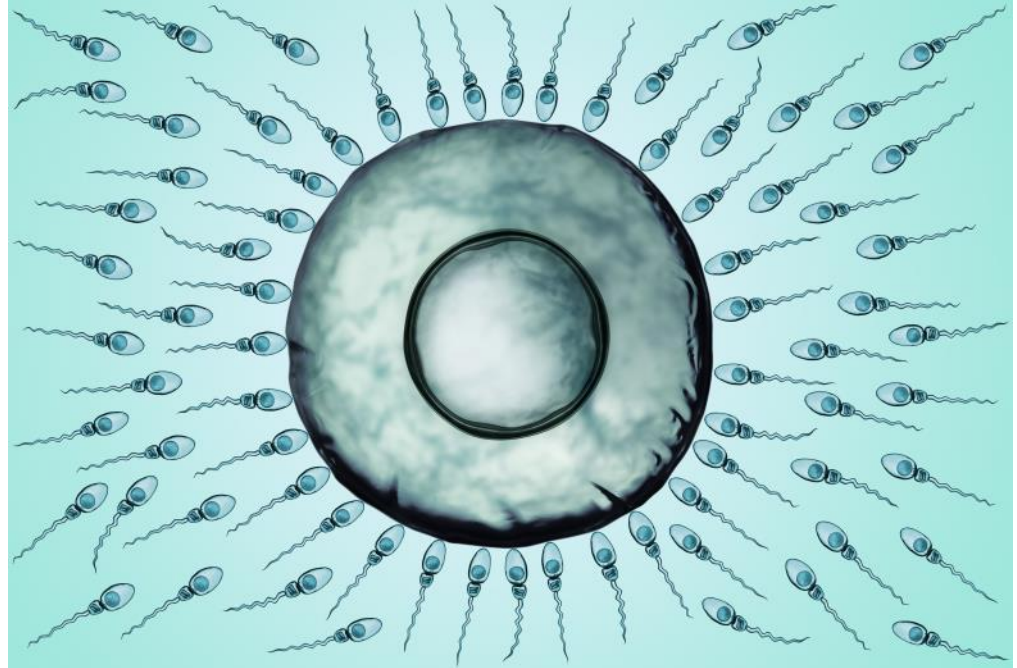
- São formadas por **duas cadeias polinucleotídicas enroladas em hélice – dupla hélice**.
- As cadeias polinucleotídicas estão **unidas por ligações de hidrogénio** que se estabelecem entre **bases nitrogenadas complementares**:
 - Adenina – Timina
 - Citosina – Guanina
- As **duas cadeias polinucleotídicas são antiparalelas**, isto é, à extremidade 5' de uma cadeia corresponde à extremidade 3' da outra.



Adenina (A) Timina (T) Guanina (G) Citosina (C)

Como é possível que uma única célula (ovo) dê origem a um organismo grande e complexo?

- Um organismo resulta da divisão sucessiva dessa célula primordial, o ovo.
- As instruções para todo o funcionamento de uma célula ou um organismo estão «escritas» no DNA.
- Para uma célula originar duas células filhas, o seu DNA tem de ser copiado (replicado) e cada célula filha receberá assim as instruções necessárias para o seu funcionamento.



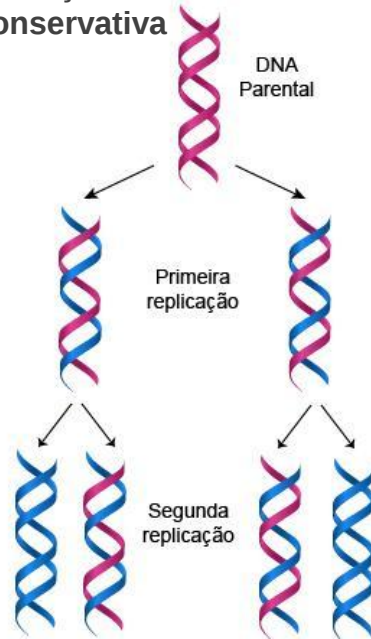
MODELOS TEÓRICOS DE REPLICAÇÃO DO DNA

Inicialmente não se conhecia a forma como o DNA se duplicava (replicava).

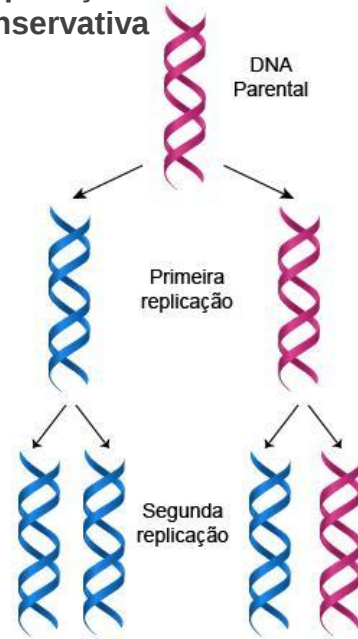
Foram levantadas três hipóteses:



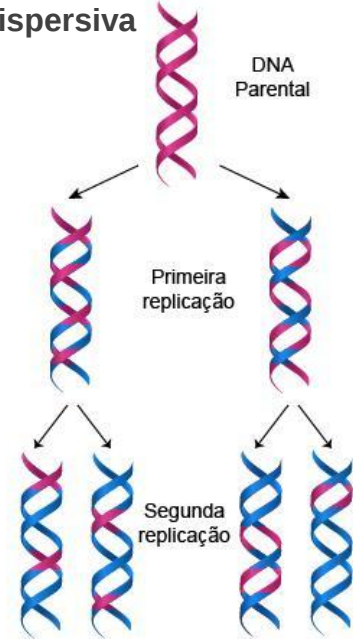
Replicação semiconservativa



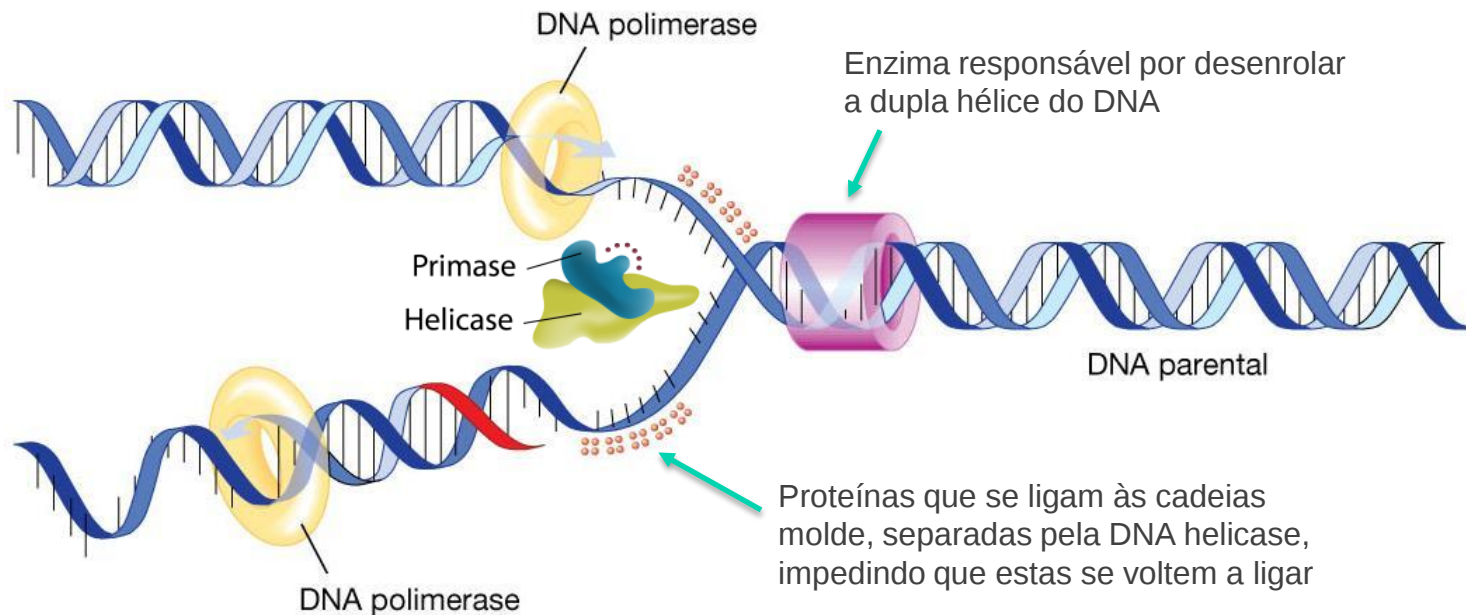
Replicação conservativa



Replicação dispersiva



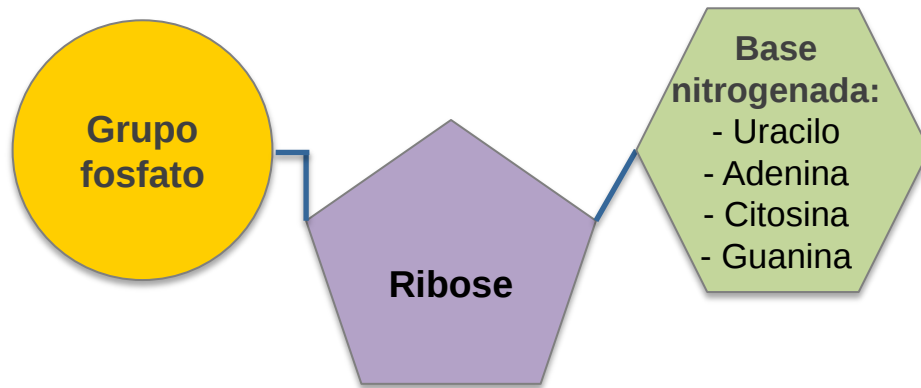
REPLICAÇÃO SEMICONSERVATIVA DO DNA



Cada cadeia do DNA serve de molde para produzir outra, que lhe é complementar. Assim, em cada replicação, cada molécula de DNA que se origina é formada por uma cadeia polinucleotídica nova e por uma outra da molécula original.

