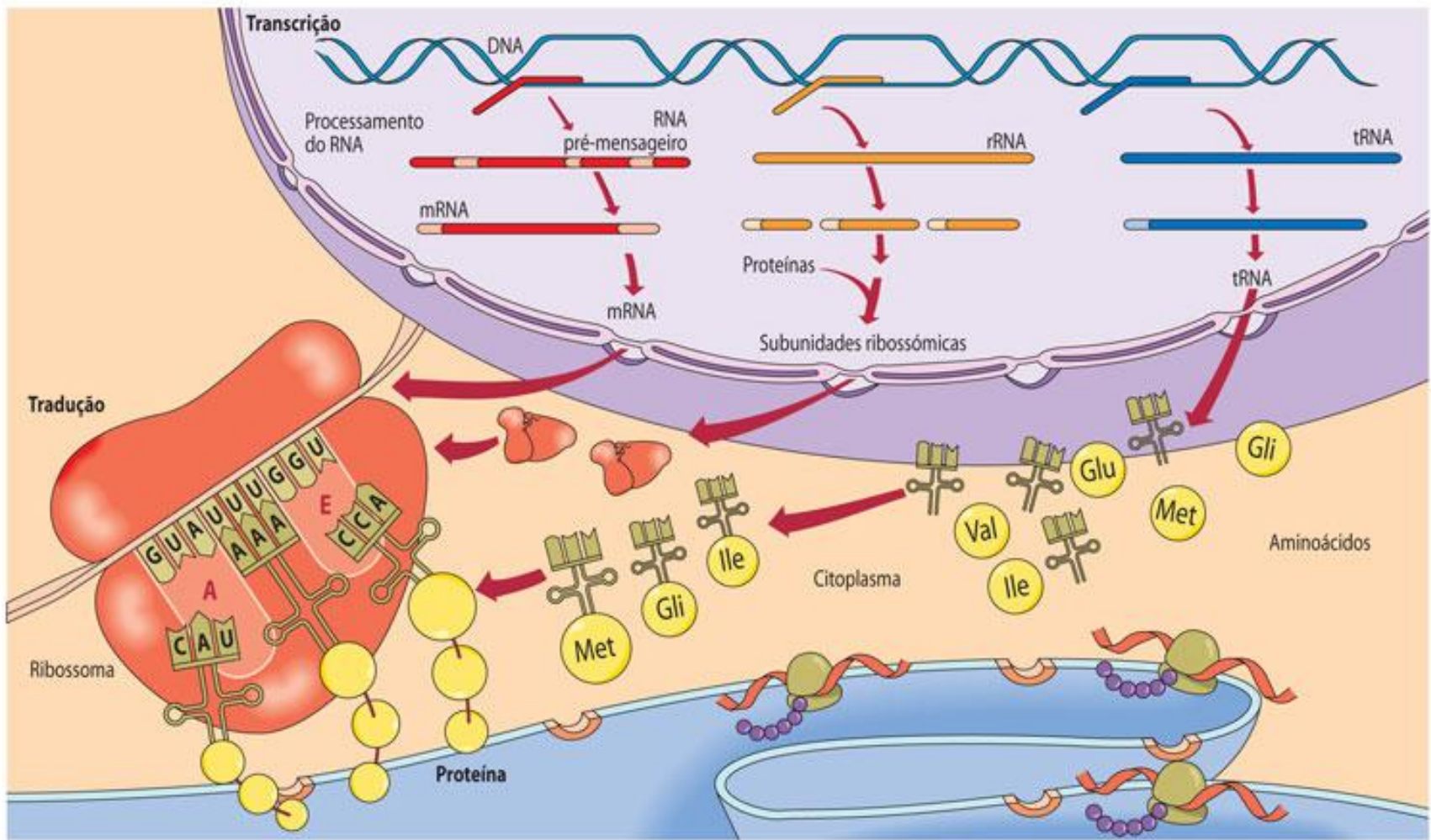


# Síntese Proteica



## Tradução

# Tradução

- A tradução permite que a mensagem contida no mRNA seja decodificada e utilizada para fabricar uma proteína.
- As proteínas são constituídas por aminoácidos, unidos por ligações peptídicas.
- Nos seres vivos, existem 20 aminoácidos diferentes.
- Para que se sintetize uma proteína, é indispensável um código que estabeleça a ponte entre a informação contida no mRNA e os aminoácidos necessários para constituir essa proteína.

