

Código Genético



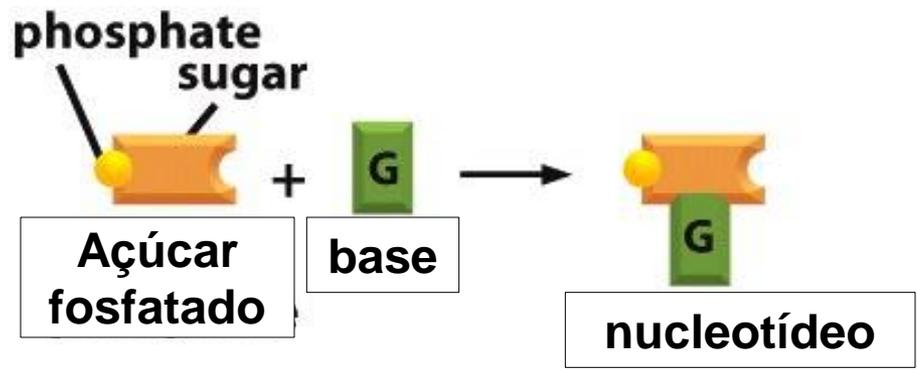
Professora Líada Rainha de Souza

Maio de 2012

Revisando...



construindo blocos de ácido nucléico



fita de DNA



Revisando...