Componentes dos nucleótidos do RNA

- **Pentose:** ribose
- **Grupo fosfato**
- **Base nitrogenada** (uma das quatro seguintes: adenina, uracilo, guanina e citosina)



Estrutura do RNA

É formado por uma única cadeia polinucleotídica

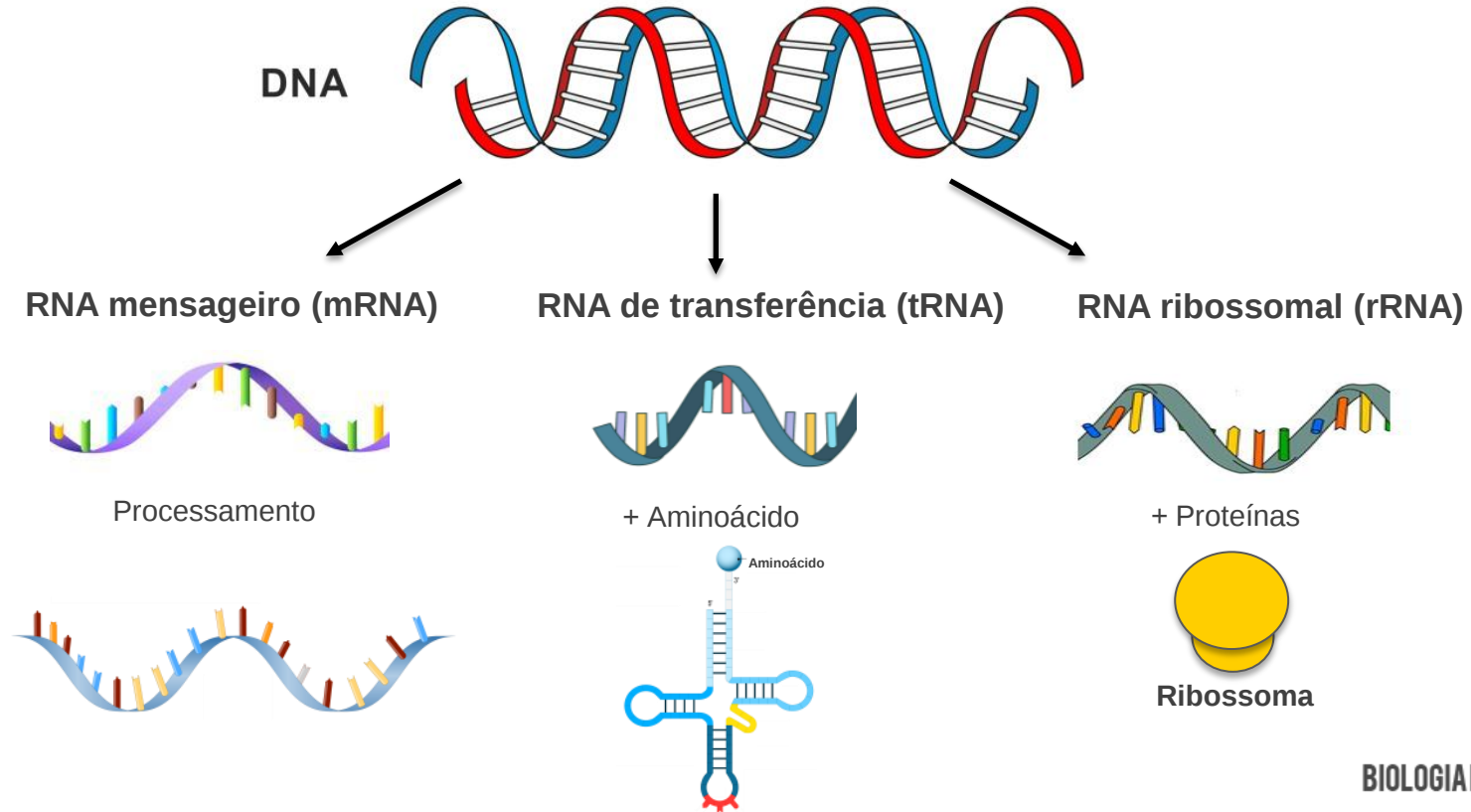


COMPARAÇÃO ENTRE DNA E RNA

DNA	RNA
Dupla cadeia polinucleotídica	Cadeia polinucleotídica simples
Os nucleótidos são constituídos por: - grupo fosfato - pentose: desoxirribose - base nitrogenada (adenina, timina, citosina ou guanina)	Os nucleótido são constituídos por: - grupo fosfato - pentose: ribose - base nitrogenada (adenina, uracilo, citosina ou guanina)
A razão adenina-timina e guanina-citosina é aproximadamente igual a 1	A razão adenina-uracilo e guanina-citosina é variável
A quantidade é constante em todas as células do organismo	A quantidade varia de célula para célula e ao longo da vida das células
Localiza-se no núcleo das células e, em pequenas quantidades, nas mitocôndrias e nos cloroplastos	Forma-se no núcleo a partir do DNA, migrando depois para o citoplasma das células
Apresenta apenas uma forma	Apresenta três formas: mRNA (mensageiro), tRNA (de transferência) e rRNA (ribossômico ou ribossomal)

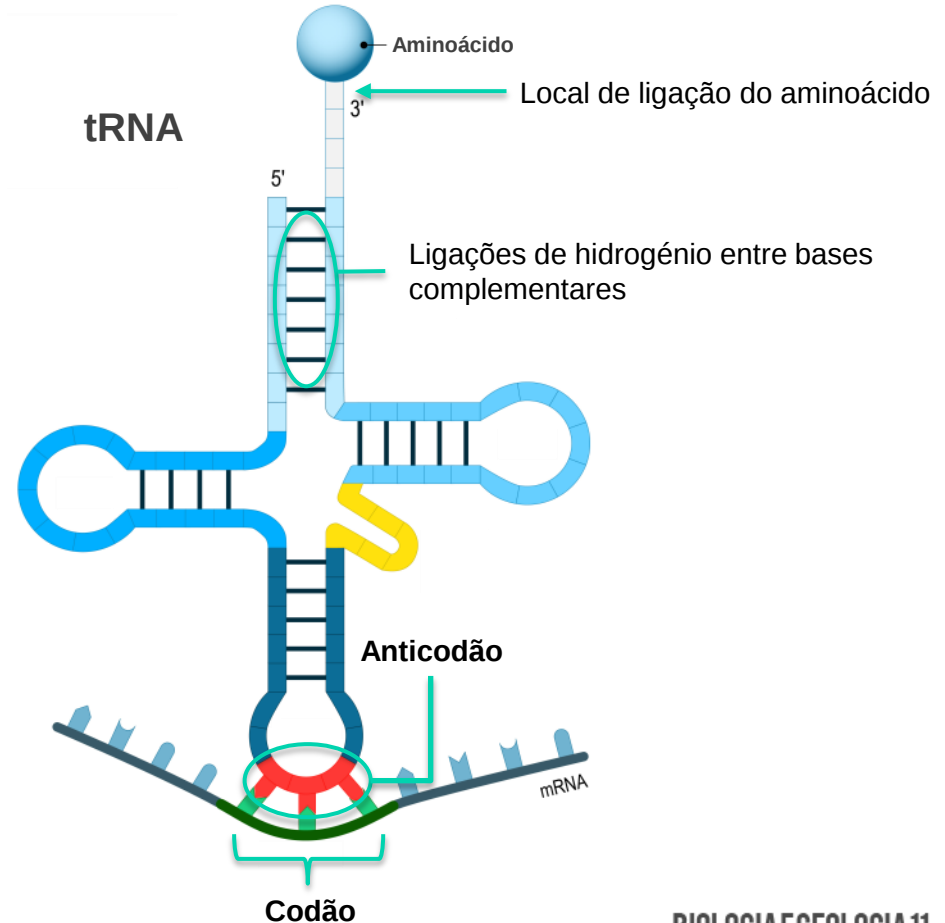
TIPOS DE RNA

O RNA forma-se a partir do DNA, que lhe serve de «molde».