## Como estará codificada a informação no DNA?

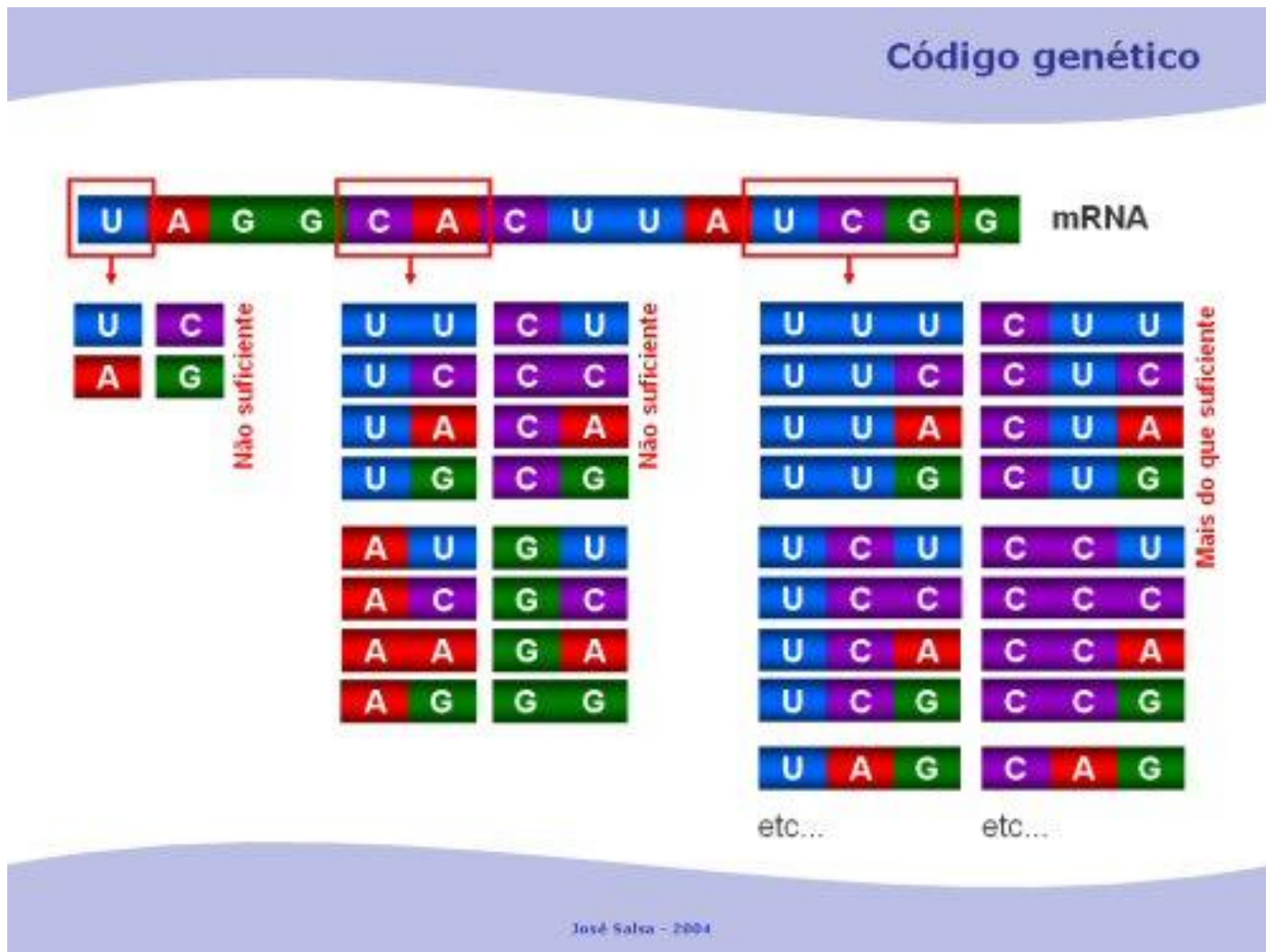
**Será que uma determinada sequência de nucleótidos determina a incorporação de um aminoácido específico?**

# Como combinar 4 tipos de ribonucleótidos para codificar 20 aminoácidos diferentes?

- Se fosse utilizado **1** ribonucleótido para 1 aminoácido, existiriam apenas, nas proteínas, **4 aminoácidos** diferentes.
- Se fossem utilizados **2** ribonucleótidos existiriam **16 combinações** ( $4^2$ ), e nas proteínas haveria apenas 16 aminoácidos diferentes.
- Associando **3** ribonucleótidos, obtêm-se **64 diferentes combinações** ( $4^3$ ), valor suficiente para codificar os 20 diferentes aminoácidos que existem nas proteínas.

**Parecia assim que o código genético assentaria uma sequência de 3 nucleótidos consecutivos, os quais formam um tripleto.**

# Como combinar 4 tipos de ribonucleótidos para codificar 20 aminoácidos diferentes?



# Código genético

Para obterem o código genético, diversos investigadores produziram fragmentos de mRNA com sequências conhecidas e determinaram as proteínas sintetizadas na presença do mRNA artificial:

- Experiência Nirenberg e Matthaei (página 28 do manual)
  - Verificaram que, quando utilizava:
    - **mRNA poli-U (...UUU...)** – obtinha apenas péptidos formados, exclusivamente, por um tipo de aminoácido – **Fenilalanina (Fen)**.
    - **mRNA poli-A (...AAA...)** - obtinha apenas péptidos formados, exclusivamente, por um tipo de aminoácido – **Lisina (Lis)**.
    - **mRNA poli-C (...CCC...)** - obtinha apenas péptidos formados, exclusivamente, por um tipo de aminoácido – **Prolina (Pro)**.
- Experiência de Khorana
  - Sintetizou moléculas de mRNA com nucleótidos alternados:
    - por ex. ...**ACACACACACAC**...
      - A cadeia peptídica era dois tipos de aminoácidos - **Treonina (Tre)** e **Histidina (His)**.

