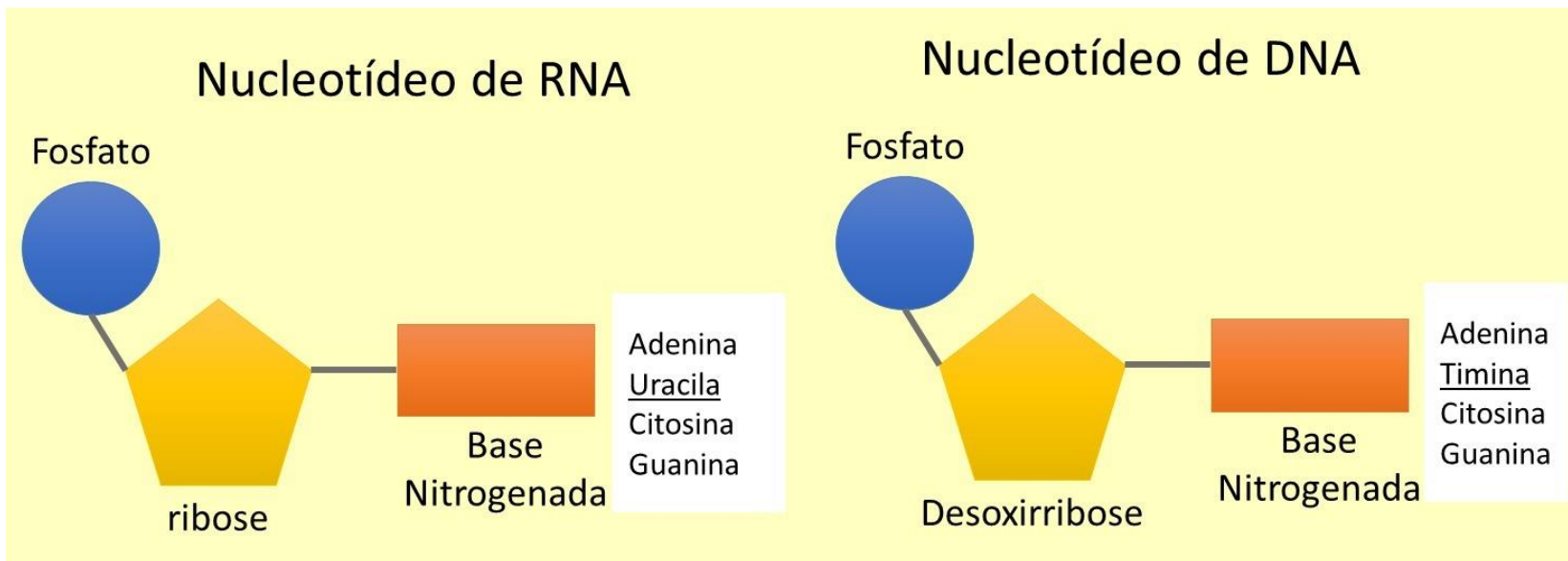


Ácidos Nucleicos: Importância, Composição, Estrutura - Replicação

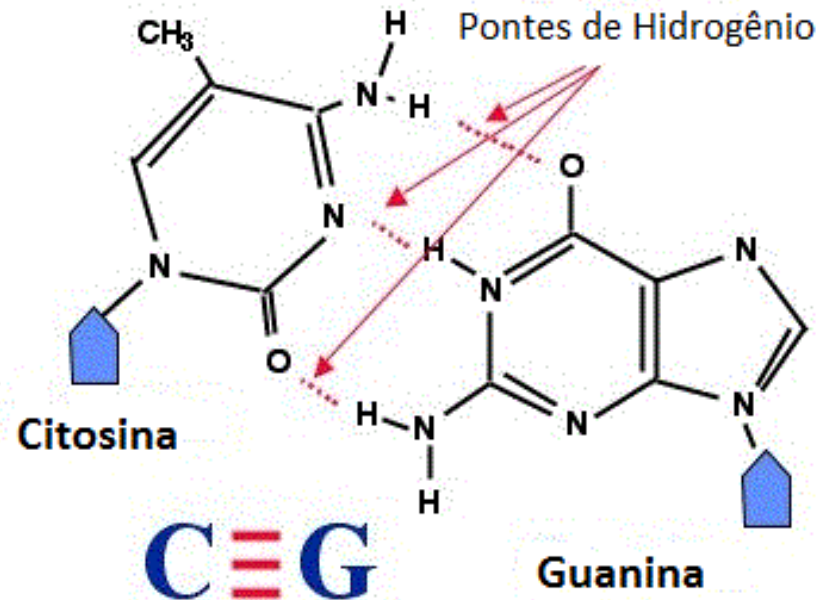