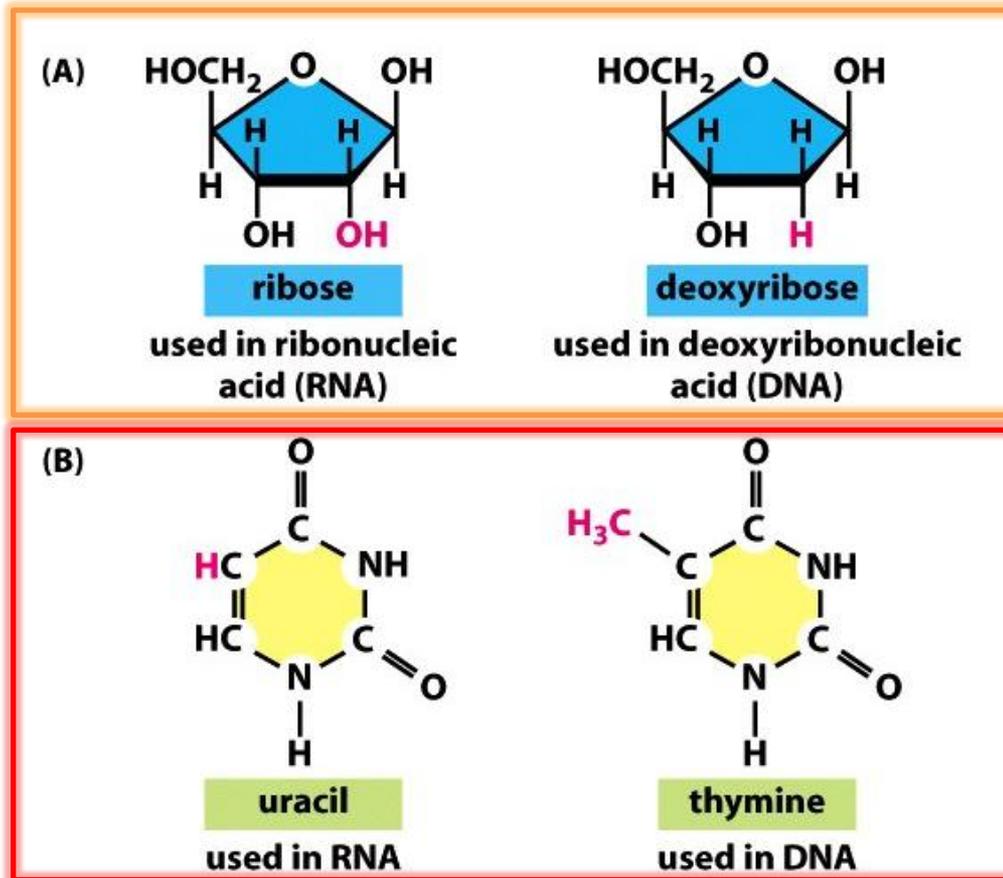


Figure 6-4 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

DNA

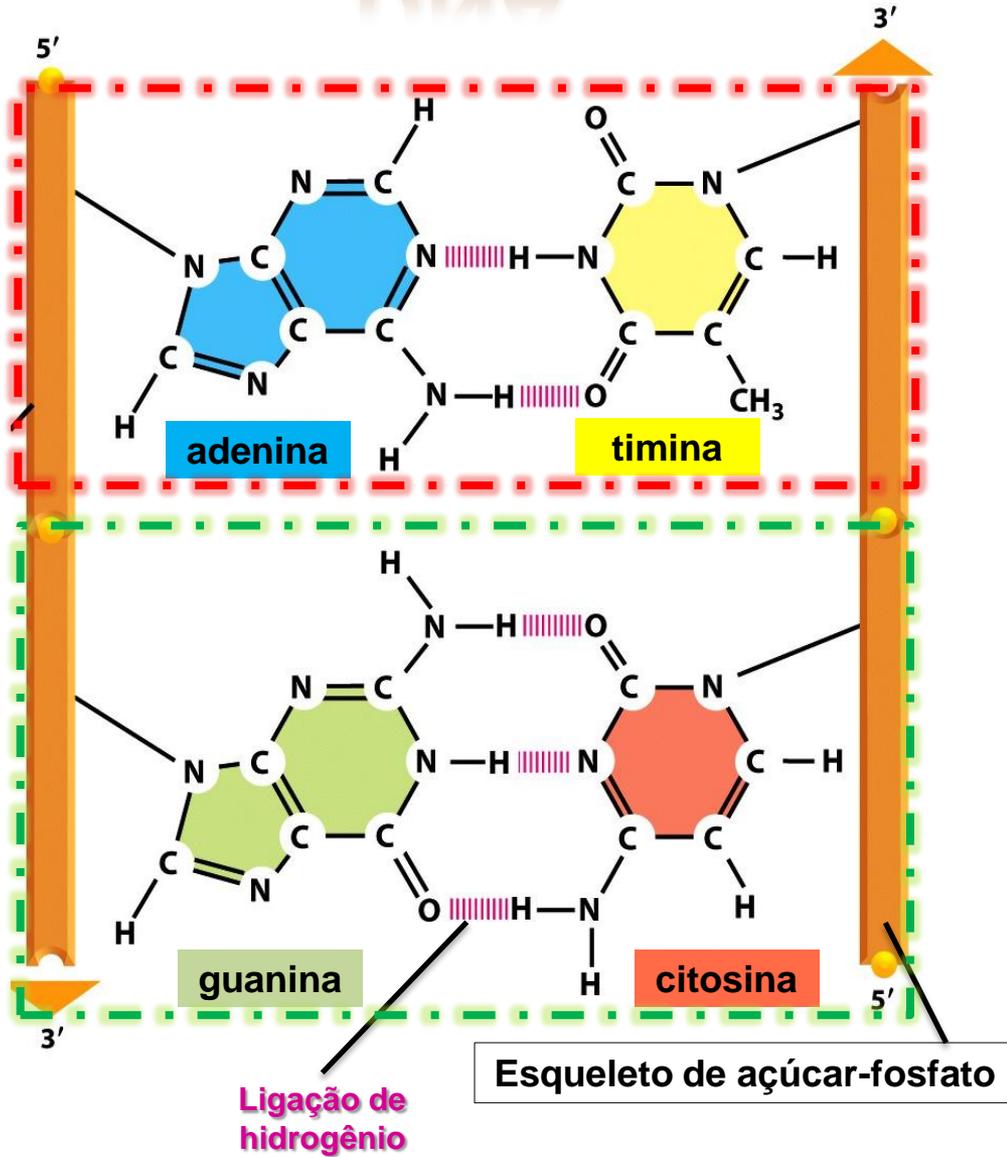


Figure 4-4 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

RNA

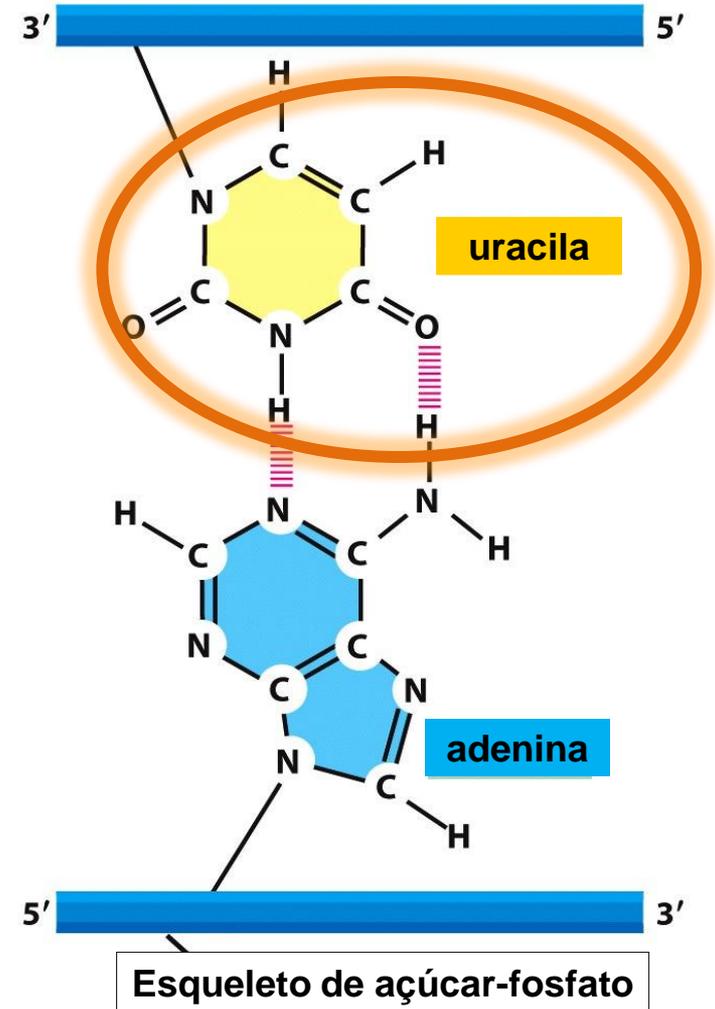
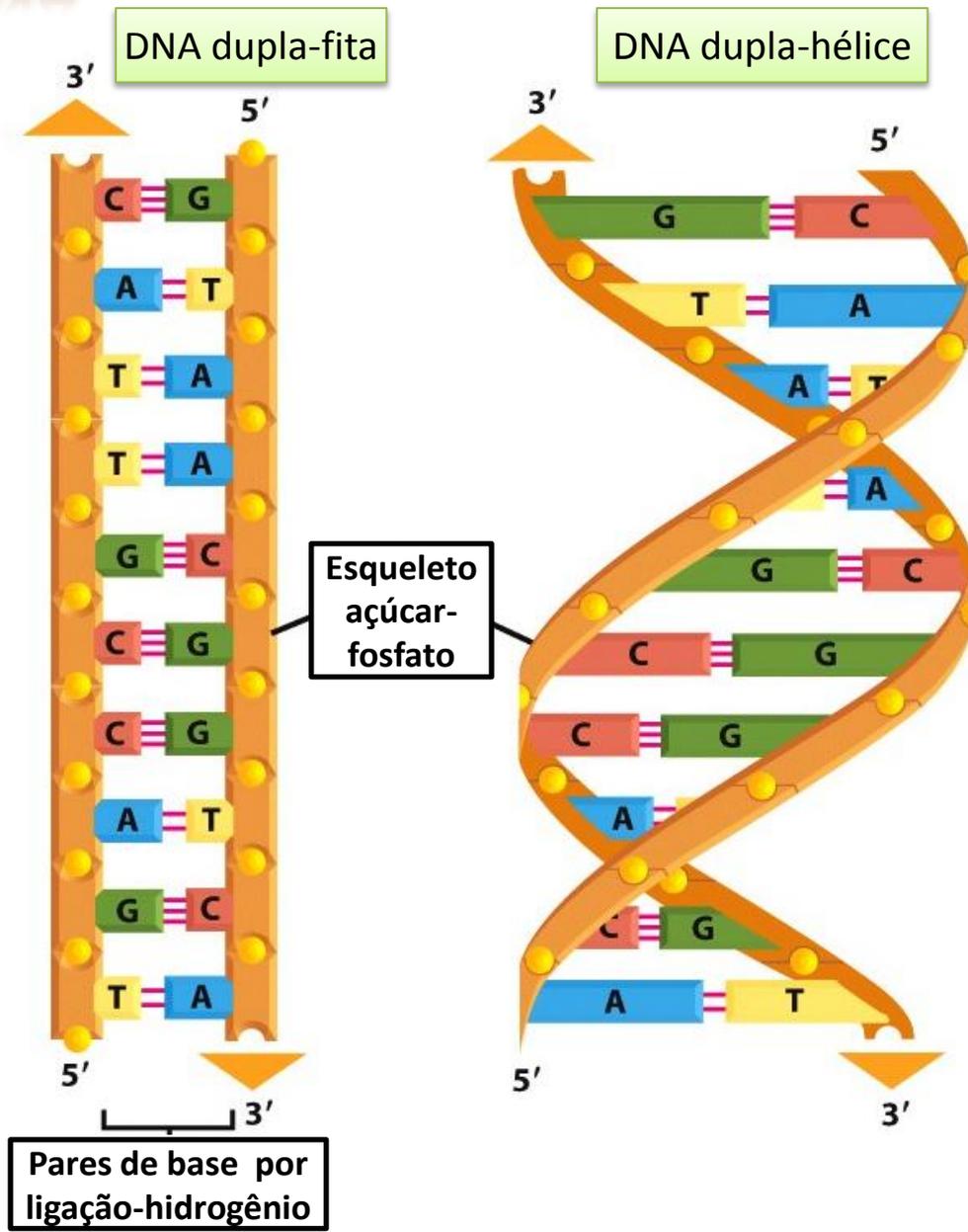


Figure 6-5 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

DNA



RNA

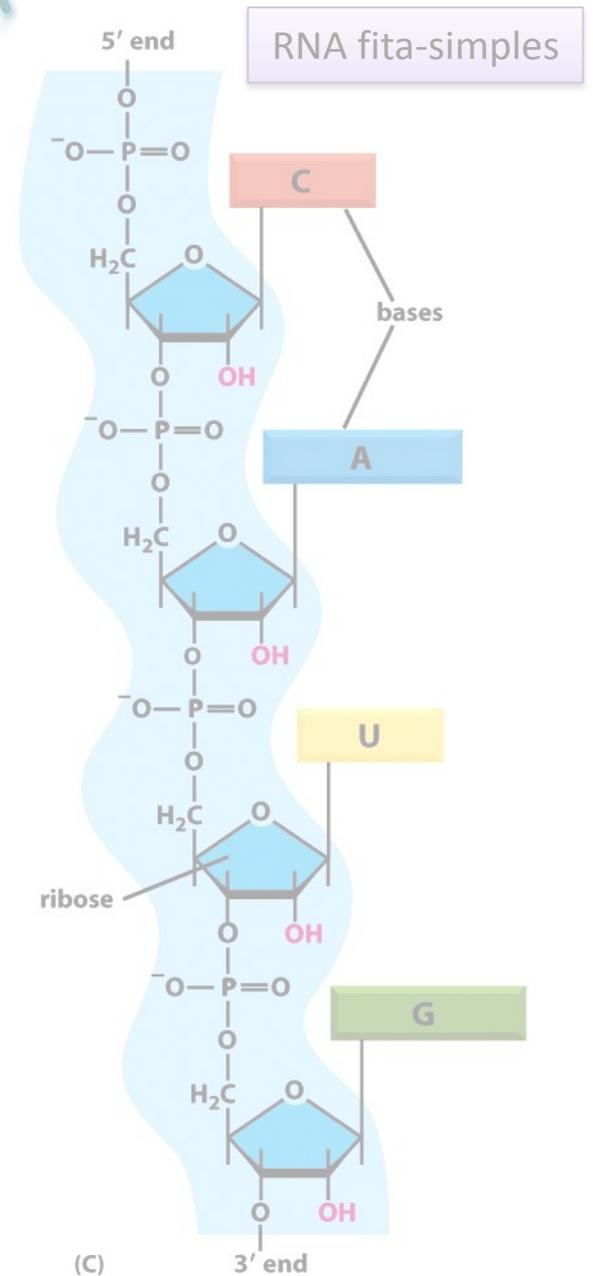
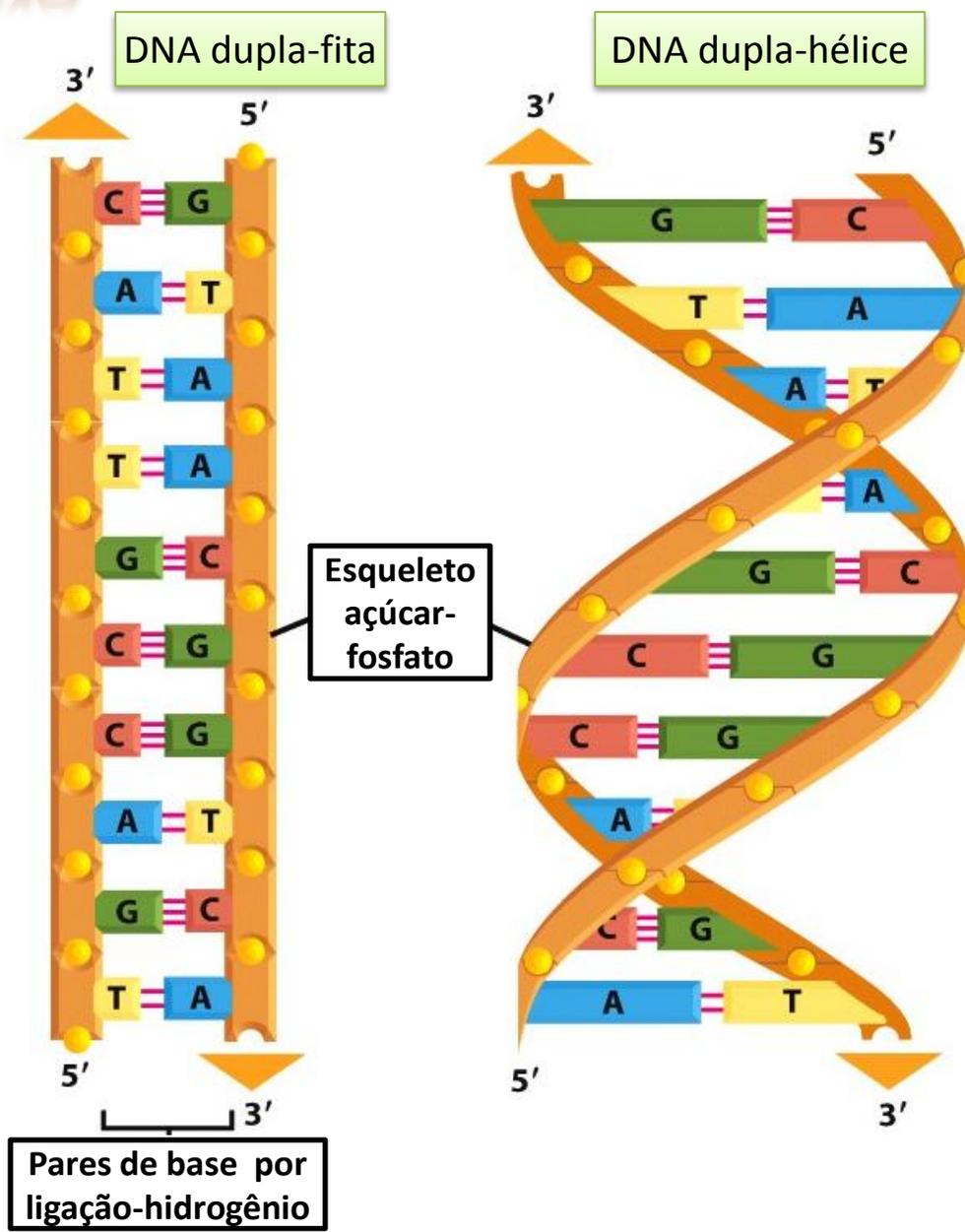