## CONCLUSÃO

Diferentes combinações de tripletos, codificam diferentes aminoácidos.

# Código genético

- Estes resultados permitiram confirmar que o código genético está escrito de forma sequencial e que, teoricamente, a sua leitura pode iniciar-se em qualquer ponto.
- A sequência de **três nucleótidos do mRNA** que **codifica um aminoácido** designa-se por **codão**.
- Cada codão, resulta, por complementaridade, de um **triplete de nucleótidos do DNA**, designado por **codogene**.
- Posteriormente foi identificada a intervenção de um outro tipo de RNA, o tRNA.
- tRNA - responsável pelo transporte de um determinado aa até ao local de síntese de proteínas (os ribossomas ).
- No final da década de 60 do séc. XX, o código genético estava decifrado e as principais características identificadas.



## ► Código genético

Tem de haver um sistema de correspondência entre a linguagem do DNA (sequências de **nucleotídeos**) e a linguagem das proteínas (sequências de **aminoácidos**) - um código genético.

Cada aminoácido é codificado por um conjunto de **três nucleotídeos** - um tripleto ou **codão** - originando 64 combinações possíveis.

A **síntese de proteínas** ocorre no citoplasma, ao nível dos ribossomas.

		2.ª BASE				
		U	C	A	G	
U	UUU	UCU } Fen	UCA } Ser	UAU	UGU } Cis	U
	UUC			UAC		UGC
	UUA	UCA		UAA	UGA	A
	UUG	UCG		UAG	UGG	G
C	CUU	CCU	CCA } Pro	CAU	CGU } His	U
	CUC	CCC		CAC		CGC
	CUA	CCA		CAA	CGA	A
	CUG	CCG		CAG	CGG	G
A	AAU	ACU	ACA } Trp	AAU	AGU } Ser	U
	AUC	ACC		AAC		AGC
	AUA	ACA		AAA	AGA	A
	AUG	ACG		AAG	AGG	G
G	GUU	GCU	GCA } Ala	GAU	GGU } Asp	U
	GUC	GCC		GAC		GGC
	GUA	GCA		GAA	GGA	A
	GUG	GCG		GAG	GGG	G

### ► Características do código genético

**Universalidade** - cada codão tem a mesma função em quase todos os seres vivos.

**Redundância** - codões diferentes podem codificar o mesmo aminoácido.

**Precisão** - o mesmo codão não codifica aminoácidos diferentes.

**Especificidade dos nucleótidos** - os dois primeiros nucleótidos de cada codão são mais específicos.

**Codão de iniciação** - o codão AUG inicia a leitura do código e também codifica a metionina.

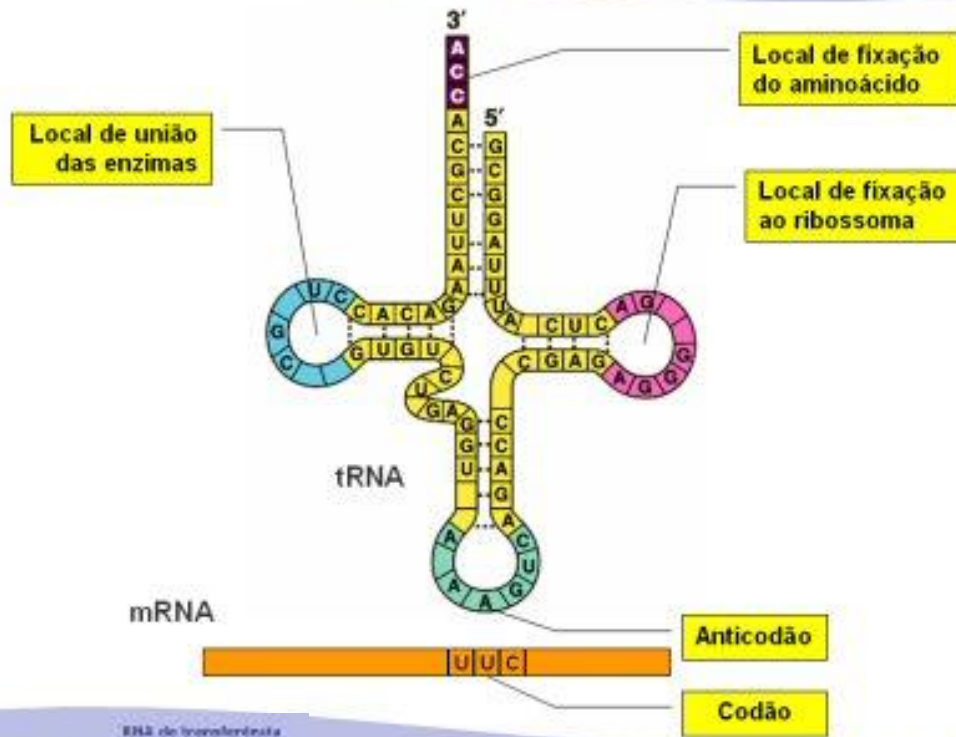
**Codão de terminação** - os codões UAA, UAG e UGA terminam a síntese da proteína.

Todos os aminoácidos são codificados por **codões**.