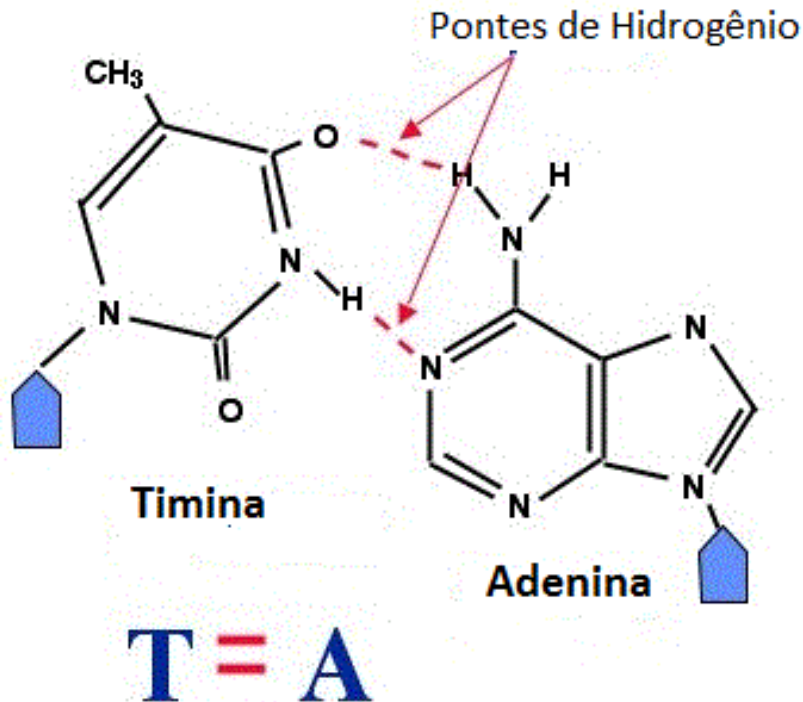


Nucleotídeos

- Placas moleculares ligadas por açúcares e fosfato
- Ribose TPs, desoxirribose dTPs+
 - Ribose 2OH mais reativa