Figure 4-3 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

Figure 6-4 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

DNA



RNA

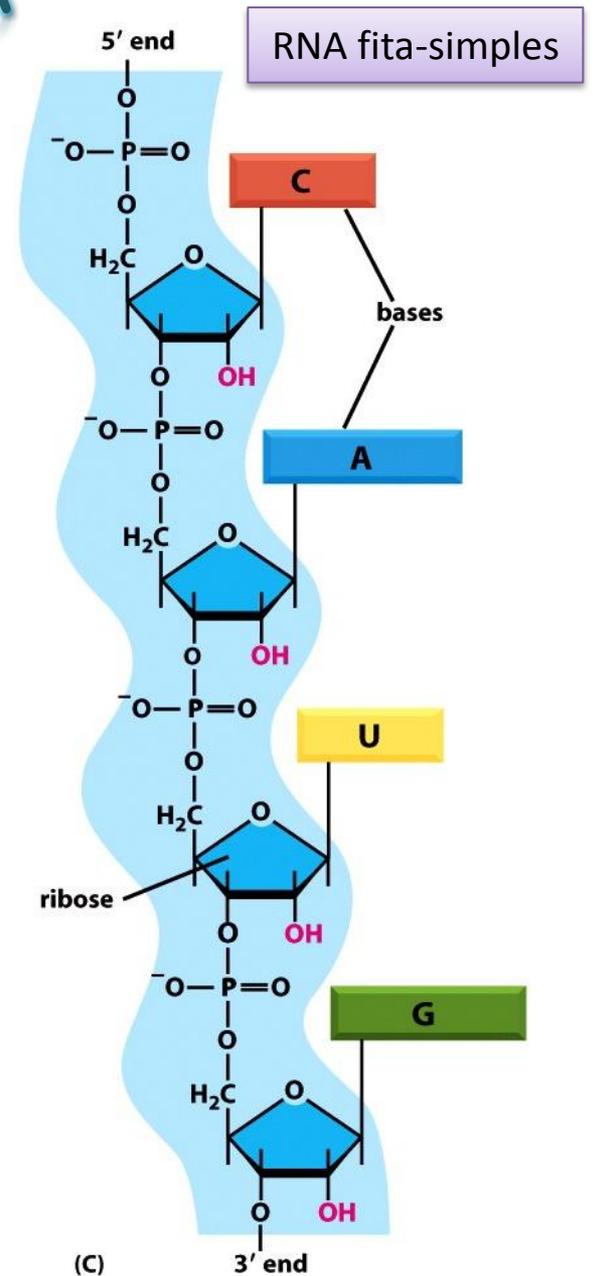


Figure 4-3 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

Figure 6-4 Molecular Biology of the Cell 5/e (© Garland Science 2008)

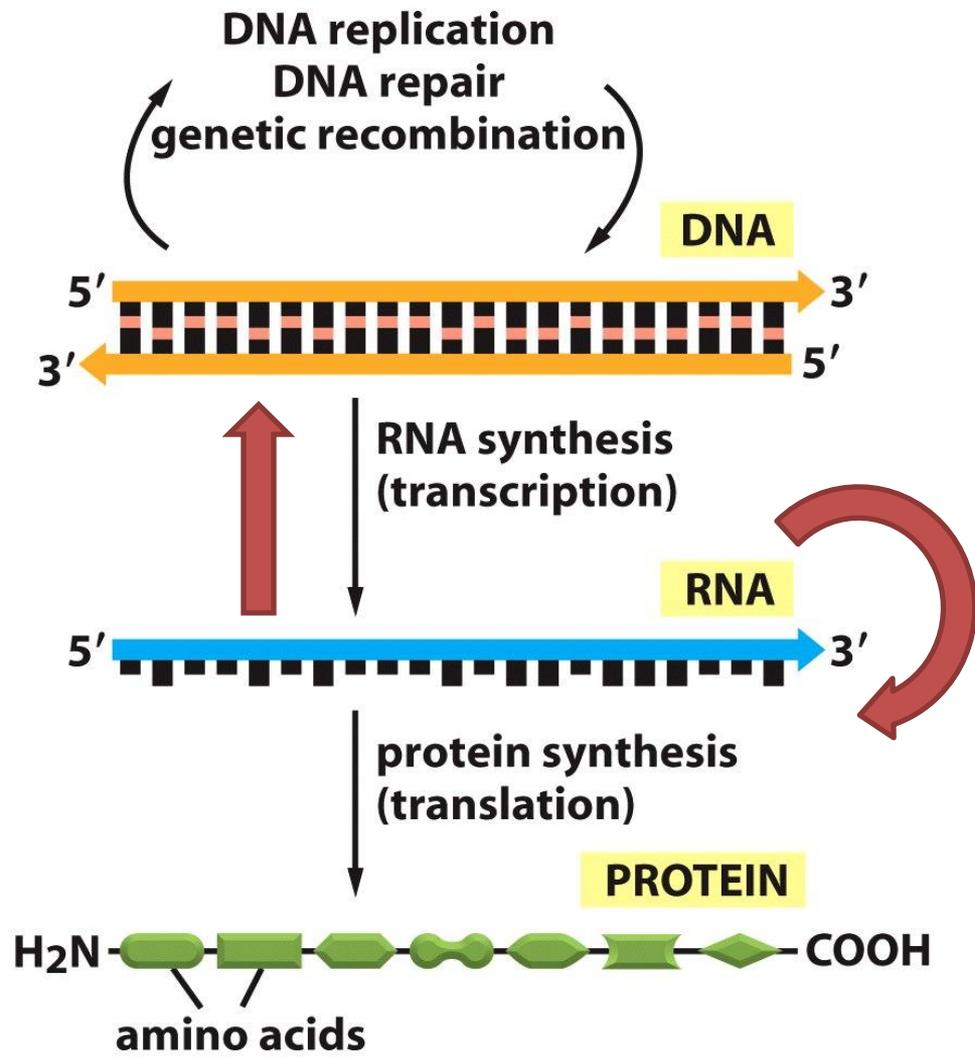
Revisando...



Replicação

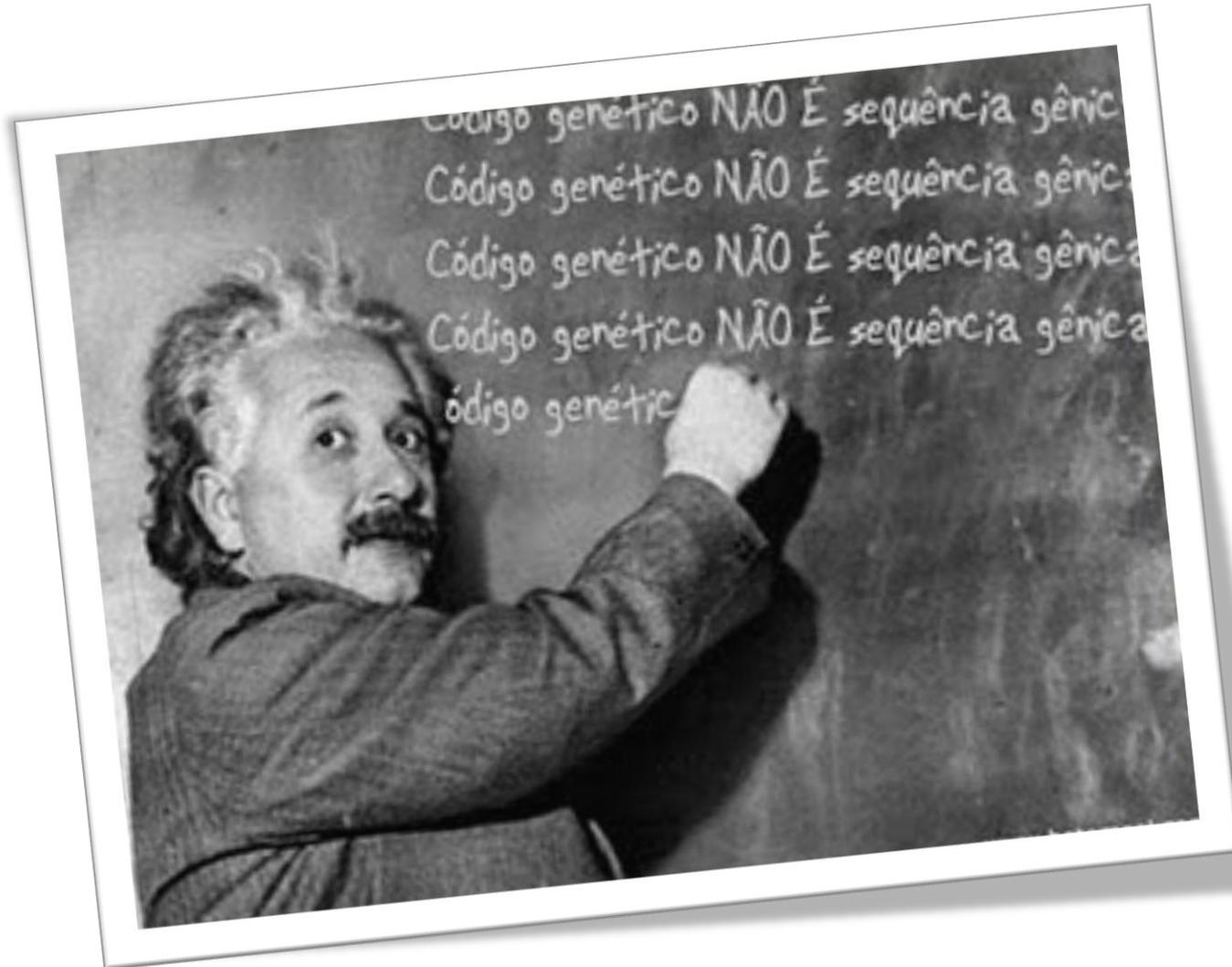
Transcrição

Tradução



Dogma central da biologia molecular

O que é o Código Genético, afinal?