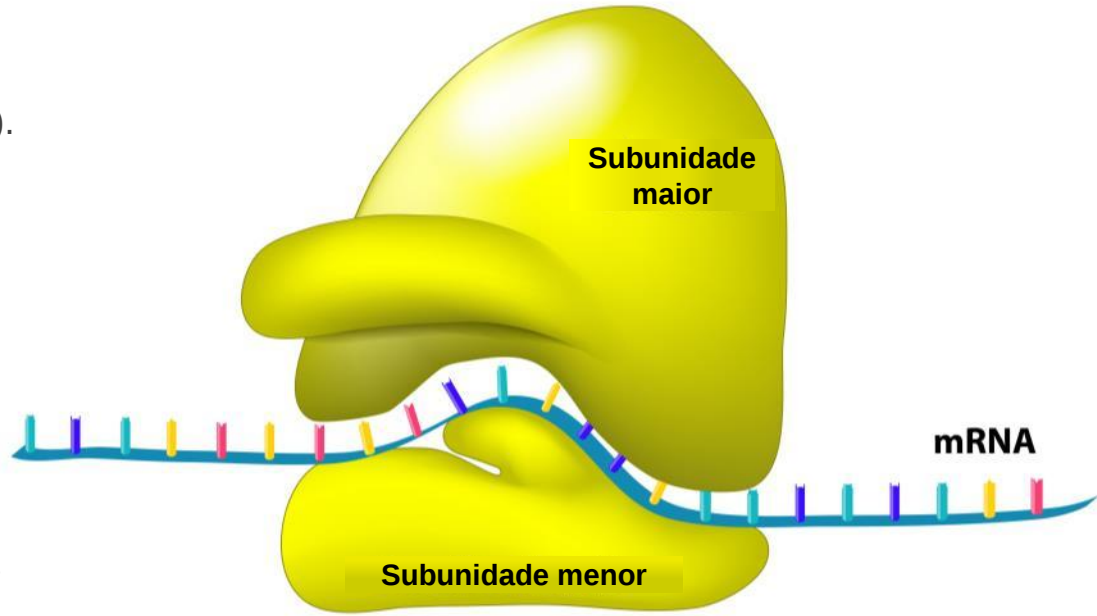
Características e função

- Estabelecem-se ligações de hidrogénio entre alguns nucleótidos da cadeia polinucleotídica que constitui cada molécula de tRNA, dando-lhe uma estrutura tridimensional.
- Cada molécula de tRNA tem um grupo de 3 bases (**anticodão**) que é complementar a um triplete (**codão**) do mRNA.
- O tRNA é responsável pelo transporte de aminoácidos. Cada molécula de tRNA transporta um aminoácido (que se liga à extremidade 3').
- O aminoácido transportado depende do anticodão da molécula de tRNA.



RIBOSSOMAS

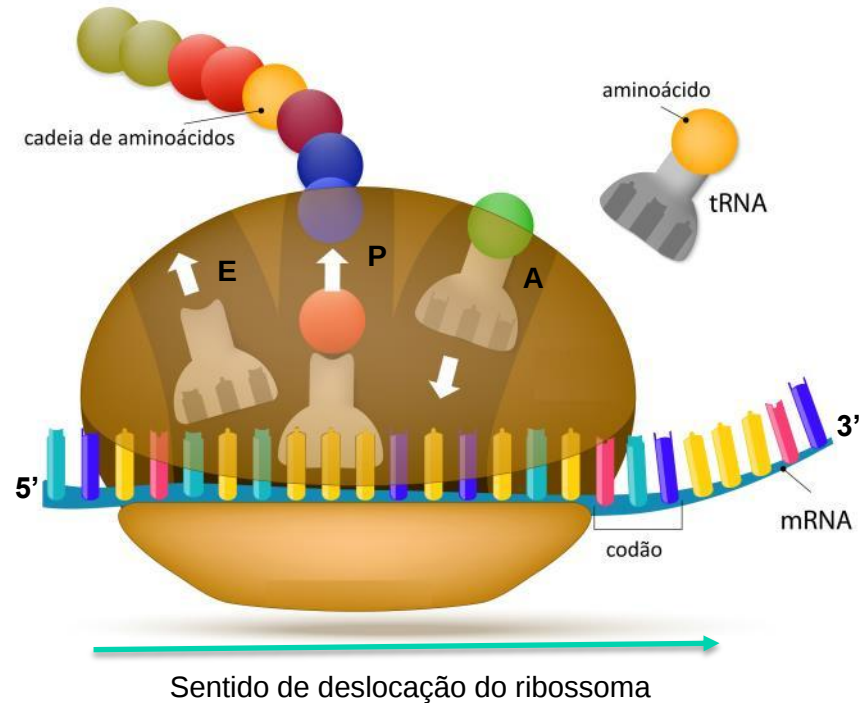
- Os ribossomas são formados por rRNA (ribossômico ou ribossomal) e proteínas.
- São constituídos por duas subunidades (subunidade maior e subunidade menor).
- Os ribossomas apenas são funcionais quando as duas subunidades estão ligadas.
- Os ribossomas presentes nas células procarióticas e nas mitocôndrias e nos cloroplastos são de menores dimensões do que os do citoplasma e do retículo endoplasmático rugoso (RER) das células eucarióticas.



Na subunidade maior do ribossoma é possível distinguir três regiões:

- **A** – onde o anticodão do tRNA se liga ao codão do mRNA
- **P** – onde o aminoácido transportado pelo tRNA se liga à cadeia polipeptídica em formação
- **E** – onde o tRNA sai, depois de ter transferido o aminoácido que transportava para a cadeia polipeptídica.

Os ribossomas não são específicos.
Podem participar na síntese de qualquer proteína.

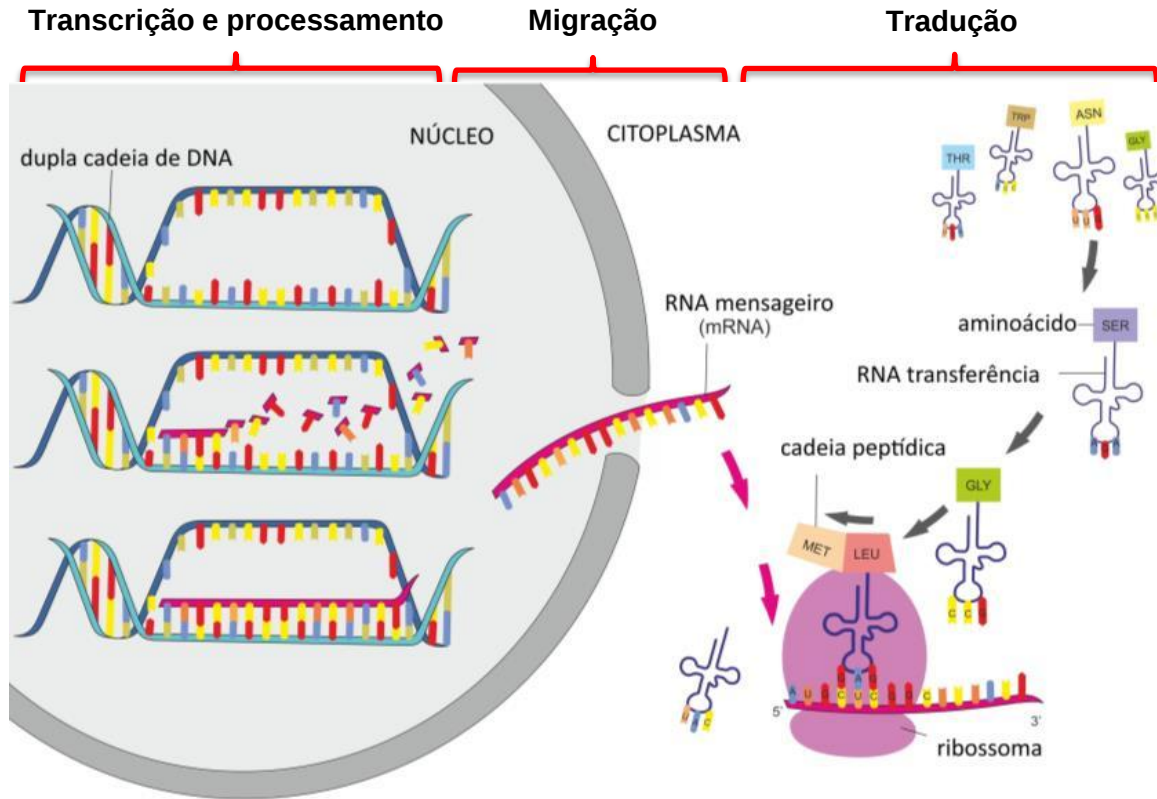


Qual a importância da síntese proteica?

- As proteínas são as moléculas responsáveis por quase todas as funções celulares. São elas que controlam as reações químicas da fotossíntese ou da respiração celular; são elas que controlam a entrada e saída de materiais da célula; são elas que fazem a comunicação entre células, etc.
- As células estão continuamente a construir (sintetizar) as proteínas de que necessitam para cada fase da vida celular.
- As proteínas diferem de espécie para espécie. Mesmo em indivíduos da mesma espécie, parte das proteínas apresentam pequenas diferenças. É por isso que um órgão transplantado pode ser rejeitado pela pessoa que o recebe. Isto acontece porque as instruções para a síntese de proteínas estão no DNA, e o DNA é diferente e único em cada ser vivo.