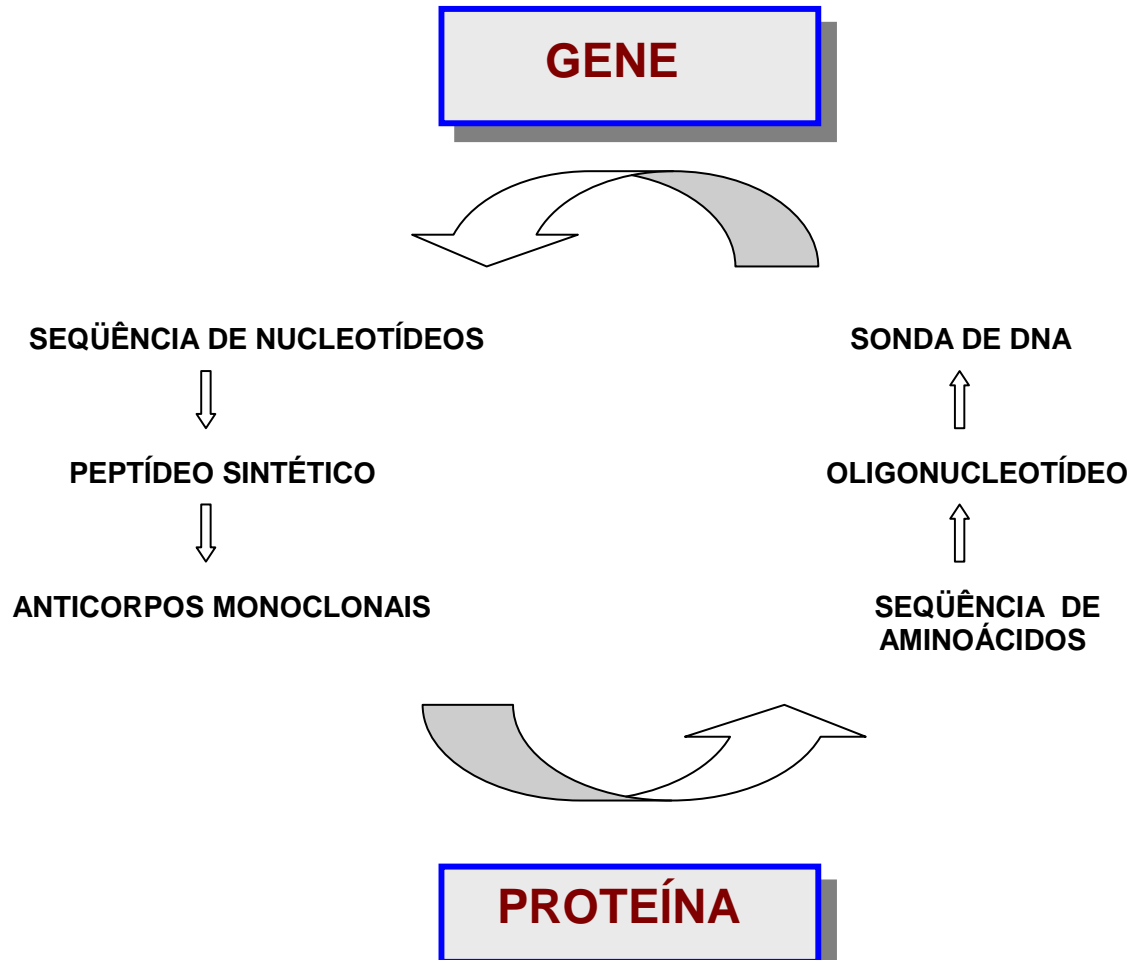


As placas são complementares



Princípios básicos de Genética

estabilidade - hereditariedade



Como as bases **moleculares** da genética foram estabelecidas?