Código genético

- 4 bases nucleotídicas (A,T,G,C)
- 20 aminoácidos
- RNAt “lê” códon: 3 nucleotídeos
 - 64 possibilidades
- 61 códons representam aminoácidos
 - » 3 de terminação (ou sem sentido)



TABLE 15-1 The Genetic Code (baseado no RNAm)

		second position				
		U	C	A	G	
first position (5' end)	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU Ser UCC UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA* stop UAG* stop	UGU Cys UGC UGA* stop UGG Trp	third position (3' end)
	C	CUU Leu CUC CUA CUG	CCU Pro CCC CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU Arg CGC CGA CGG	
	A	AUU Ile AUC AUA AUG† Met	ACU Thr ACC ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	
	G	GUU Val GUC GUA GUG	GCU Ala GCC GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU Gly GGC GGA GGG	

* Chain-terminating or "nonsense" codons

† Also used in bacteria to specify the initiator formyl-Met-tRNA^{Met}

Código genético

- 4 bases nucleotídicas (A,T,G,C)
- 20 aminoácidos
- RNAt “lê” códon: 3 nucleotídeos
→ 64 possibilidades
- 61 códons representam aminoácidos,
» 3 de terminação (ou sem sentido)

Código genético é degenerado

- os códons → mesmo aminoácido: **sinônimos**



TABLE 15-1 The Genetic Code (baseado no RNAm)

		second position				
		U	C	A	G	
U	first position (5' end)	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U C A G third position (3' end)
		UUC	UCC	UAC	UGC	
		UUA Leu	UCA	UAA* stop	UGA* stop	
		UUG	UCG	UAG* stop	UGG Trp	
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg		
	CUC	CCC	CAC	CGC		
	CUA	CCA	CAA Gln	CGA		
	CUG	CCG	CAG	CGG		
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser		
	AUC	ACC	AAC	AGC		
	AUA	ACA	AAA Lys	AGA Arg		
	AUG† Met	ACG	AAG	AGG		
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly		
	GUC	GCC	GAC	GGC		
	GUA	GCA	GAA Glu	GGA		
	GUG	GCG	GAG	GGG		

* Chain-terminating or "nonsense" codons

† Also used in bacteria to specify the initiator formyl-Met-tRNA^{Met}

3ª base é variável

TABLE 15-1 The Genetic Code (baseado no RNAm)

		second position				
		U	C	A	G	
first position (5' end)	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC Ser UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA* stop UAG* stop	UGU Cys UGC UGA* stop UGG Trp	U C A G
	C	CUU Leu CUC CUA CUG	CCU CCC Pro CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC Arg CGA CGG	U C A G
	A	AUU Ile AUC AUA AUG† Met	ACU ACC Thr ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G
	G	GUU Val GUC GUA	GCU Ala GCC GCA	GAU Asp GAC GAA	GGU GGC Gly GGA	U C A

C → U
A → G

**Variação na proporção AT/CG no DNA em diferentes organismos:
sem variação correspondente na mudança de aminoácidos**

Evolução do código



- Variações → minimizar os efeitos de mutações
 - Primeira posição → aminoácidos semelhantes
 - Segunda posição
 - » Pirimidinas (A,G): aa hidrofóbicos
 - » Purinas (C,U): aa polares
 - Terceira posição: manutenção do aminoácido

**A:T por C:G (Transição)
→ aminoácido muito semelhante**

Código Genético Degenerado

Evolução do código



TABLE 15-1 The Genetic Code (baseado no RNAm)

Duas primeiras bases forem de **G** ou **C** → mesmo aminoácido

Se for **A** ou **U**, a terceira base será fundamental

		second position				
		U	C	A	G	
U	U	UUU Phe UUC UUA Leu UUG	UCU UCC Ser UCA UCG	UAU Tyr UAC UAA* stop UAG* stop	UGU Cys UGC UGA* stop UGG Trp	U C A G
	C	CUU CUC Leu CUA CUG	CCU CCG Pro CCA CCG	CAU His CAC CAA Gln CAG	CGU CGC Arg CGA CGG	U C A G
	A	AUU AUC Ile AUA AUG† Met	ACU ACC Thr ACA ACG	AAU Asn AAC AAA Lys AAG	AGU Ser AGC AGA Arg AGG	U C A G
	G	GUU GUC Val GUA GUG	GCU GCC Ala GCA GCG	GAU Asp GAC GAA Glu GAG	GGU GGC Gly GGA GGG	U C A G

* Chain-terminating or "nonsense" codons

† Also used in bacteria to specify the initiator formyl-Met-tRNA^{Met}

Evolução do código



- Caso as duas primeiras bases forem de **G ou C**
→ mesmo aminoácido
- Se for **A ou U**, a terceira base será fundamental

Considerando que o pareamento G:C é mais forte que o pareamento A:U

- **Um mal pareamento na 3ª base seria tolerável!**

Oscilação anticódon



Como existem 61 RNAt para 20 aminoácidos:

RNAt ~~→~~ 1 aminoácido

Exceção: metionina (AUG) e triptofano (UGG)

Anticódon com base diferente: **iosina** (adenina desaminada)

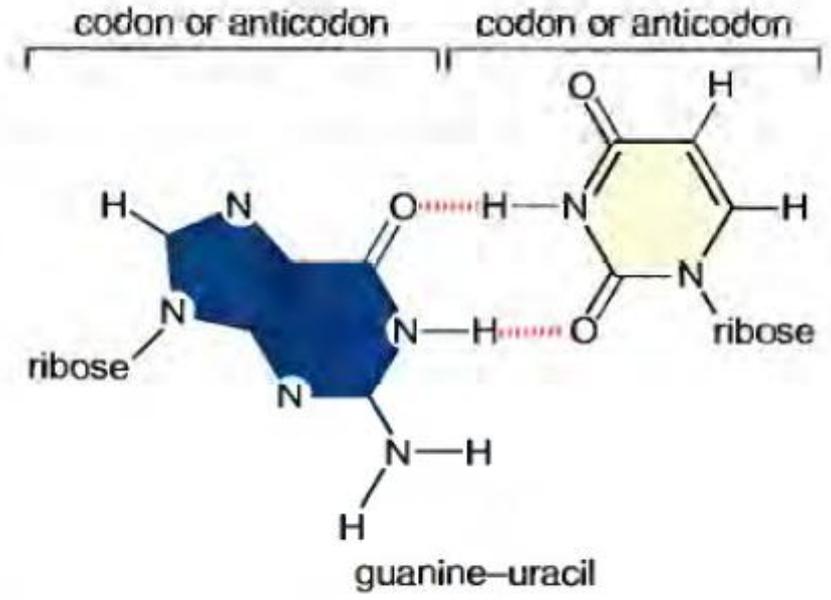
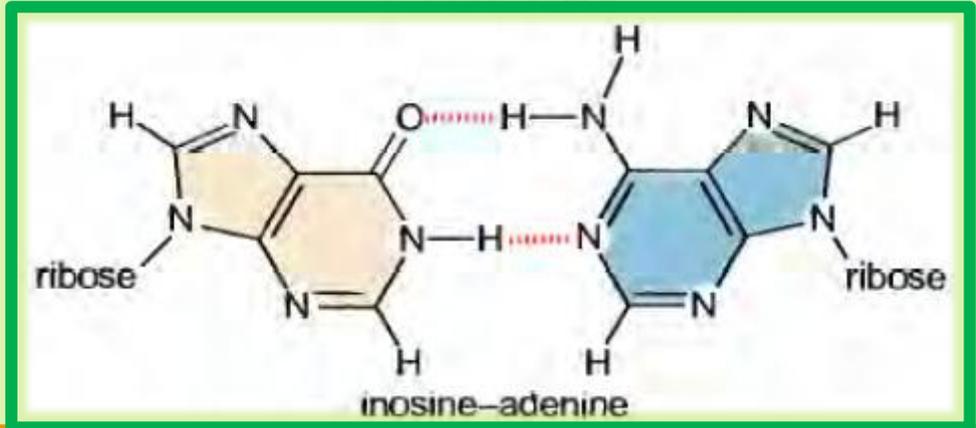
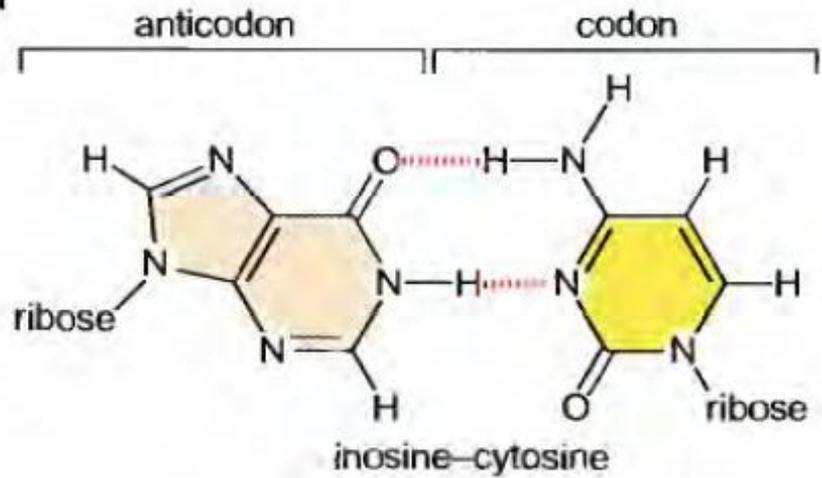


FIGURE 15-2 Wobble base pairing.