SÍNTESE PROTEICA

Etapas da síntese proteica



Etapas da síntese proteica

• TRANSCRIÇÃO

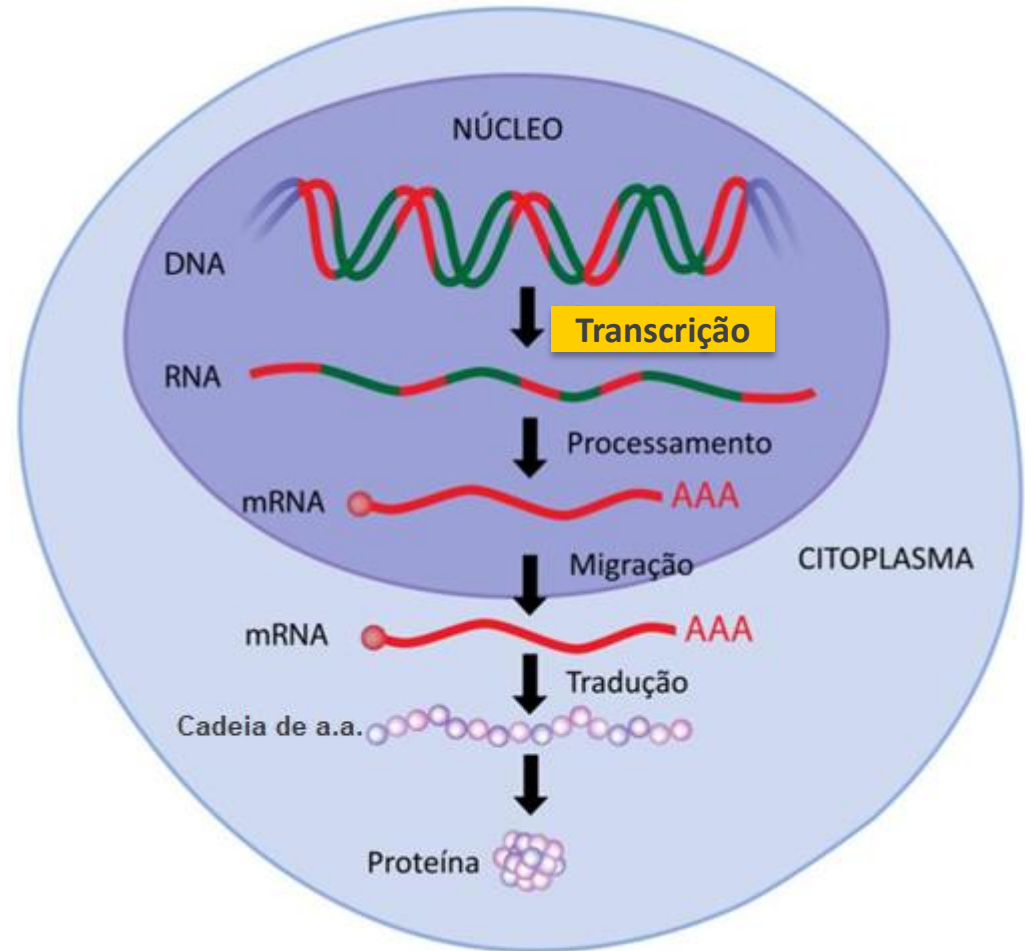
Corresponde à síntese de uma molécula de mRNA, tendo por molde uma porção de DNA (gene). A molécula de mRNA é complementar e antiparalela da molécula de DNA que lhe dá origem.

Nos organismos eucariontes, a molécula resultante da transcrição denomina-se pré-mRNA, uma vez que ainda vai sofrer processamento (ou maturação).

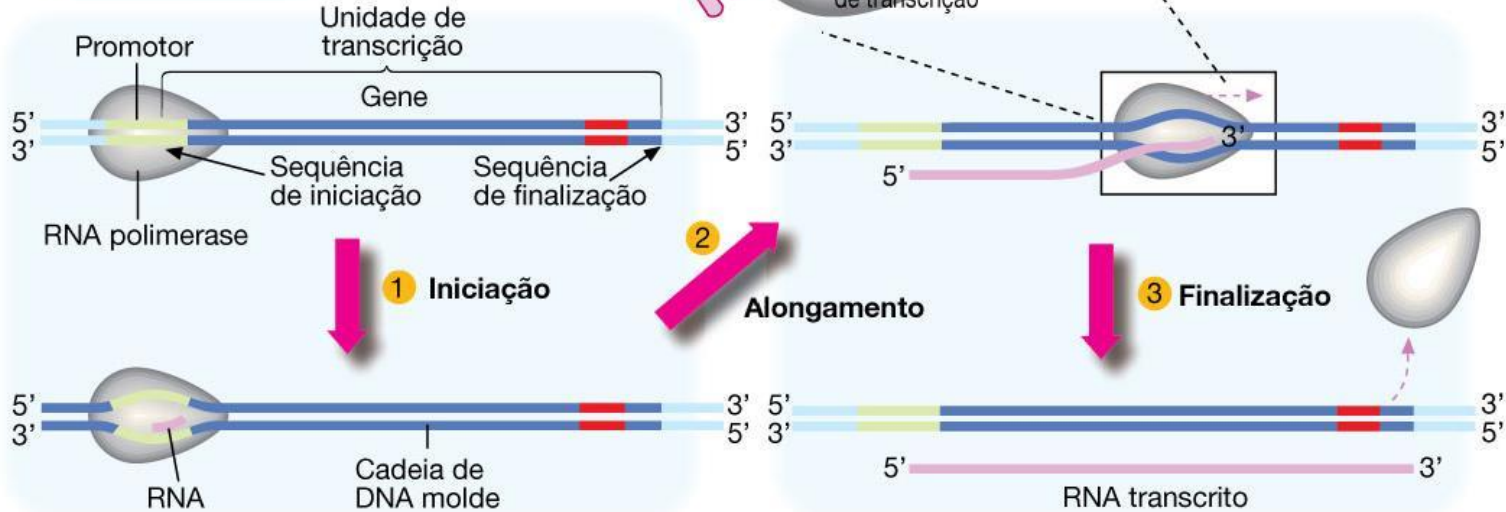
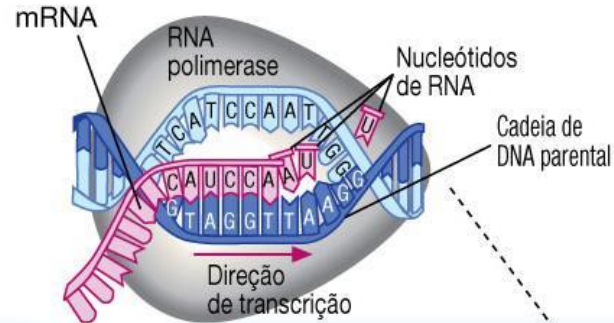
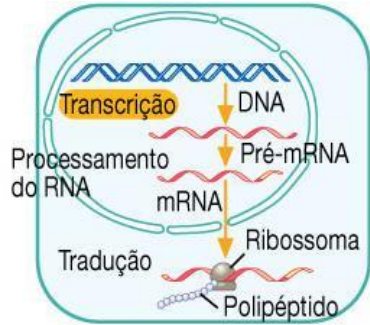
• PROCESSAMENTO

• MIGRAÇÃO

• TRADUÇÃO



TRANSCRIÇÃO

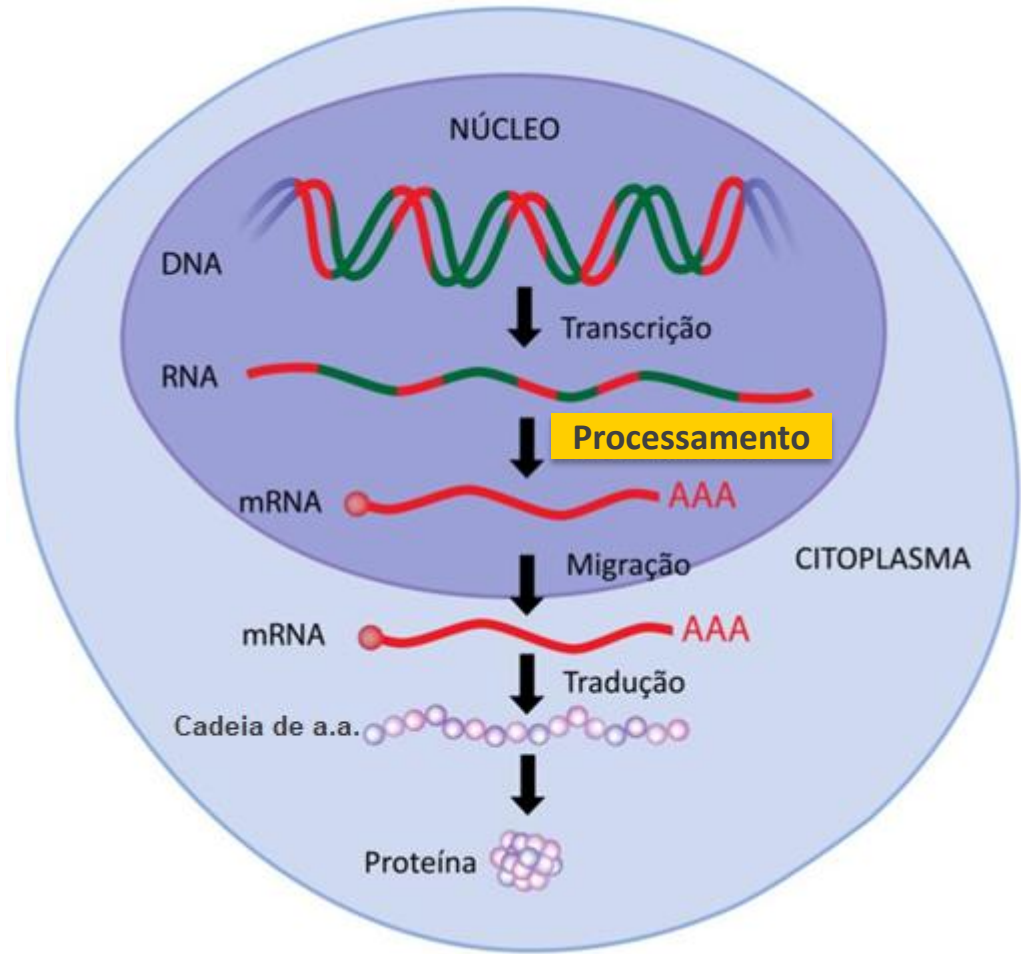


Etapas da síntese proteica

- TRANSCRIÇÃO
- **PROCESSAMENTO**

Alguns segmentos do pré-mRNA (intrões) são removidos. Forma-se mRNA, apenas com os segmentos restantes (exões).