1865

Fatores hereditários foram descritos por Gregor **Mendel**, e desprezados

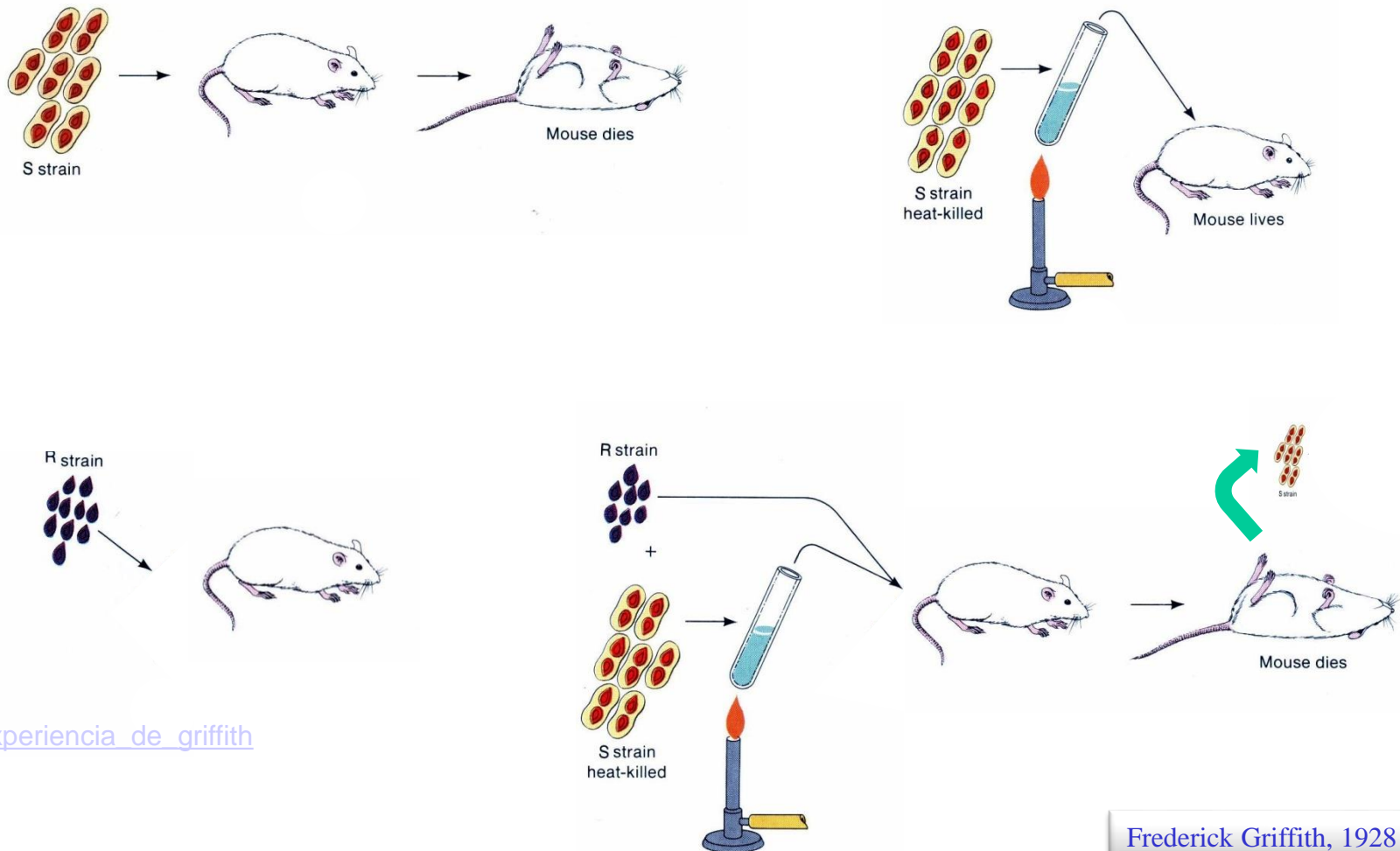


1928

A primeira grande evidência da presença do DNA. O microbiologista inglês Frederick **Griffith** descreveu o fenômeno da **transformação**, trabalhando com *Streptococo pneumoniae*

- ✓ **Trabalhos com ácidos nucleicos prosseguiram por muitos anos sem que os cientistas soubessem de sua importância como material hereditário**
- ✓ **No início do século passado os geneticistas sabiam que moléculas especiais deveriam conter a informação genética, porém somente na década de 30 começaram a especular que tipo de molécula poderia ser capaz de conter a permanente estabilidade que um gene demanda, e ao mesmo tempo ser capaz de permitir súbitas mudanças que explicariam as bases das teorias evolutivas.**

A descoberta do 'princípio transformante' em bactérias



[a experiencia de griffith](#)



Composição química dos ácidos Nucleícos

1 FOSFATOS

2 AÇÚCARES
(pentose)

3 BASES
NITROGENADAS



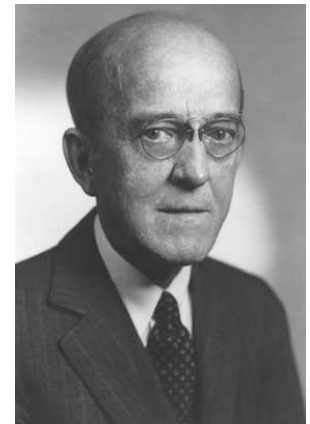
Identificação do material hereditário em bactérias

Entretanto, os cientistas continuavam relutantes em acreditar que uma molécula de composição química tão simples, como o DNA (e não uma proteína), poderia ser responsável pela hereditariedade.

Como que uma molécula com a estrutura do DNA poderia conter toda a informação genética de um ser vivo?

Como que toda a informação genética do homem poderia passar de geração para geração através de uma molécula tão simples como o DNA?

Como o DNA (ou o material genético) teria a habilidade de codificar e duplicar precisamente estas informações para a perpetuação da espécie?