Oscilação anticódon

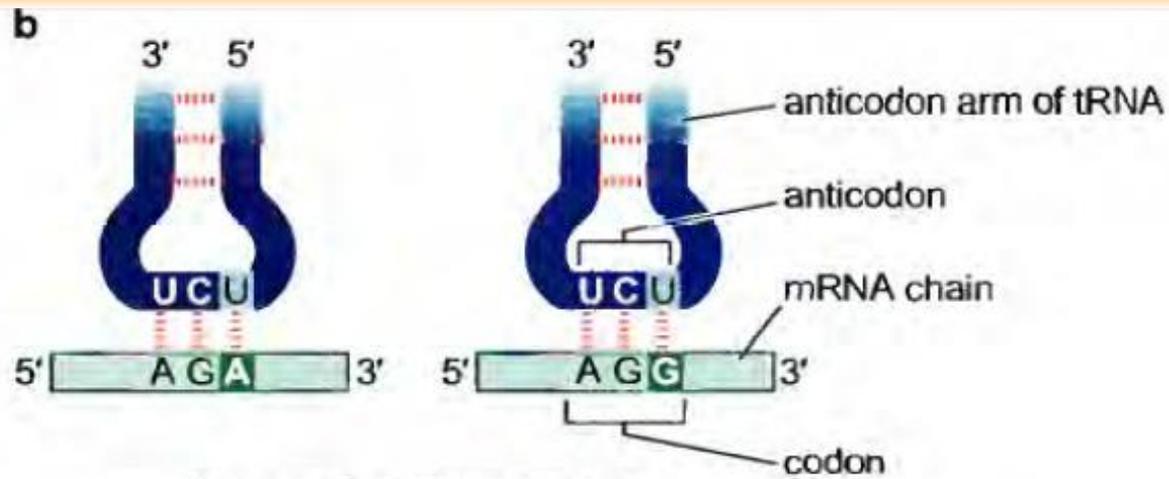


Teoria da oscilação (Crick, 1966)

Extremidade 5' do anticódon não tem pareamento tão fiel

TABLE 15-2 Pairing Combinations with the Wobble Concept

Base in Anticodon	Base in Codon
G	U or C
C	G
A	U
U	A or G
I	A, U, or C



U in the first (5') anticodon position can pair with A or G



I in the first (5') anticodon position can pair with U, C, or A

FIGURE 15-2 Wobble base pairing.

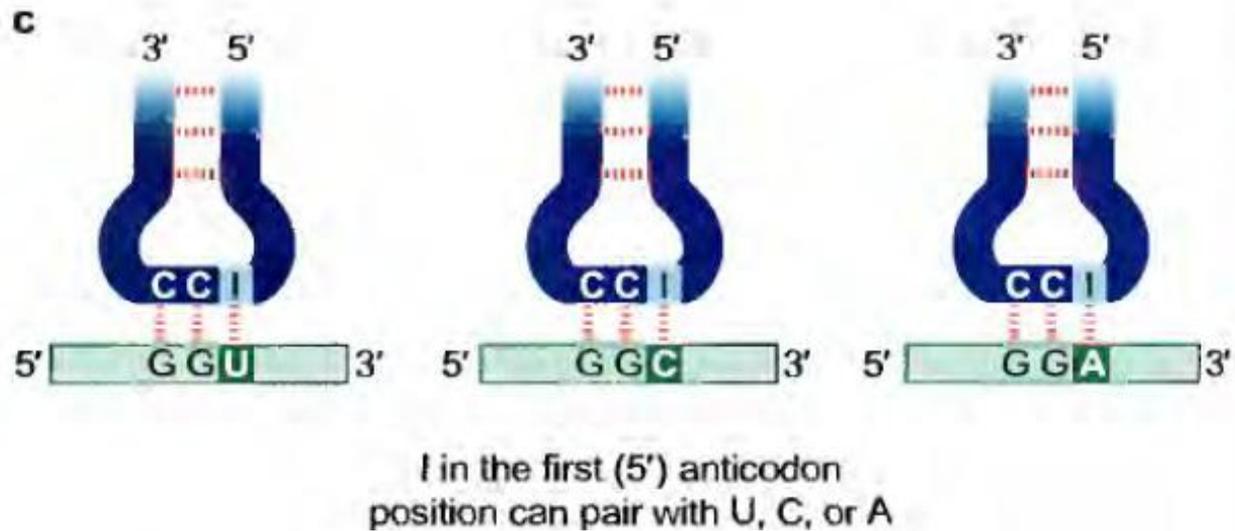
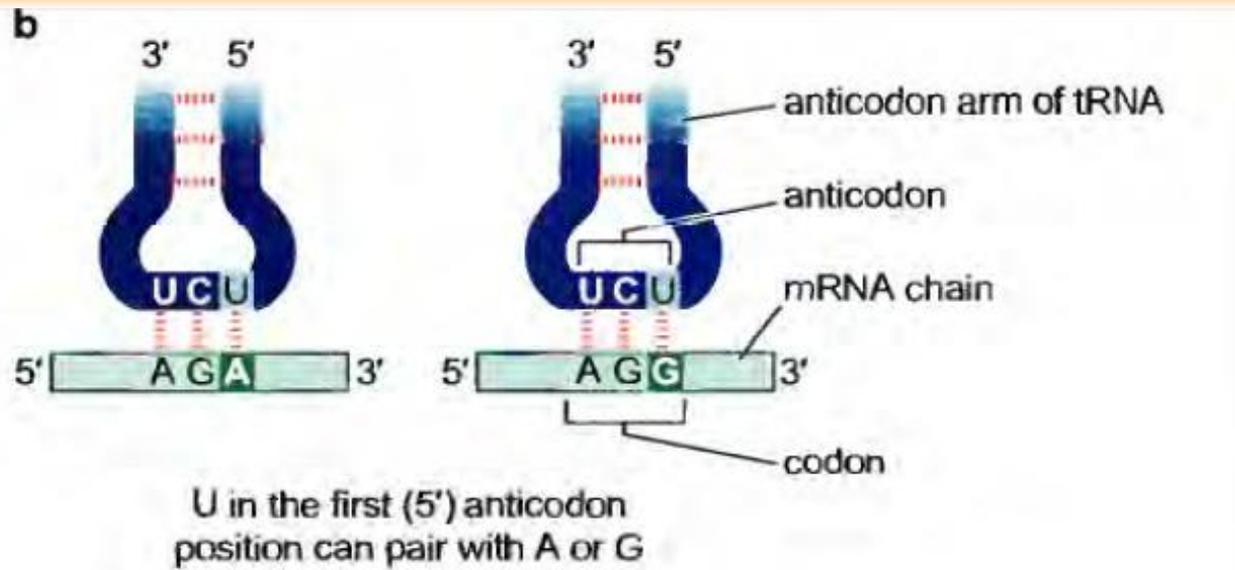


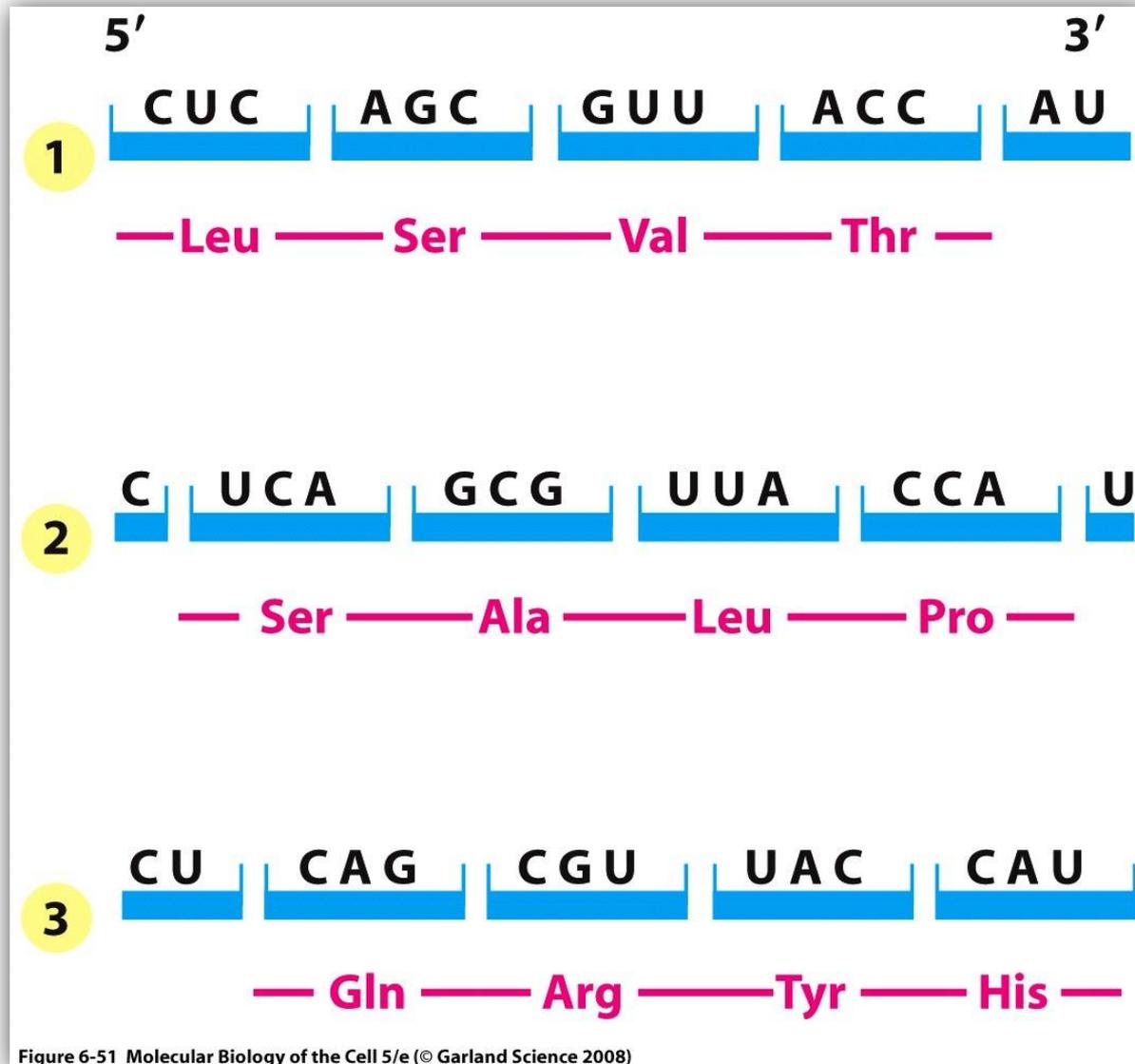
FIGURE 15-2 Wobble base pairing.