# Como é que a informação contida nos mRNA é traduzida em proteínas?

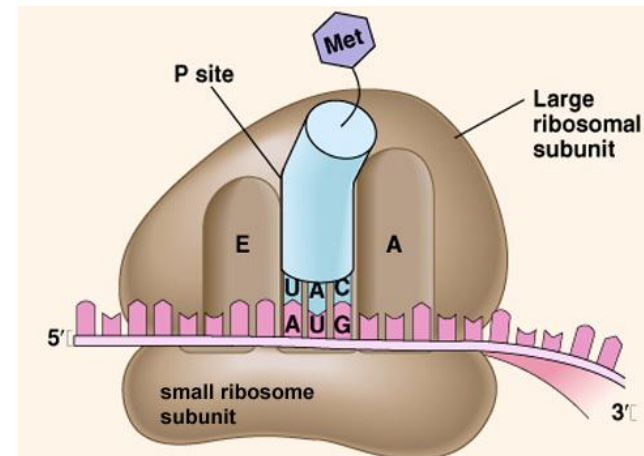
## RNA de transferência



RNA de transferência

José Salva - 2004

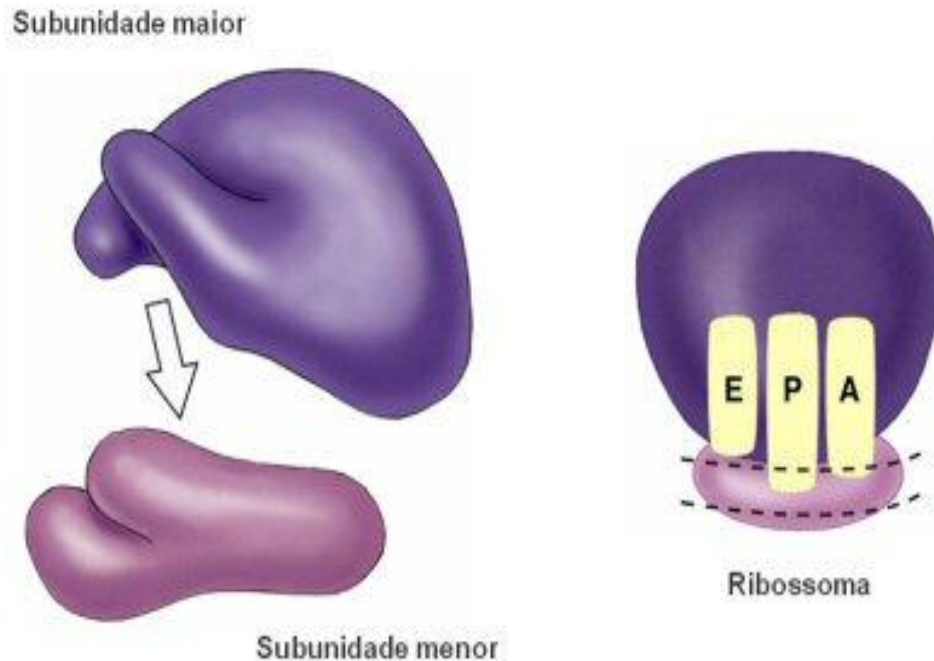
- No processo de tradução, a molécula de mRNA não faz o reconhecimento directo dos aa que constituirão a proteína.
- Nesta síntese há a participação do:
  - tRNA
  - ribossomas



# Ribossomas

São formados por:  
rRNA e proteínas associadas.

- Constituídos por duas subunidades:
  - **Subunidade maior**, na qual se podem distinguir as seguintes regiões:



- **A** – local onde o anticódon do tRNA se liga ao códon do mRNA, alinhando o aa específico a ser adicionado à cadeia peptídica em crescimento;
- **P** – permite a adição do aa transportado pelo tRNA à cadeia polipeptídica em crescimento;
- **E** – local de saída do tRNA após ter ocorrido a transferência do aa que transportava.

Não são específicos, podendo combinar-se com qualquer tRNA e mRNA e sintetizar todas as proteínas.