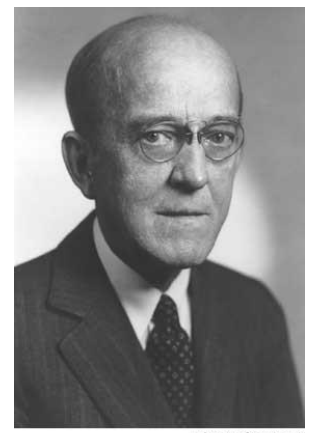
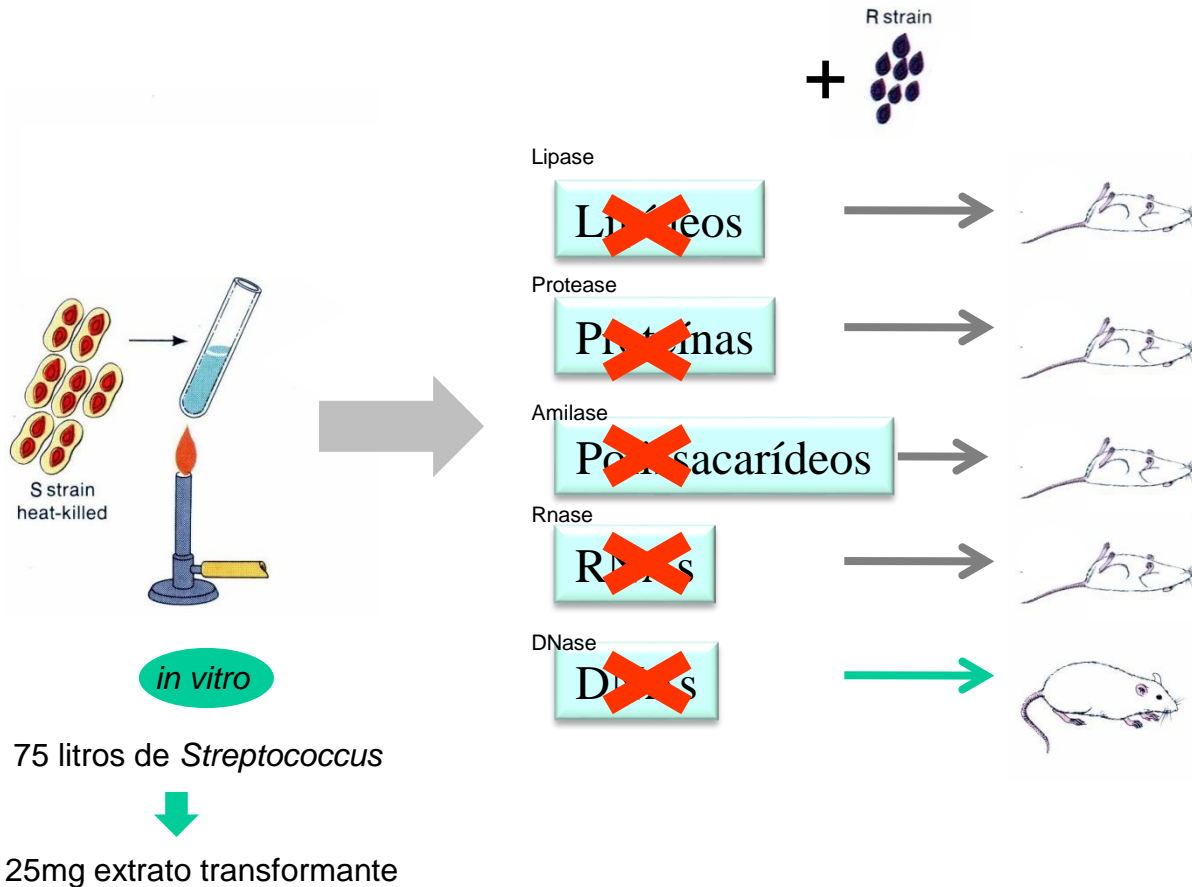


Library of Congress

Oswald T. Avery, 1944

Identificação do material hereditário em bactérias

primeira demonstração que os genes eram compostos por DNA



Library of Congress

Oswald T. Avery, 1944

A estrutura da molécula do DNA

A descoberta de que o DNA era realmente o material hereditário fez com que diversos pesquisadores voltassem sua atenção para a elucidação da estrutura dessa molécula, uma vez que seus componentes moleculares já haviam sido determinados por estudos com o DNA purificado.

Que estrutura tridimensional poderia permitir tamanha complexidade de ações em uma molécula de composição química tão simples?

Watson e Crick chegaram a estes resultados em 1953, baseados em dois trabalhos clássicos:

1º) trabalho empírico conduzido por Erwing Chargaff (1905 – 2002); e

2º) trabalho feito com difração de raio X que sugeria que as moléculas de DNA eram longas, finas e apresentavam duas partes similares e paralelas na forma helicoidal.