Regras do Código



1. Código lido na direção 5' para 3';
2. Códon não são sobrepostos e a mensagem não é interrompida;
3. A mensagem é traduzida a partir do códon de iniciação, que determina a quadro de leitura.

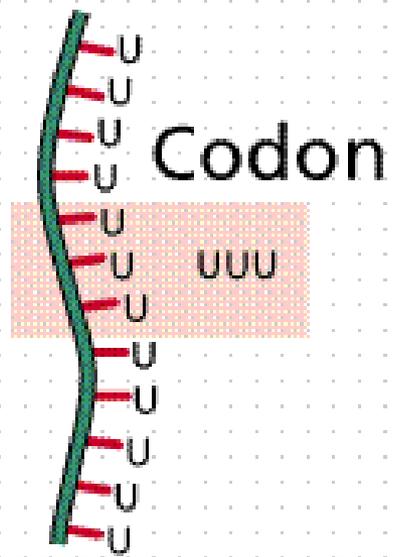
Possíveis quadros de leitura



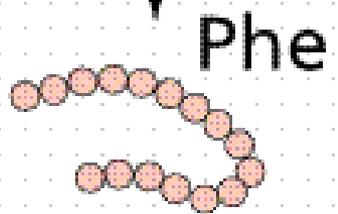


Descoberta do Código

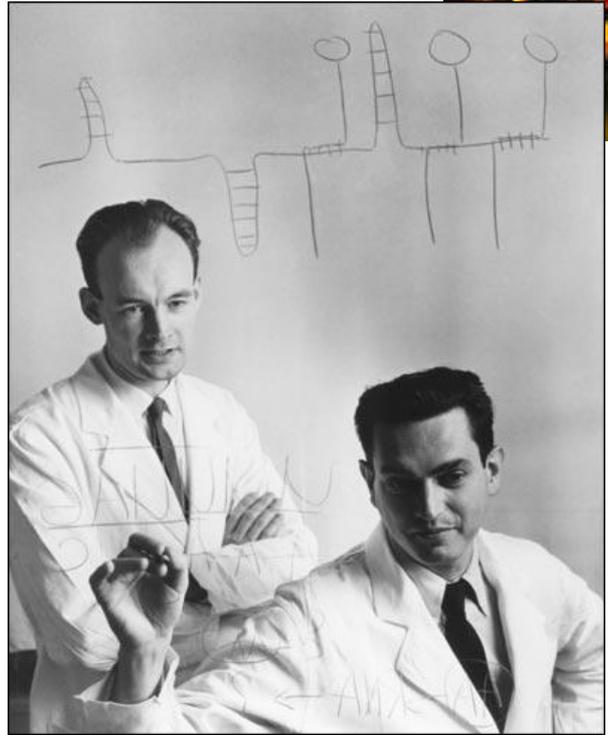
Poly U



Tradução



Poli-fenilalanina



Heinrich Matthaei e Marshall Nirenberg
1961

**Nobel de fisiologia ou
medicina 1968**

Código é universal (quase)

- Resultados dos sequenciamentos em grande escala confirmaram a universalidade;
- Engenharia genética cresceu (ex.: insulina humana produzida por bactérias).

O código é *quase* universal

- Organelas subcelulares possui um código genético diferenciado:
 - mitocôndrias de: mamíferos (inclusive humano), leveduras, moscas-das-frutas e plantas “superiores”
- Genomas de procariotos e núcleo de eucariotos



TABLE 15-6 Genetic Code of Mammalian Mitochondria*

		second position							
		U	C	A	G				
U	UUU	Phe	UCU		UAU	Tyr	UGU	Cys	U C A G
	UUC	(GAA) [†]	UCC	Ser	UAC	(GUA)	UGC	(GCA)	
	UUA	Leu	UCA	(UGA)	UAA	stop	UGA	Trp	
	UUG	(UAA)	UCG		UAG	stop	UGG	(UCA)	
C	CUU		CCU		CAU	His	CGU		U C A G
	CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	(GUG)	CGC	Arg	
	CUA	(UAG)	CCA	(UGG)	CAA	Gln	CGA	(UCG)	
	CUG		CCG		CAG	(UUG)	CGG		
A	AUU	Ile	ACU		AAU	Asn	AGU	Ser	U C A G
	AUC	(GAU)	ACC	Thr	AAC	(GUU)	AGC	(GCU)	
	AUA	Met	ACA	(UGU)	AAA	Lys	AGA	stop	
	AUG	(CAU) [‡]	ACG		AAG	(UUU)	AGG	stop	
G	GUU		GCU		GAU	Asp	GGU		U C A G
	GUC	Val	GCC	Ala	GAC	(GUC)	GGC	Gly	
	GUA	(UAC)	GCA	(UGC)	GAA	Glu	GGA	(UCC)	
	GUG		GCG		GAG	(UUC)	GGG		

* Differences between the mitochondrial and "universal" genetic code (Table 15-1) are shown by green shading.

[†] Each group of codons is shaded in gray and is read by a single written 5' → 3', in parentheses. Each four-codon group is read in the first (5') position of the anticodon. Two-codon groups with U/C or A/G are read with GU wobble by tRNAs, with G or U, respectively, in the first position of the anticodon. The anticodons often contain modified bases.

[‡] Note that the C in the first anticodon position engages in unusual pairing.

DÚVIDAS?



“It’s Guanine, my dear Watson.”

dear Watson.”
“It’s Guanine, my



Daniel
PAZ

Exercícios:

1) Anemia falciforme (drepanocitose ou siclemia)



Hemácia normal

<http://www.mdsaude.com/2008/12/anemia-falciforme-drepanocitica-e-trao.html>



<http://www.infoescola.com/doencas/anemia-falciforme/>

Exercícios:

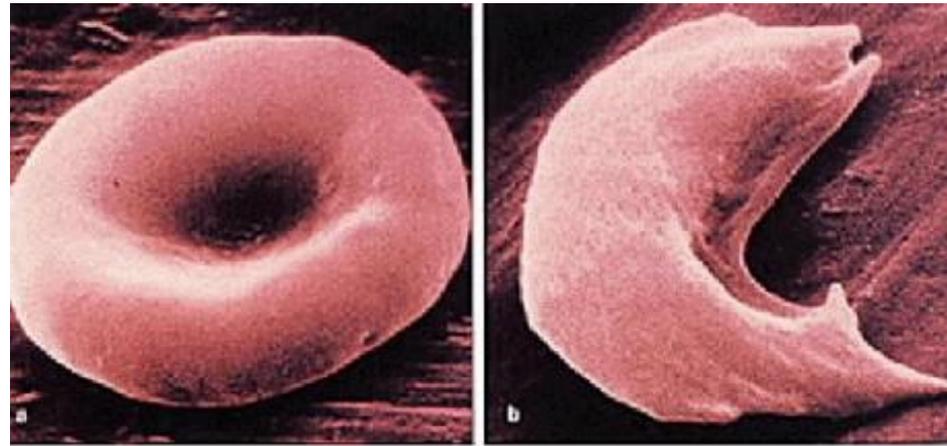
1) Anemia falciforme



Hemácia normal



Hemácia falciforme



<http://www.mdsaude.com/2008/12/anemia-falciforme-drepanoctica-e-trao.html>

<http://www.infoescola.com/doencas/anemia-falciforme/>

- ✓ **Doença hereditária**
- ✓ **Membrana celular que se rompe facilmente**
- ✓ **Mais comum em indivíduos de origem africana**

Exercícios:

1) Anemia falciforme

- ✓ Falta de oxigênio;
- ✓ Dor;
- ✓ Febre;
- ✓ Icterícia, etc.

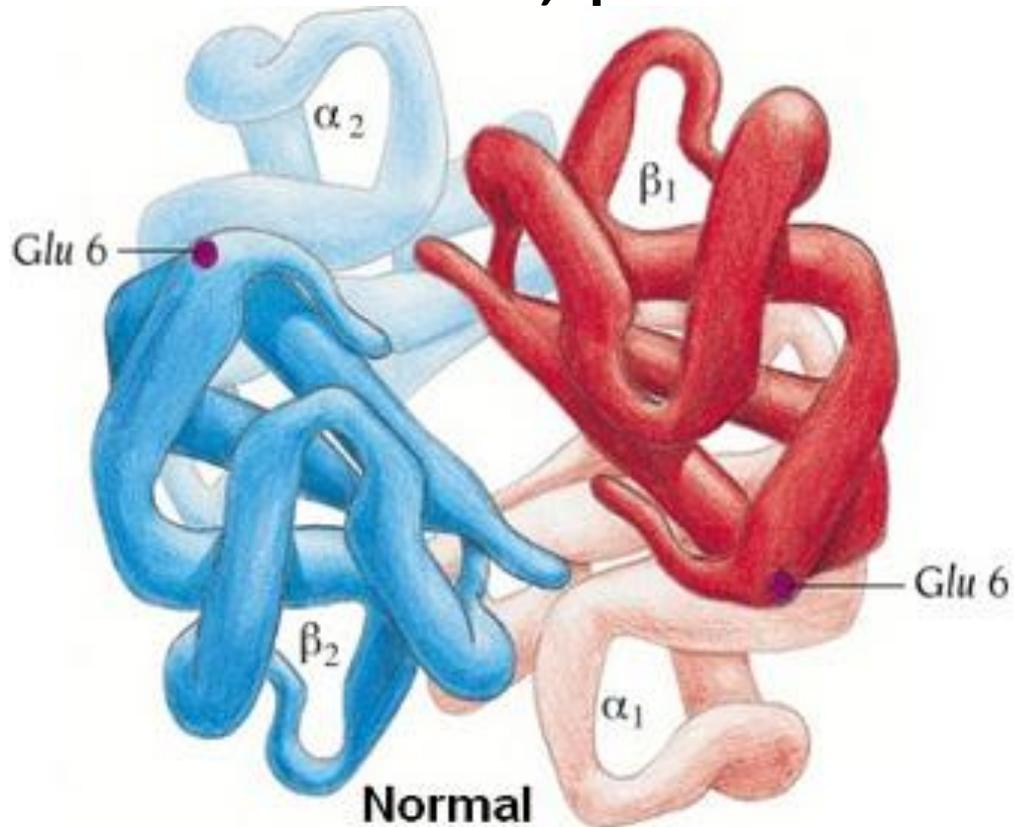


<http://www.mdsaude.com/2008/12/anemia-falciforme-drepanoctica-e-trao.html>

Exercícios:

1) Anemia falciforme

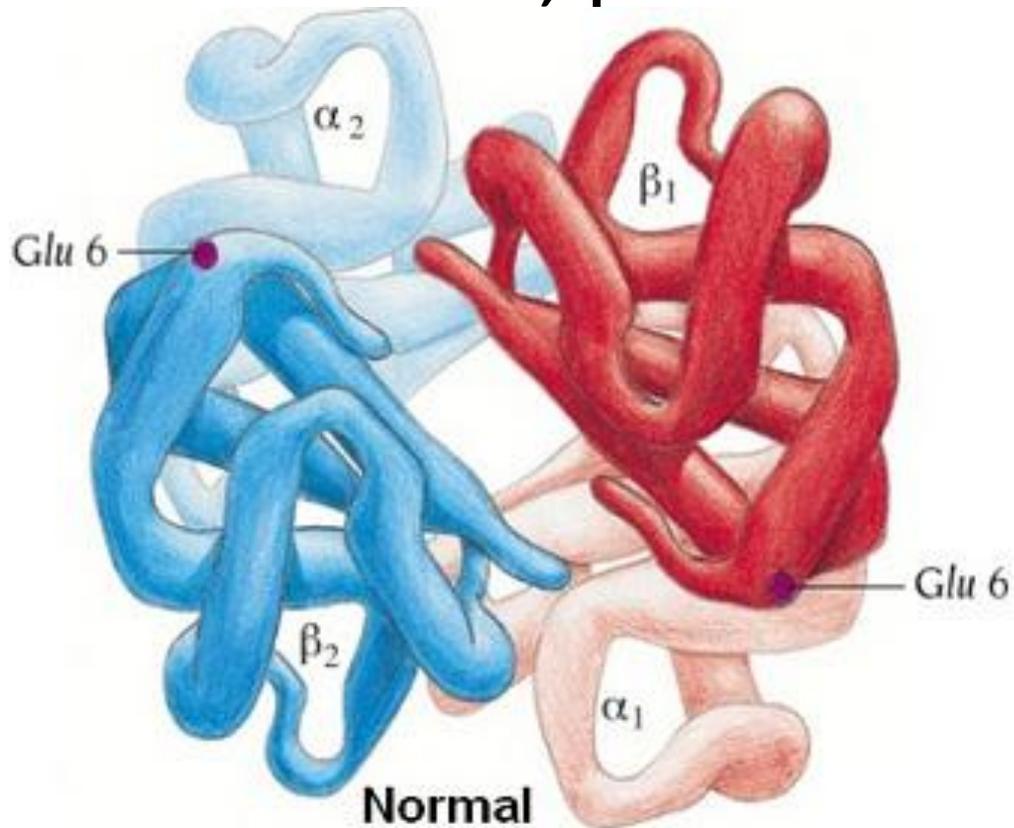
✓ Cadeia α , β



Exercícios:

1) Anemia falciforme

✓ Cadeia α , β



Hemoglobina β

Códon 6

GAG \rightarrow **GTG**

TABLE 15-1 The Genetic Code (baseado no RNAm)

		second position				
		U	C	A	G	
U	first position (5' end)	UUU	UCU	UAU	UGU	U C A G third position (3' end)
		UUC	UCC	UAC	UGC	
		UUA	UCA	UAA* stop	UGA* stop	
		UUG	UCG	UAG* stop	UGG	
C	CUU	CCU	CAU	CGU		
	CUC	CCC	CAC	CGC		
	CUA	CCA	CAA	CGA		
	CUG	CCG	CAG	CGG		
A	AUU	ACU	AAU	AGU		
	AUC	ACC	AAC	AGC		
	AUA	ACA	AAA	AGA		
	AUG† Met	ACG	AAG	Arg		
G	GUU	GCU	GAU			
	GUC	GCC	GAC	Asp		
	GUA	GCA	GAA	Glu		
	GUG	GCG	GAG			

GAG → GTG

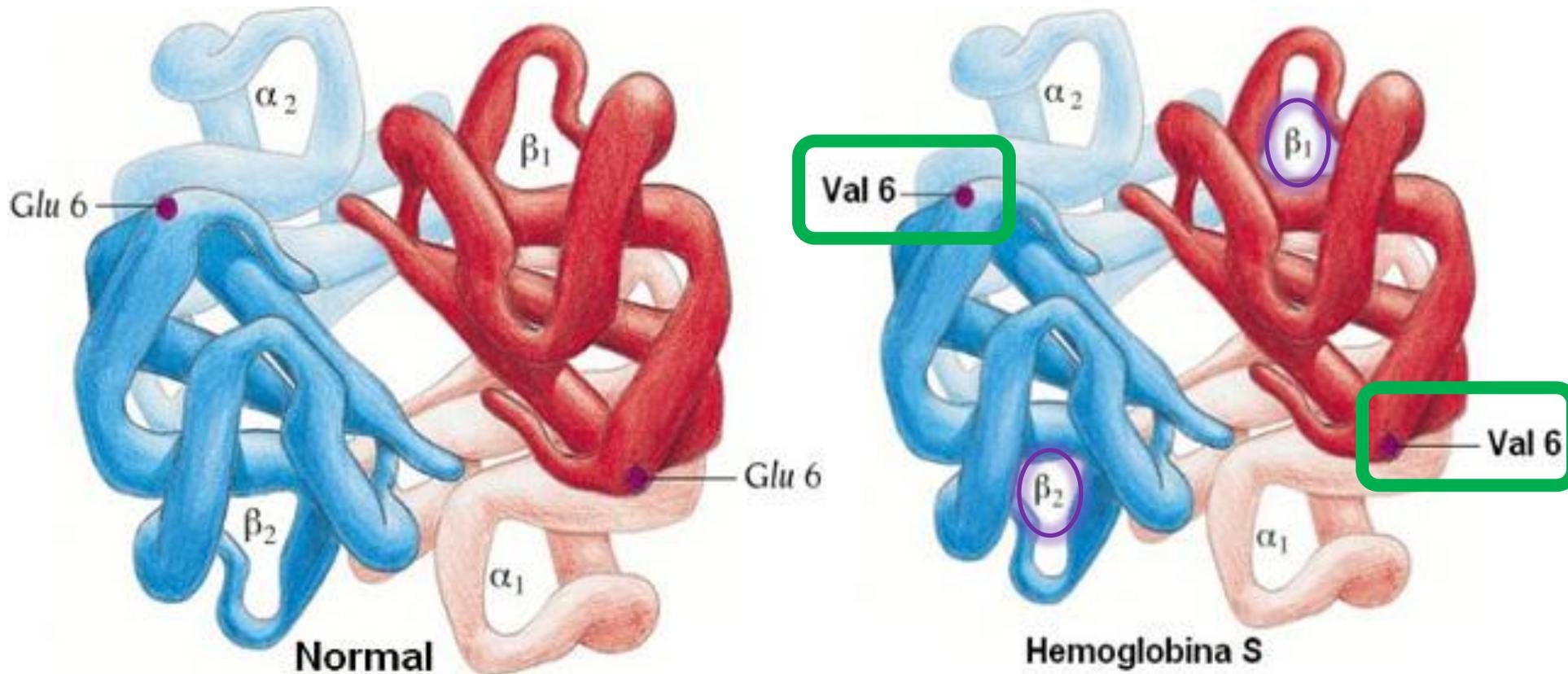
Aminoácido ácido por aminoácido básico (Ác. Glutâmico → Valina)

* Chain-terminating or "nonsense" codons

† Also used in bacteria to specify the initiator formyl-Met-tRNA^{Met}

Exercícios:

1) Anemia falciforme



Exercícios:

2) Fibrose Cística (Mucoviscidose)

“Maldita a criança que, ao ser beijada na testa, tem a pele salgada! É enfeitada e logo deverá morrer.”

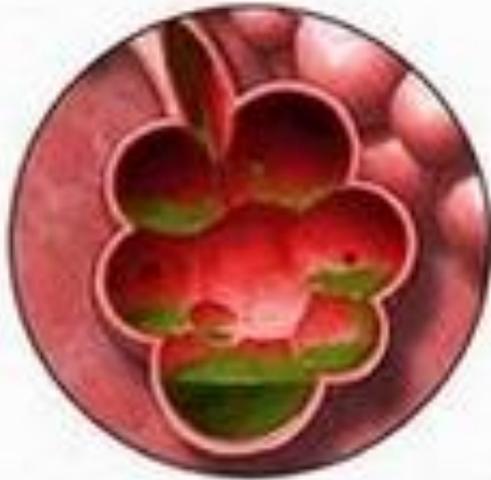
Folclore Europeu

Exercícios:

2) Fibrose Cística (Mucoviscidose)

- ✓ Doença hereditária, cromossomo 7;
- ✓ Controle de íons de Cl^- e Na^+ ;
- ✓ Glândulas exócrinas.