- **Subunidade menor**

# Tradução

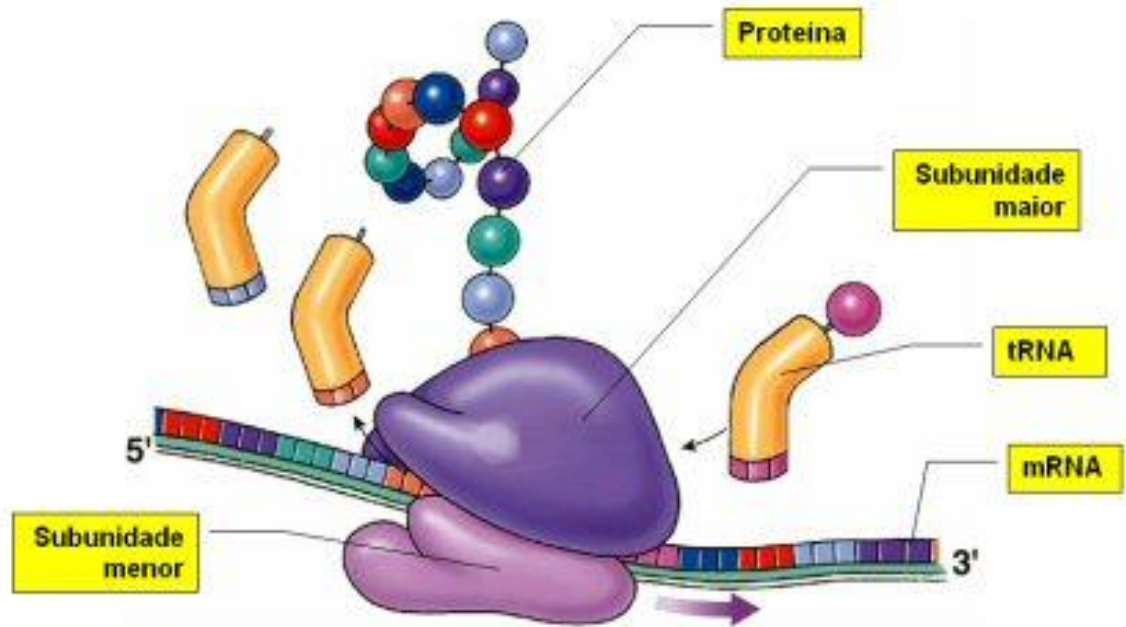
A tradução do mRNA ocorre em três etapas:

- **Iniciação;**
- **Alongamento;**
- **Finalização.**

Neste processo intervêm diversas moléculas como:

- **enzimas**
- **factores de:**
  - **iniciação**
  - **alongamento**
  - **finalização**
- **energia**

## Síntese proteica



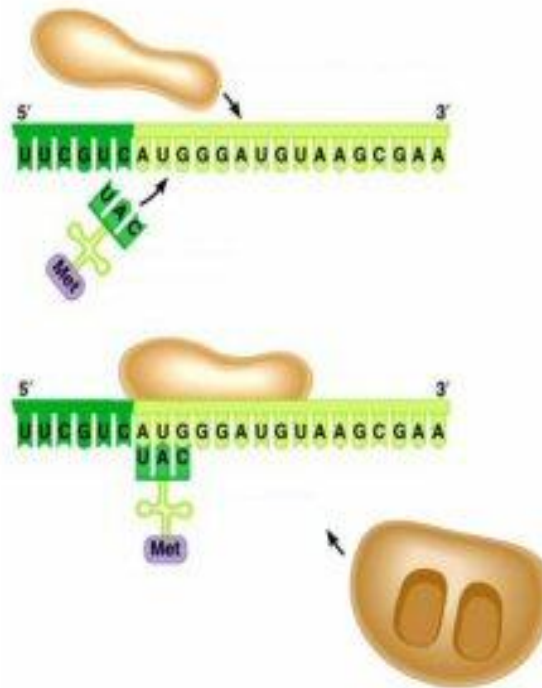
# Iniciação

## Tradução

### ▶ Etapas da síntese proteica

#### A - Iniciação

- Ligação do mRNA e do tRNA iniciador, que transporta o aminoácido Metionina, à subunidade pequena do ribossoma.
- Junção da subunidade grande ao conjunto.



A subunidade menor do ribossoma:

- liga-se à extremidade 5 do mRNA.
- desliza ao longo da molécula de mRNA até encontrar o codão de iniciação (AUG).

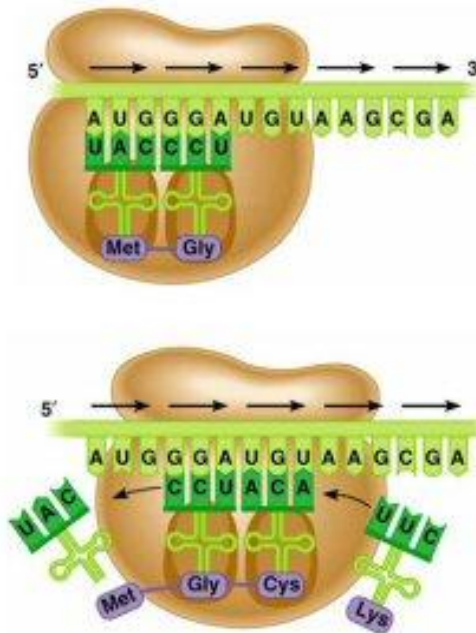
O tRNA que transporta o aa - metionina liga-se por complementaridade ao codão de iniciação, no local P do ribossoma.

A subunidade maior liga-se à subunidade menor do ribossoma.

# Alongamento

## B - Alongamento

- Ligação de um **novo tRNA**, com outro aminoácido, ao segundo codão do mRNA.
- Formação de uma **ligação peptídica** entre os dois aminoácidos.
- Avanço de **três bases** pelo ribossoma.
- **Repetição** do processo ao longo do mRNA



José Salsa - 2004

Todo o complexo desloca-se ao longo da cadeia de mRNA no sentido 5' -3' .

Os tRNA, que se tinham ligado inicialmente, vão-se despreendendo sucessivamente.

- Um segundo tRNA transporta um aminoácido específico, ligando-se ao codão, no **local A**.
- Estabelece-se uma ligação peptídica entre o aa chegado ao local A e a metionina.
- Forma-se um peptído com dois aa.
- O tRNA ligado ao peptído **passa do local A para o P**, isto permite que um novo tRNA se ligue especificamente a local A livre.
- Novamente, ocorre o estabelecimento de uma ligação peptídica.