Francis Harry
Compton Crick
(1916-2004)



James Dewey
Watson
(1928 -)



Maurice Hugh
Frederick Wilkins
(1916-2004)

As descobertas empíricas de Chargaff

Chargaff e cols, quantificaram cada um dos tipos de base nitrogenada do DNA (adenina, timina, citosina e guanina) de várias espécies por cromatografia.

Organismo	Tecido	A	T	G	C	$\frac{A+T}{G+C}$
<i>E. coli</i>	-	26,0	23,9	24,9	25,2	1,00
<i>S. pneumoniae</i>	-	29,8	31,6	20,5	18,0	1,59
<i>M. tuberculosis</i>	-	15,1	14,6	34,9	35,4	0,42
Levedura	-	31,3	32,9	18,7	17,1	1,79
Ouriço do mar	esperma	32,8	32,1	17,7	18,4	1,85
Arenque	esperma	27,8	27,5	22,2	22,6	1,23
Rato	medula óssea	28,6	28,4	21,4	21,5	1,33
Homen	timo	30,9	29,4	19,9	19,8	1,52
Homen	fígado	30,3	30,3	19,5	19,9	1,53
Homen	esperma	30,7	31,2	19,3	18,8	1,62

A razão entre os 4 nucleotídeos varia entre as espécies

O número de Adeninas é semelhante ao de Timinas em todas as espécies

O número de Citosinas é semelhante ao de Guaninas

A razão de purinas e pirimidinas é sempre aproximadamente 1 (purinas = pirimidinas)

a quantidade de pirimidina (T+C) era sempre igual a quantidade de purinas (A+G);

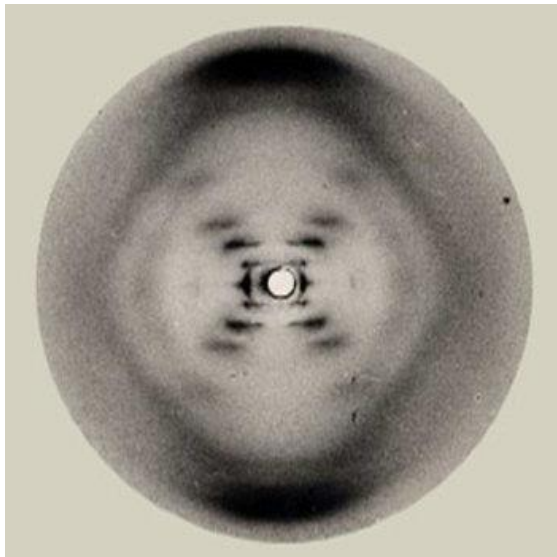
a quantidade de T era sempre igual a de A e a quantidade de G igual a de C e

que a quantidade de A+T não era necessariamente igual a de C+G.



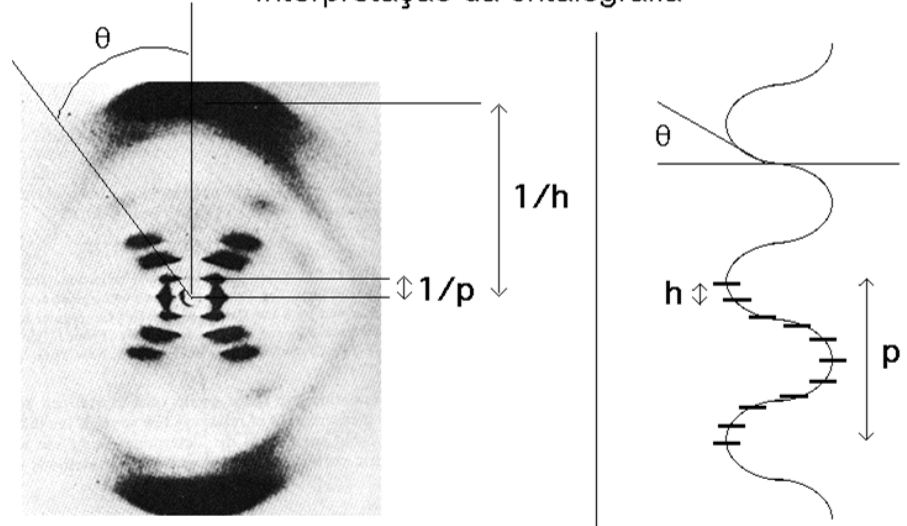
Erwin Chargaff, 1949 – 1953.