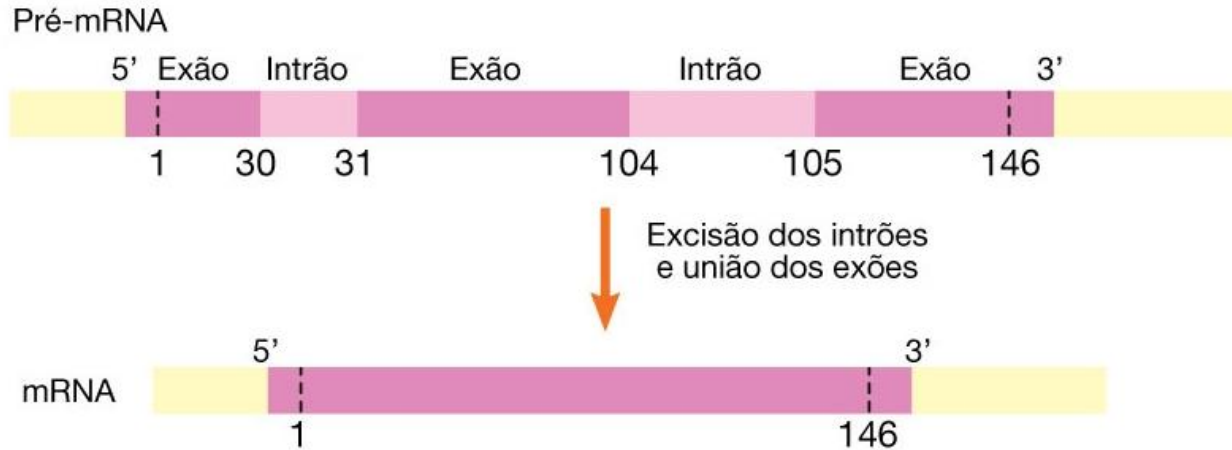
- MIGRAÇÃO
- TRADUÇÃO





PROCESSAMENTO

O processamento consiste na remoção de sequências não codificantes do pré-mRNA (intrões) resultante da transcrição de um gene.



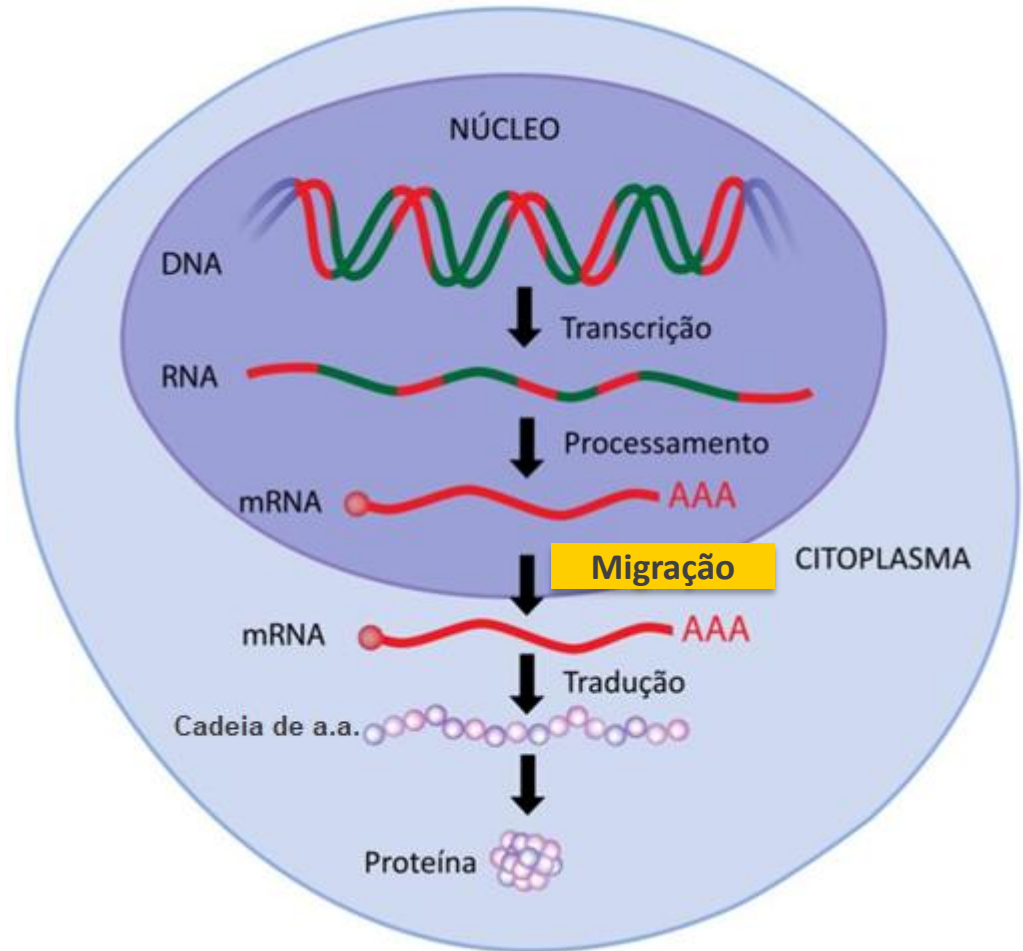
Nas células procarióticas e nas mitocôndrias e cloroplastos, o mRNA não sofre processamento, entrando imediatamente na fase de tradução.

Etapas da síntese proteica

- TRANSCRIÇÃO
- PROCESSAMENTO
- **MIGRAÇÃO**

O mRNA já processado sai do núcleo para o citoplasma, através dos poros do invólucro nuclear.

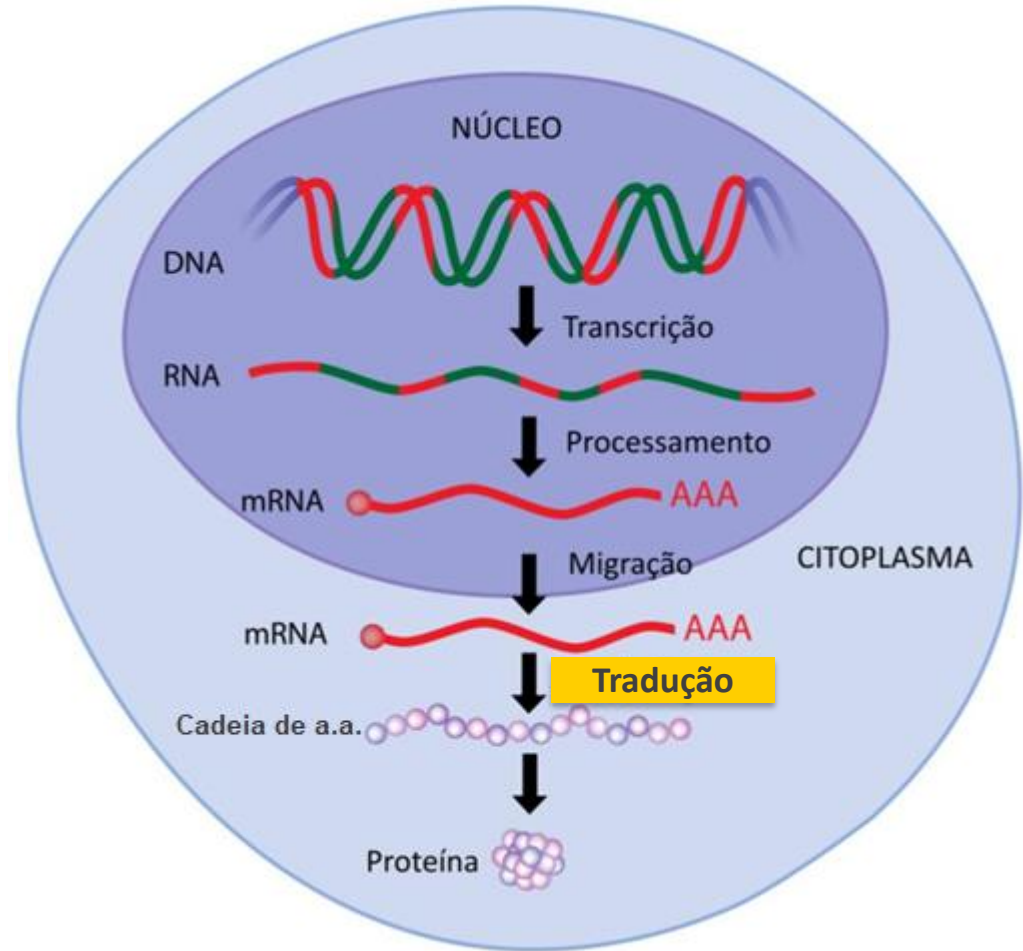
- TRADUÇÃO



Etapas da síntese proteica

- TRANSCRIÇÃO
- PROCESSAMENTO
- MIGRAÇÃO
- **TRADUÇÃO**

Corresponde à conversão da informação presente no mRNA numa sequência de aminoácidos específica (polipéptido). Esta etapa requer a existência de ribossomas e de tRNA.