# Finalização

## Tradução

### C - Finalização

- Chegada do ribossoma a um dos **codões de finalização**.
- Libertação da **proteína**.
- Separação do **ribossoma** nas suas subunidades.



O ribossoma encontra um **codão de finalização** – UAA, UAG ou UGA).

Este codões não codificam aa nem são reconhecidos por algum tRNA:

- o alongamento termina.

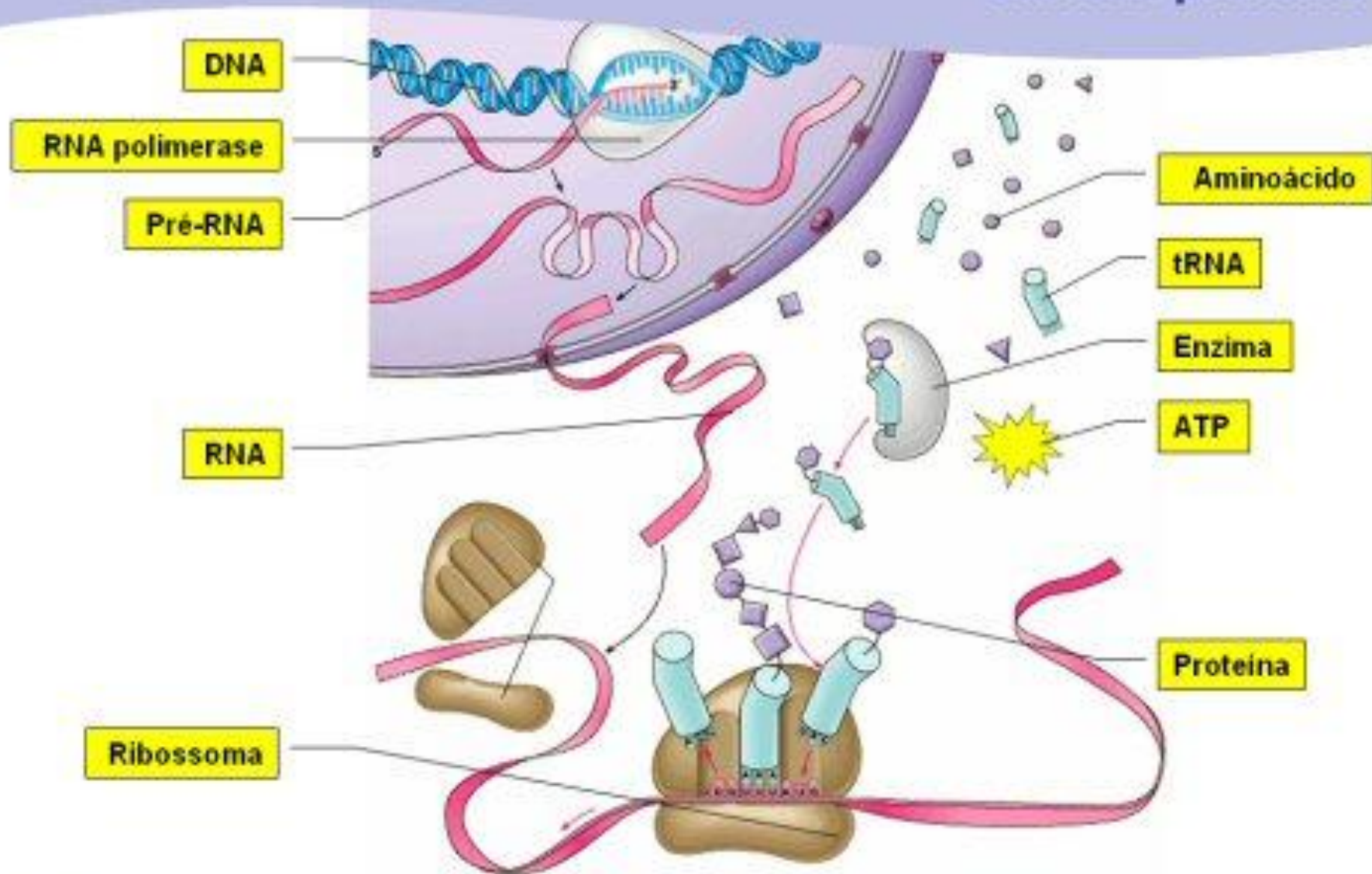
**Libertação** da cadeia polipeptídica formada.