A foto 51



Padrão de difração de raios-X da forma B do DNA

Interpretação da cristalografia



θ - inclinação da hélice: ângulo perpendicular ao longo do eixo

$h = 3.4 \text{ \AA}$ (distância entre as bases)

$p = 34 \text{ \AA}$ (distância entre uma volta completa da hélice, unidades repetidas da hélice)



<http://www.pbs.org/wgbh/nova/photo51/>



Rosalind Franklin, 1952-1953

O modelo de Watson, Crick, Wilkins e 'Franklin'

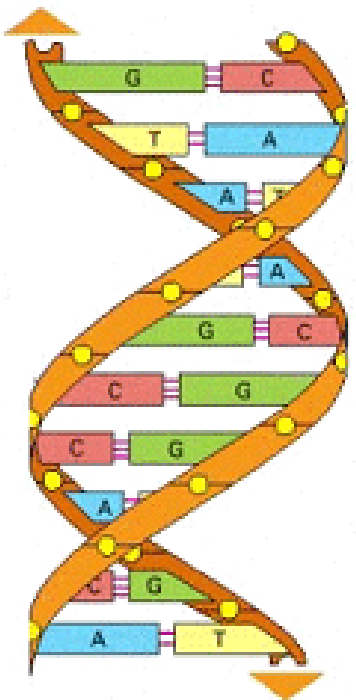


Figura I

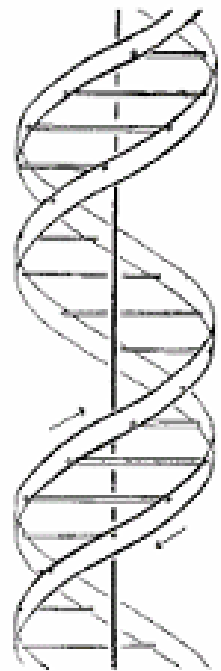
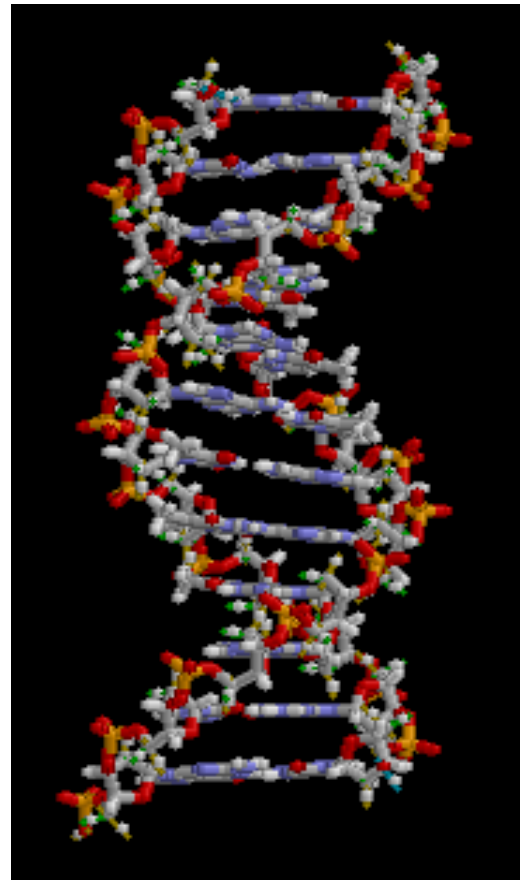


Figura II

Desenho do trabalho de Watson e Crick representando a estrutura do DNA



Francis Harry Compton Crick (1916-2004)

James Dewey Watson (1928 -)

Maurice Hugh Frederick Wilkins (1916-2004)

<http://www.pbs.org/wgbh/nova/photo51/>



Rosalind Franklin, 1952-1953

O modelo de Watson, Crick, Wilkins e 'Franklin'