		Segunda base do codão									
		U		C		A		G			
Primeira base do codão	U	UUU	Fenilalanina (Fen)	UCU	Serina (Ser)	UAU	Tirosina (Tir)	UGU	Cisteína (Cis)		U
		UUC		UCC		UAC		UGC			C
		UUA	Leucina (Leu)	UCA		UAA	Codões de finalização (stop)	UGA	Codão de finalização (stop)		A
		UUG		UCG		UAG		UGG			Triptofano (Trp)
	C	CUU	Leucina (Leu)	CCU	Prolina (Pro)	CAU	Histidina (His)	CGU	Arginina (Arg)		U
		CUC		CCC		CAC		CGC			C
		CUA		CCA		CAA	Glutamina (Gln)	CGA			A
		CUG		CCG		CAG		CGG			G
	A	AUU	Isoleucina (ile)	ACU	Treonina (Tre)	AAU	Asparagina (Asn)	AGU	Serina (Ser)		U
		AUC		ACC		AAC		AGC			C
		AUA		ACA		AAA	Lisina (Lis)	AGA	Arginina (Arg)		A
		AUG	Metionina (Met) Codão de iniciação	ACG		AAG		AGG			G
	G	GUU	Valina (Val)	GCU	Alanina (Ala)	GAU	Ácido aspártico (Asp)	GGU	Glicina (Gli)		U
		GUC		GCC		GAC		GGC			C
		GUA		GCA		GAA	Ácido glutâmico (Glu)	GGA			A
		GUG		GCG		GAG		GGG			G

		Segunda base do codão									
		U		C		A		G			
Terceira base do codão	U	UUU	Fenilalanina (Fen)	UCU	Serina (Ser)	UAU	Tirosina (Tir)	UGU	Cisteína (Cis)		U
		UUC		UCC		UAC		UGC			C
		UUA	Leucina (Leu)	UCA		UAA	Codões de finalização (stop)	UGA	Codão de finalização (stop)		A
		UUG		UCG		UAG					UGG
	C	CUU	Leucina (Leu)	CCU	Prolina (Pro)	CAU	Histidina (His)	CGU	Arginina (Arg)		U
		CUC		CCC		CAC		CGC			C
		CUA		CCA		CAA	Glutamina (Gln)	CGA			A
		CUG		CCG		CAG		CGG			G
	A	AUU	Isoleucina (ile)	ACU	Treonina (Tre)	AAU	Asparagina (Asn)	AGU	Serina (Ser)		U
		AUC		ACC		AAC		AGC			C
		AUA		ACA		AAA	Lisina (Lis)	AGA	Arginina (Arg)		A
		AUG	Metionina (Met) Codão de iniciação	ACG		AAG		AGG			G
	G	GUU	Valina (Val)	GCU	Alanina (Ala)	GAU	Ácido aspártico (Asp)	GGU	Glicina (Gli)		U
		GUC		GCC		GAC		GGC			C
		GUA		GCA		GAA	Ácido glutâmico (Glu)	GGA			A
		GUG		GCG		GAG		GGG			G

Terceira base do codão

O mRNA forma-se a partir de um segmento (gene) da cadeia de DNA que lhe serve de molde. A informação está «escrita» no gene em «palavras» de três letras, ou seja, em sequências de três bases nitrogenadas (nucleótidos) do DNA (**codogene**).

CÓDIGO GENÉTICO

Segunda base do codão

Primeira base do codão	Segunda base do codão				Terceira base do codão
	U	C	A	G	
U	UUU Fenilalanina (Fen)	UCU Serina (Ser)	UAU Tirosina (Tir)	UGU Cisteína (Cis)	U
	UUC	UCC	UAC	UGC	C
	UUA Leucina (Leu)	UCA	UAA Codões de finalização (stop)	UGA Codão de finalização (stop)	A
	UUG	UCG	UAG	UGG Triptofano (Trp)	G
C	CUU Leucina (Leu)	CCU Prolina (Pro)	CAU Histidina (His)	CGU Arginina (Arg)	U
	CUC	CCC	CAC	CGC	C
	CUA	CCA	CAA Glutamina (Gln)	CGA	A
	CUG	CCG	CAG	CGG	G
A	AUU Isoleucina (Ile)	ACU Treonina (Tre)	AAU Asparagina (Asn)	AGU Serina (Ser)	U
	AUC	ACC	AAC	AGC	C
	AUA	ACA	AAA Lisina (Lis)	AGA Arginina (Arg)	A
	AUG Codão de iniciação	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU Valina (Val)	GCU Alanina (Ala)	GAU Ácido aspártico (Asp)	GGU Glicina (Gli)	U
	GUC	GCC	GAC	GGC	C
	GUA	GCA	GAA Ácido glutâmico (Glu)	GGA	A
	GUG	GCG	GAG	GGG	G

A cada codogene transcrito corresponde uma sequência de três bases (nucleótidos) do mRNA – **codão** – e a cada codão vai-se ligar o tRNA que tem o **anticodão** complementar.

Assim, a sequência de aminoácidos das proteínas é determinada pela sequência de bases do DNA transcrito.

O **código genético** estabelece a relação entre os codões (mRNA) e o aminoácido correspondente.

Por exemplo: Se num codogene estiver a sequência AAA, o RNA mensageiro transcreve essa informação no codão UUU, onde encaixa o anticodão AAA, localizado num tRNA que transporta a fenilalanina.



Características do código genético

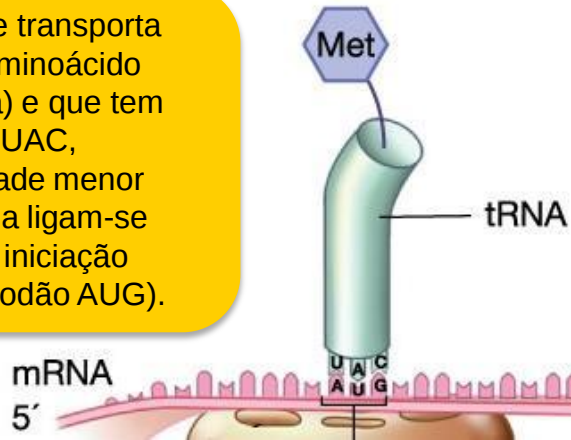
- **Todos os aminoácidos são codificados por um codão** – triplete de nucleótidos do mRNA.
- **Universalidade:** a um determinado codão corresponde o mesmo aminoácido na quase totalidade dos organismos.
- **Redundância:** existem vários codões que podem codificar o mesmo aminoácido (ver código genético no slide anterior).
- **Não ambiguidade:** a cada codão corresponde apenas um aminoácido, ou seja, um determinado codão não codifica dois aminoácidos diferentes.
- **Existem codões de finalização (ou stop):** os tripletos UAA, UAG e UGA indicam a interrupção do processo, e a proteína é libertada. Nenhum destes codões codifica um aminoácido.
- **Existe um codão de iniciação:** o codão AUG que codifica o aminoácido metionina, é responsável pelo sinal de início da tradução.
- **O terceiro nucleótido de cada codão é menos específico que os dois primeiros.**

TRADUÇÃO

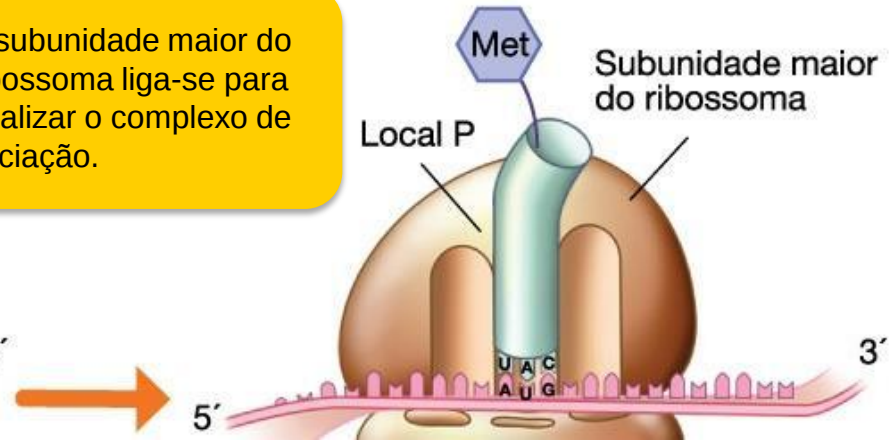
A tradução do mRNA ocorre em três etapas: **iniciação**, **alongamento** e **finalização**.