**Separação das duas subunidades ribossomais** que ficam aptas para iniciar um novo processo de tradução.

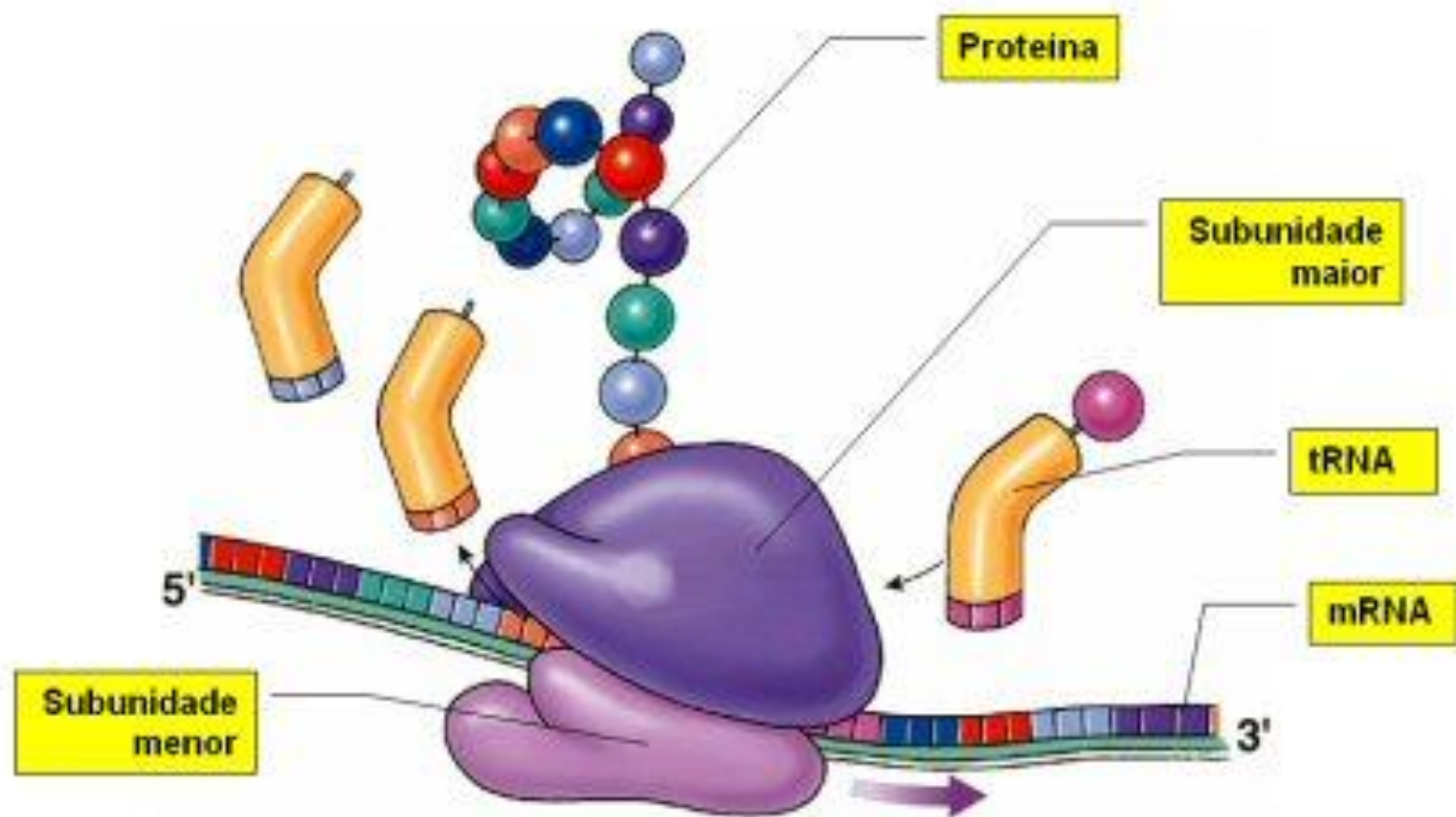


vídeo  
Tradução

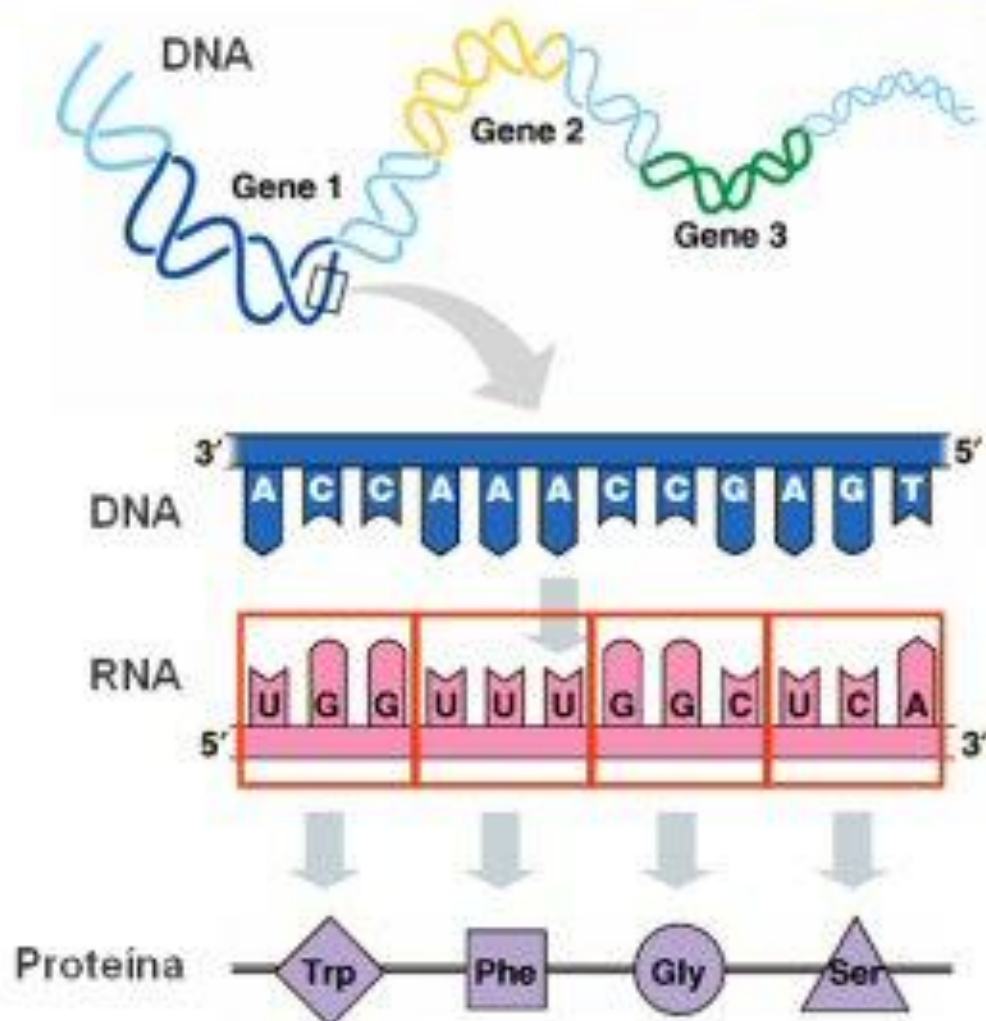
# Síntese proteica



# Síntese proteica







## ► Mecanismo da síntese proteica

Duas etapas fundamentais:

**Transcrição da mensagem genética** - segmentos de DNA codificam a produção de RNA.

**Tradução da mensagem genética** - o RNA codifica a produção de proteínas.

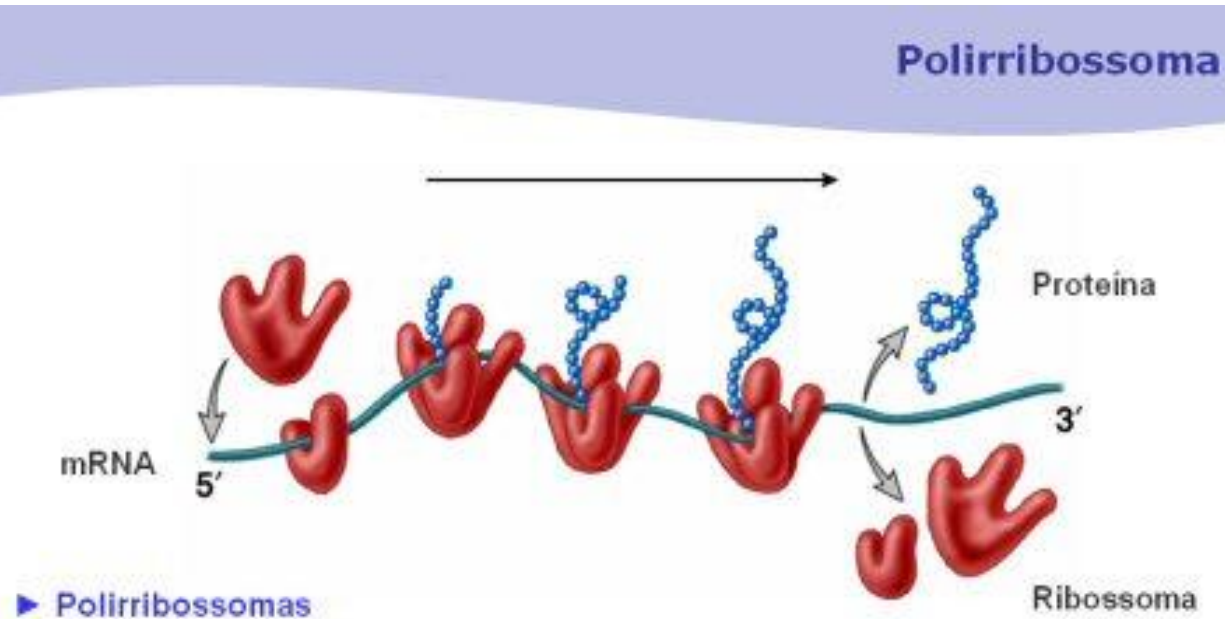
A síntese proteica pode ser considerada um processo económico

No final o mRNA é hidrolisado e os nucleótidos reciclados.

A cada molécula de mRNA podem ligar-se **diversos ribossomas**, formando um **Polirribossoma** ou **polissoma**.

Assim que um ribossoma se desloca o suficiente ao longo da molécula de mRNA, outro ribossoma liga-se ao mRNA.

Desta forma, diversas cópias desta proteína pode ser feitas a partir da mesma molécula de mRNA.



► Polirribossomas

Conjunto de **ribossomas** ligados por um filamento de **RNA**.

**Cada** ribossoma traduz a informação genética contida no mRNA e sintetiza a correspondente proteína.

Num dado momento a biossíntese está em **diferentes** estádios.