Exercícios:

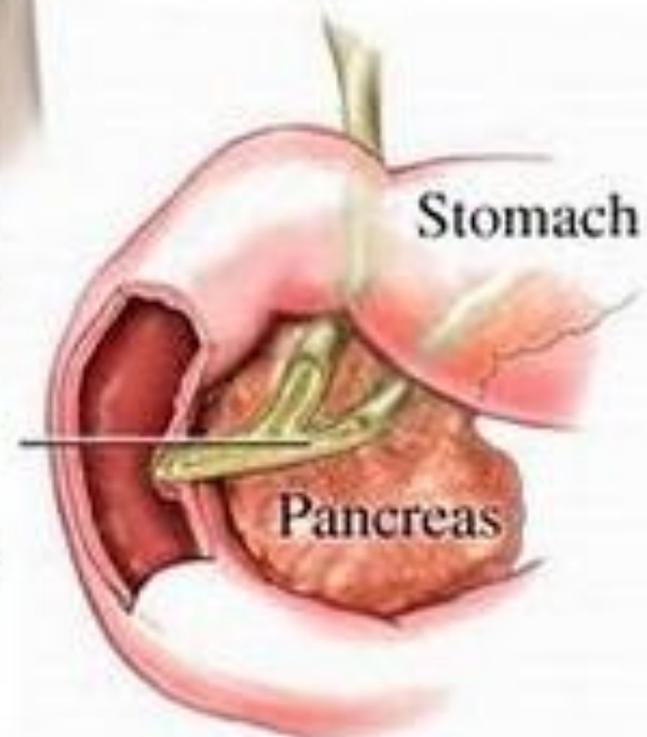


Muco bloqueia os alvéolos (sacos de ar) nos pulmões



Canal Pancreático

Muco bloqueia os canais pancreáticos



Exercícios:



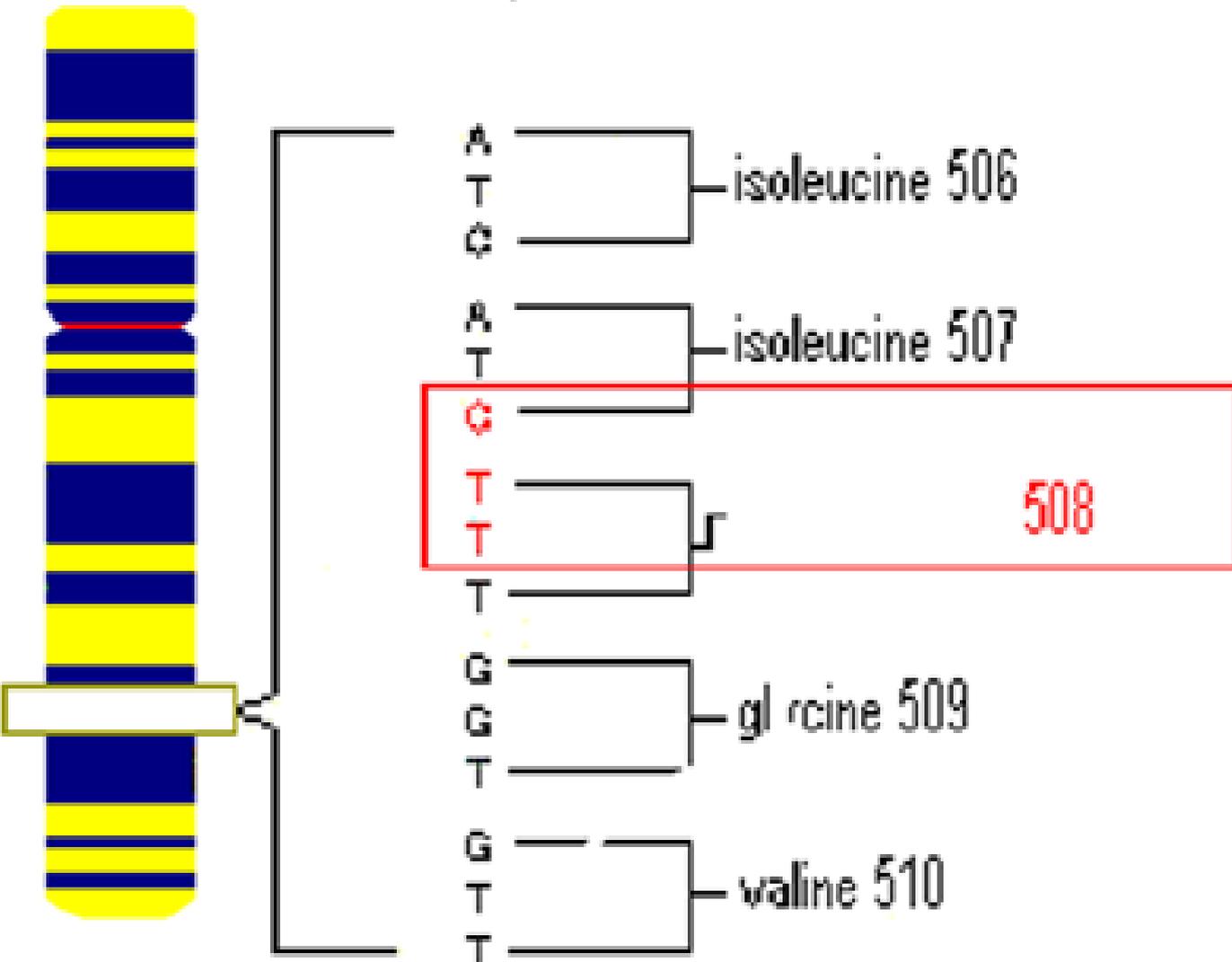
Congestão pulmonar, infecções e má absorção de nutrientes pelo pâncreas

Exercícios:

2) Fibrose Cística

- ✓ Gene *CFTR* associado
- ✓ $\Delta F508$: deleção aminoácido nesta posição

Exercícios:



Exercícios:

2) Fibrose Cística

507 508 509

Glu Asp Ile Ile Phe Gly Val Ser Try

TABLE 15-1 The Genetic Code (baseado no RNAm)

		second position				
		U	C	A	G	
U	first position (5' end)	UUU	UCU	UAU	UGU	U C A G third position (3' end)
		UUC	UCC	UAC	UGC	
		UUA	UCA	UAA* stop	UGA* stop	
		UUG	UCG	UAG* stop	UGG	
C	CUU	CCU	CAU	CGU		
	CUC	CCC	CAC	CGC		
	CUA	CCA	CAA	CGA		
	CUG	CCG	CAG	CGG		
A	AUU	ACU	AAU	AGU		
	AUC	ACC	AAC	AGC		
	AUA	ACA	AAA	AGA		
	AUG†	ACG	AAG	AGG		
G	GUU	GCU	GAU	GGU		
	GUC	GCC	GAC	GGC		
	GUA	GCA	GAA	GGA		
	GUG	GCG	GAG	GGG		

Glu Asp Ile Ile Phe Gly Val Ser Try

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG								

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU							

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC						

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC	AUC					

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU				

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU	GGU			

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU	GGU	GUU		

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU	GGU	GUU	AGU	

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU	GGU	GUU	AGU	ACU

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU	GGU	GUU	AGU	ACU

Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509				
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try	
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU	GGU	GUU	AGU	ACU	



Exercícios:

2) Fibrose Cística

			507	508	509			
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU	GGU	GUU	AGU	ACU

GAG	GAU	AUC	AUU	GGU	GUU	AGU	ACU	
			507	508	509			

Exercícios:

2) Fibrose Cística

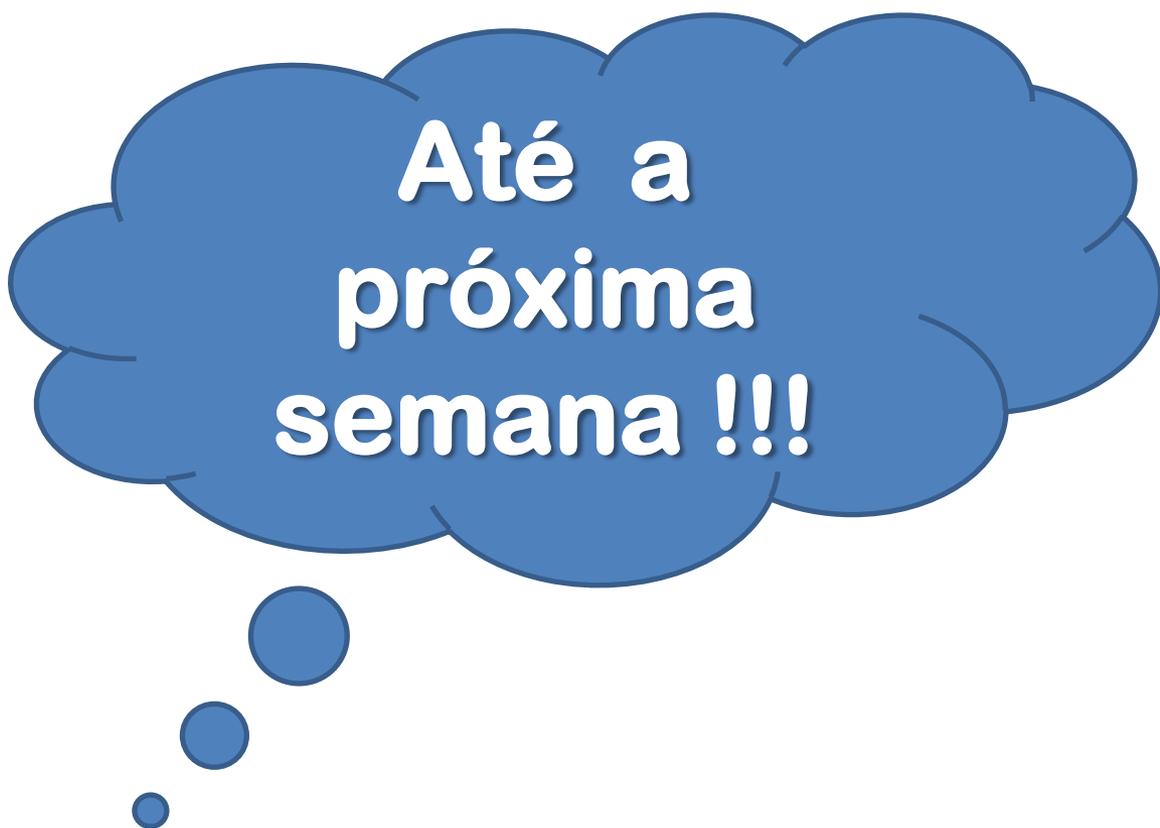
			507	508	509				
Glu	Asp	Ile	Ile	Phe	Gly	Val	Ser	Try	
GAG	GAU	AUC	AUC	UUU	GGU	GUU	AGU	ACU	
Glu	Asp	Ile	Ile	Gly	Val	Ser	Try		
GAG	GAU	AUC	AUU	GGU	GUU	AGU	ACU		
			507	508	509				

Exercícios...

www.odnavaiaescola.com.br/dna

PTC

Exemplo: anemia falciforme????
Ácido glutâmico por valina: ácido
por básico → muda ptna



**Até a
próxima
semana !!!**