INICIAÇÃO

O tRNA, que transporta o primeiro aminoácido (a metionina) e que tem o anticódon UAC, e a subunidade menor do ribossoma ligam-se ao ponto de iniciação do mRNA (codão AUG).

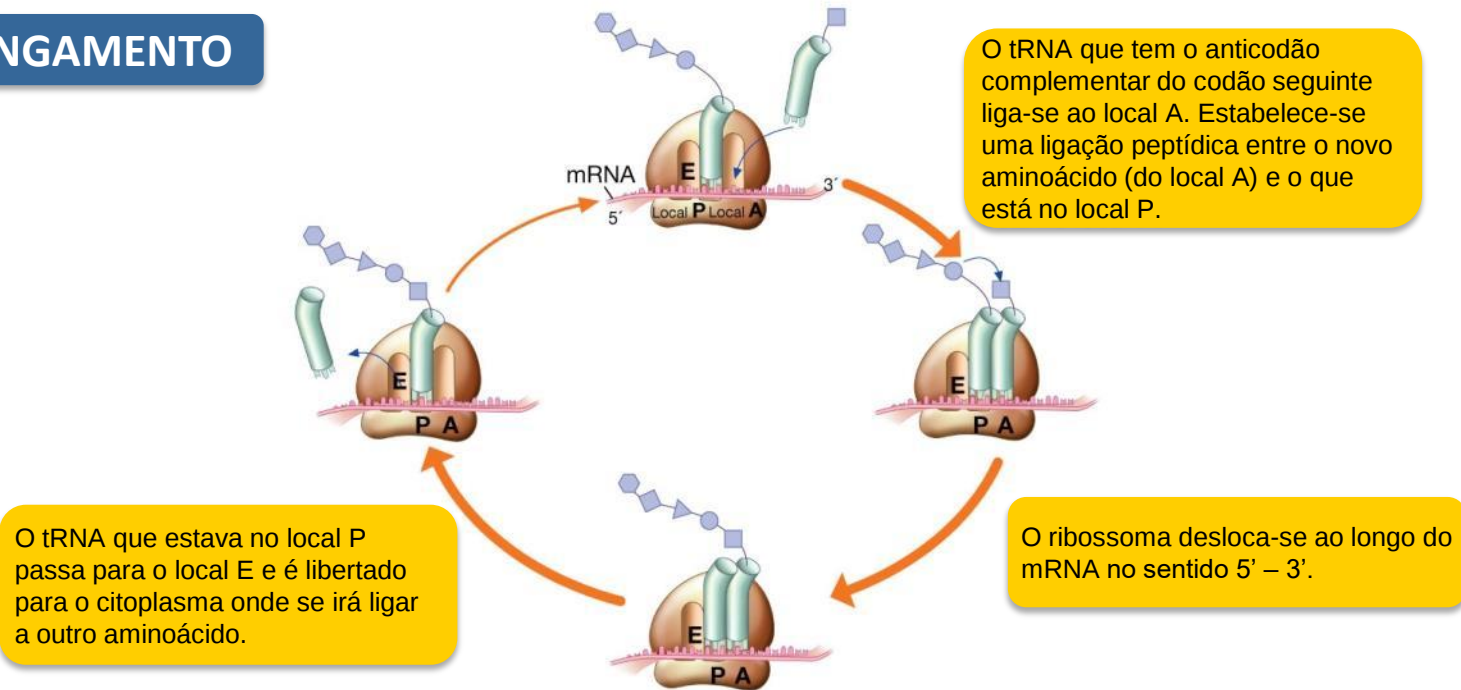


A subunidade maior do ribossoma liga-se para finalizar o complexo de iniciação.



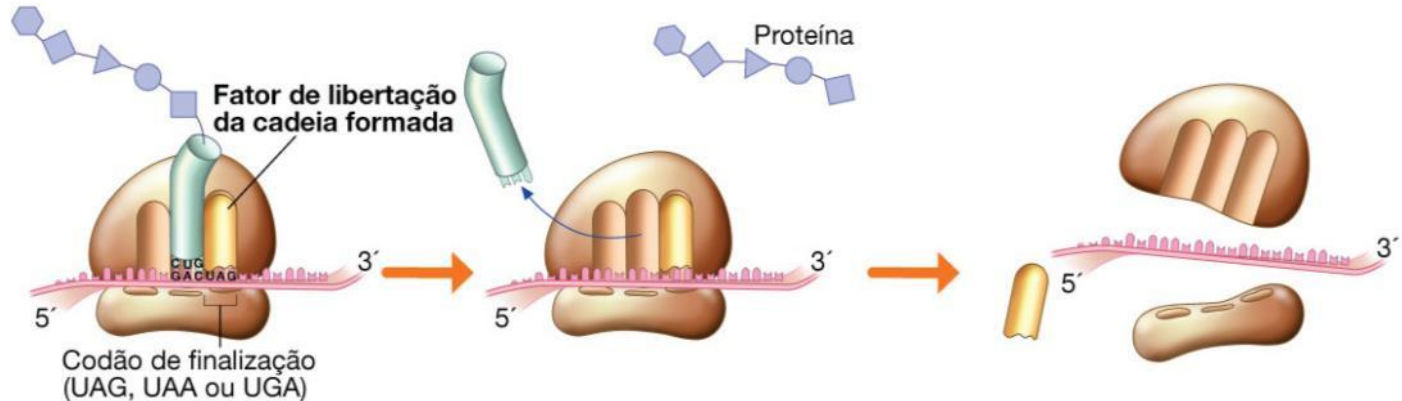
TRADUÇÃO

ALONGAMENTO



TRADUÇÃO

FINALIZAÇÃO

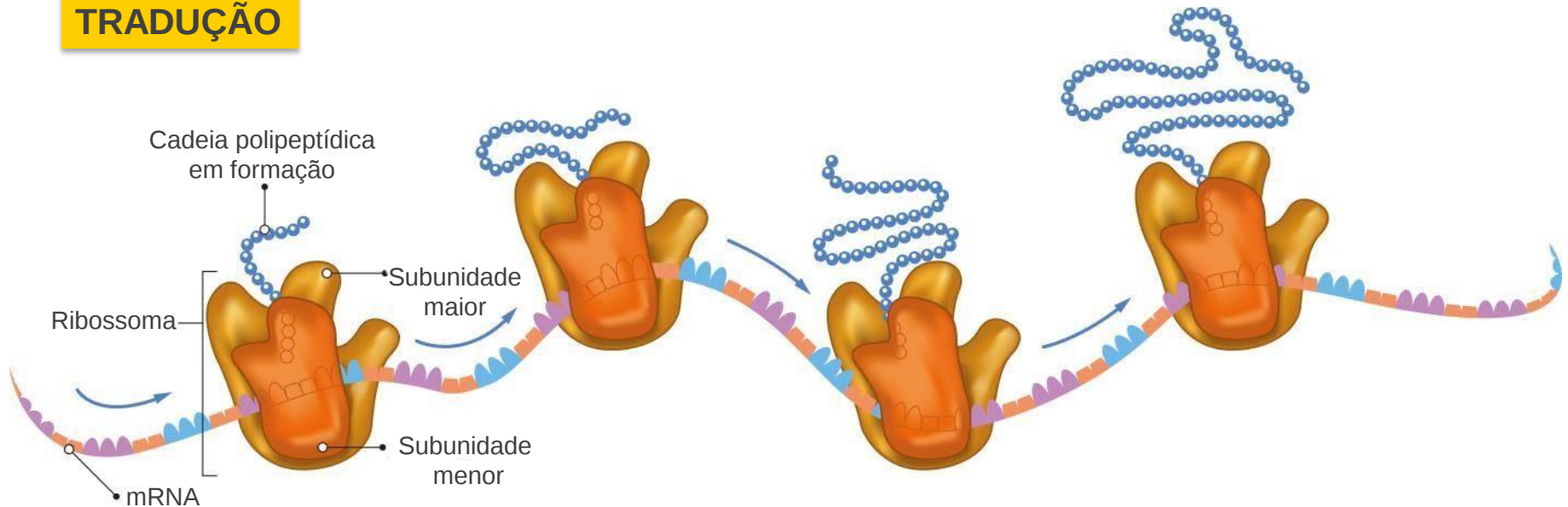


A tradução termina quando o local A se alinha com um dos códons de finalização ou codão stop. Estes códons não codificam aminoácidos nem se ligam a um tRNA. O codão stop liga-se a uma proteína – fator de dissociação, terminando a síntese proteica.

O último tRNA liberta-se do ribossoma. A proteína recém sintetizada é libertada, adquirindo a sua estrutura tridimensional.

As duas subunidades do ribossoma (reutilizáveis) separam-se.

TRADUÇÃO



Cada molécula de mRNA pode ser traduzida simultaneamente por muitos ribossomos, produzindo-se assim várias cópias da mesma proteína.

O conjunto formado pela molécula de mRNA, os vários ribossomos que a traduzem e pelas cadeias peptídicas em formação denomina-se **polirribossoma** ou **polissoma**.



Imagina um segmento hipotético de uma cadeia de DNA com a seguinte sequência de bases:

TACGGAGGTGTGTCAACAAAAT

Consulta a tabela do código genético e indica a sequência de aminoácidos que esta sequência codifica.

	U	C	A	G	
U	UUU Fenilalanina (Fen) UUC UUA Leucina (Leu) UUG	UCU UCC Serina (Ser) UCA UCG	UAU Tirosina (Tir) UAC UAA Codões de finalização (stop) UAG	UGU Cisteína (Cis) UGC UGA Codão de finalização (stop) UGG Triptofano (Trp)	U C A G
C	CUU CUC Leucina (Leu) CUA CUG	CCU CCC Prolina (Pro) CCA CCG	CAU Histidina (His) CAC CAA Glutamina (Gln) CAG	CGU CGC Arginina (Arg) CGA CGG	U C A G
A	AUU AUC Isoleucina (ile) AUA AUG Metionina (Met) Codão de iniciação	ACU ACC Treonina (Tre) ACA ACG	AAU Asparagina (Asn) AAC AAA Lisina (Lis) AAG	AGU Serina (Ser) AGC AGA Arginina (Arg) AGG	U C A G
G	GUU GUC Valina (Val) GUA GUG	GCU GCC Alanina (Ala) GCA GCG	GAU Ácido aspártico (Asp) GAC GAA Ácido glutâmico (Glu) GAG	GGU GGC Glicina (Gli) GGA GGG	U C A G

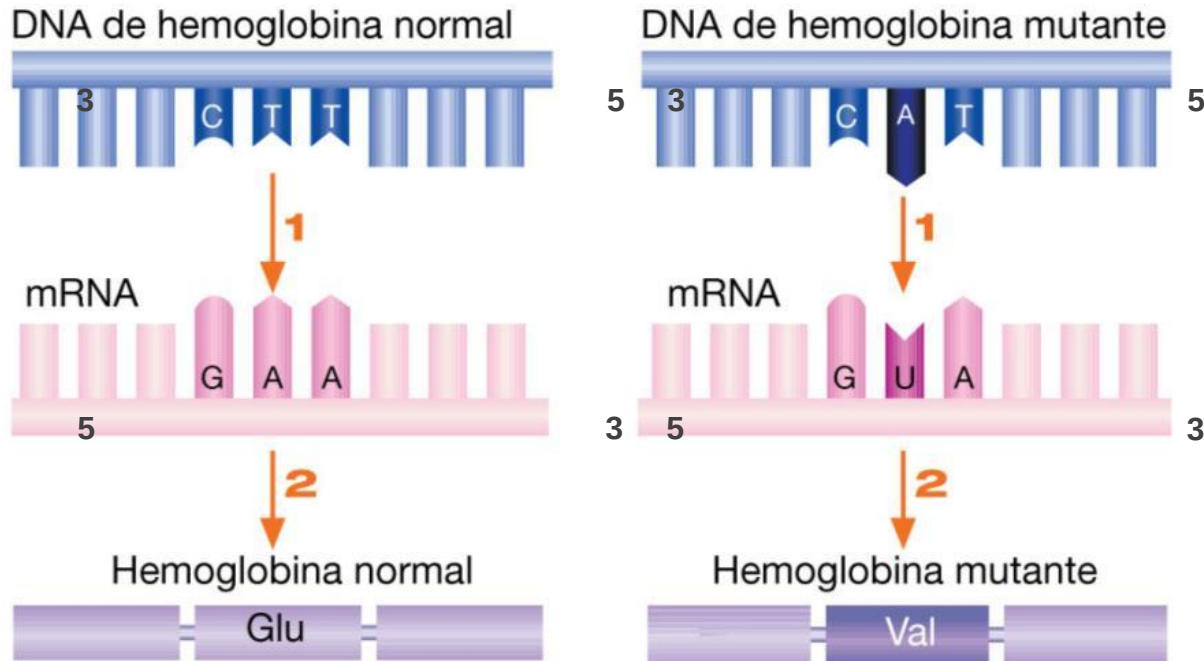
MUTAÇÕES GÊNICAS



Mutações gênicas são alterações na sequência de bases de DNA num determinado gene.

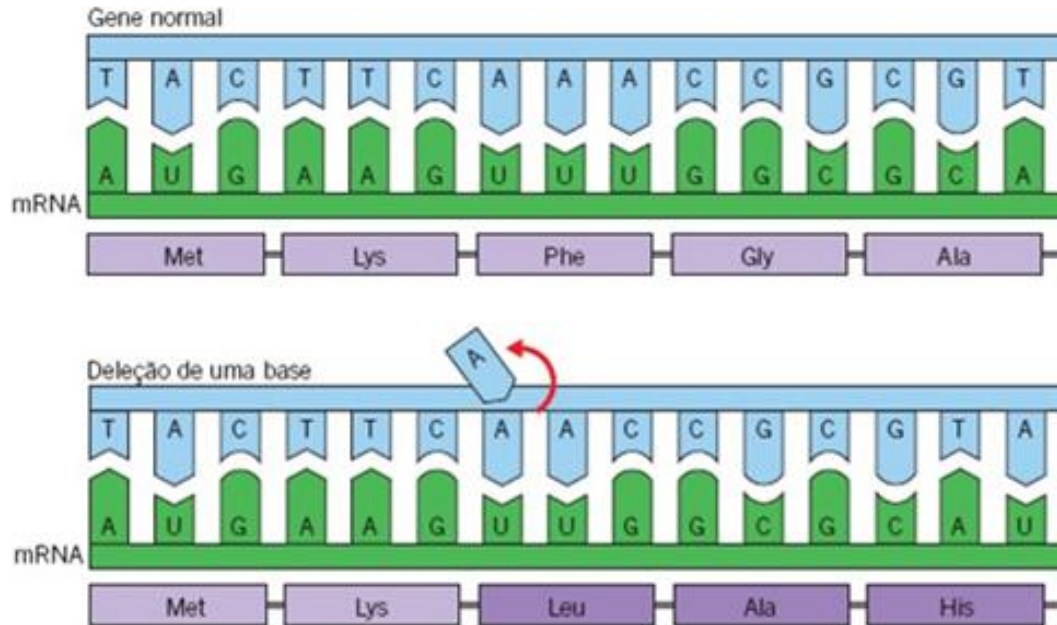
Mutação gênica por substituição: quando uma base (nucleótido) é substituída por outra.

Ex.: Anemia falciforme.



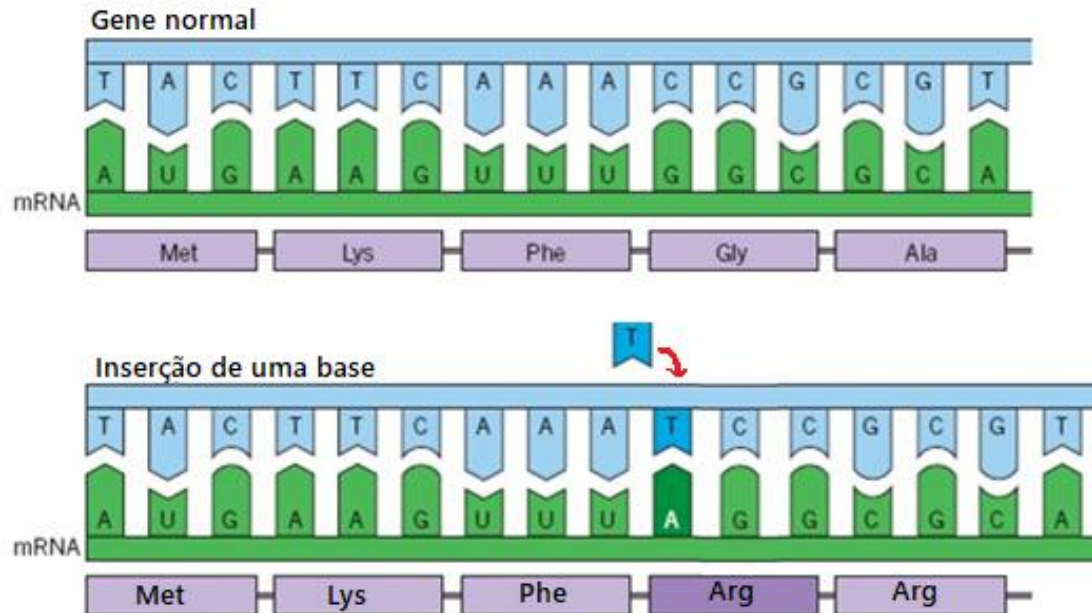
MUTAÇÕES GÊNICAS

Mutação génica por deleção: quando uma base é eliminada da cadeia.



MUTAÇÕES GÊNICAS

Mutação génica por inserção: quando uma base é inserida na cadeia.





Células reprodutoras (por ex. espermatozoides e óvulos) com mutações podem dar origem a descendentes com características diferentes, como por exemplo doenças.

Células somáticas (não reprodutoras) mutantes podem desencadear tumores (cancro).

Fatores ambientais, como os raios-X, a radiação UV do Sol e algumas substâncias do tabaco são agentes mutagénicos.

Assim, o estilo de vida influencia a ocorrência de doenças relacionadas com as mutações.