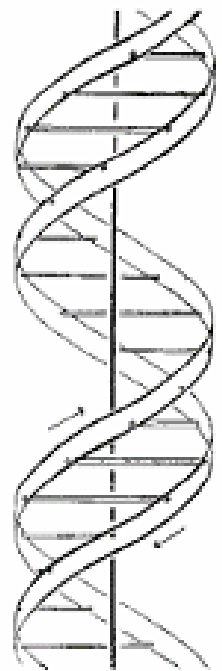
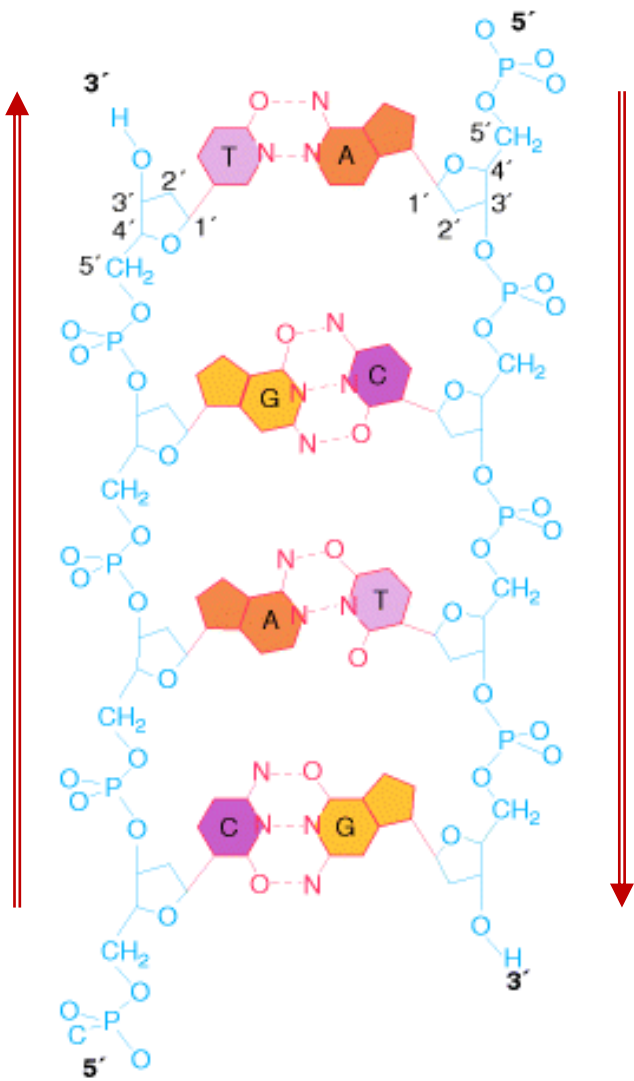
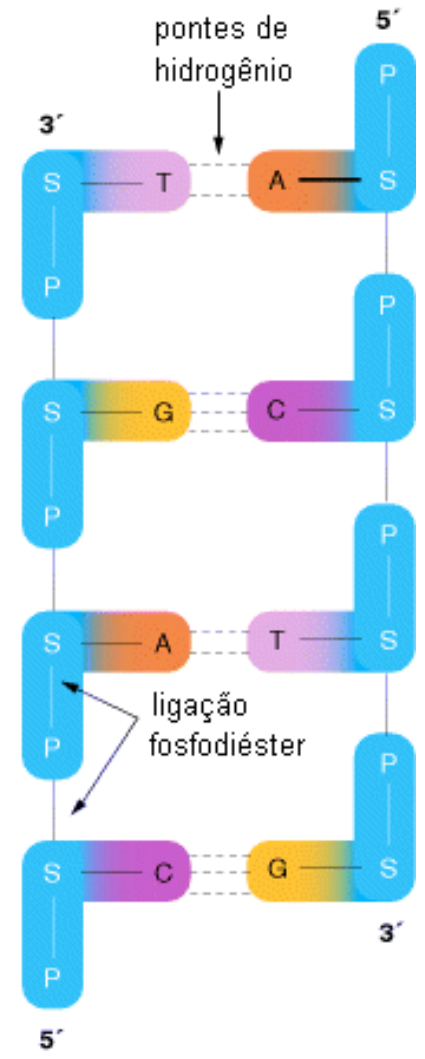


Figura II

Desenho do trabalho de Watson e Crick representando a estrutura do DNA

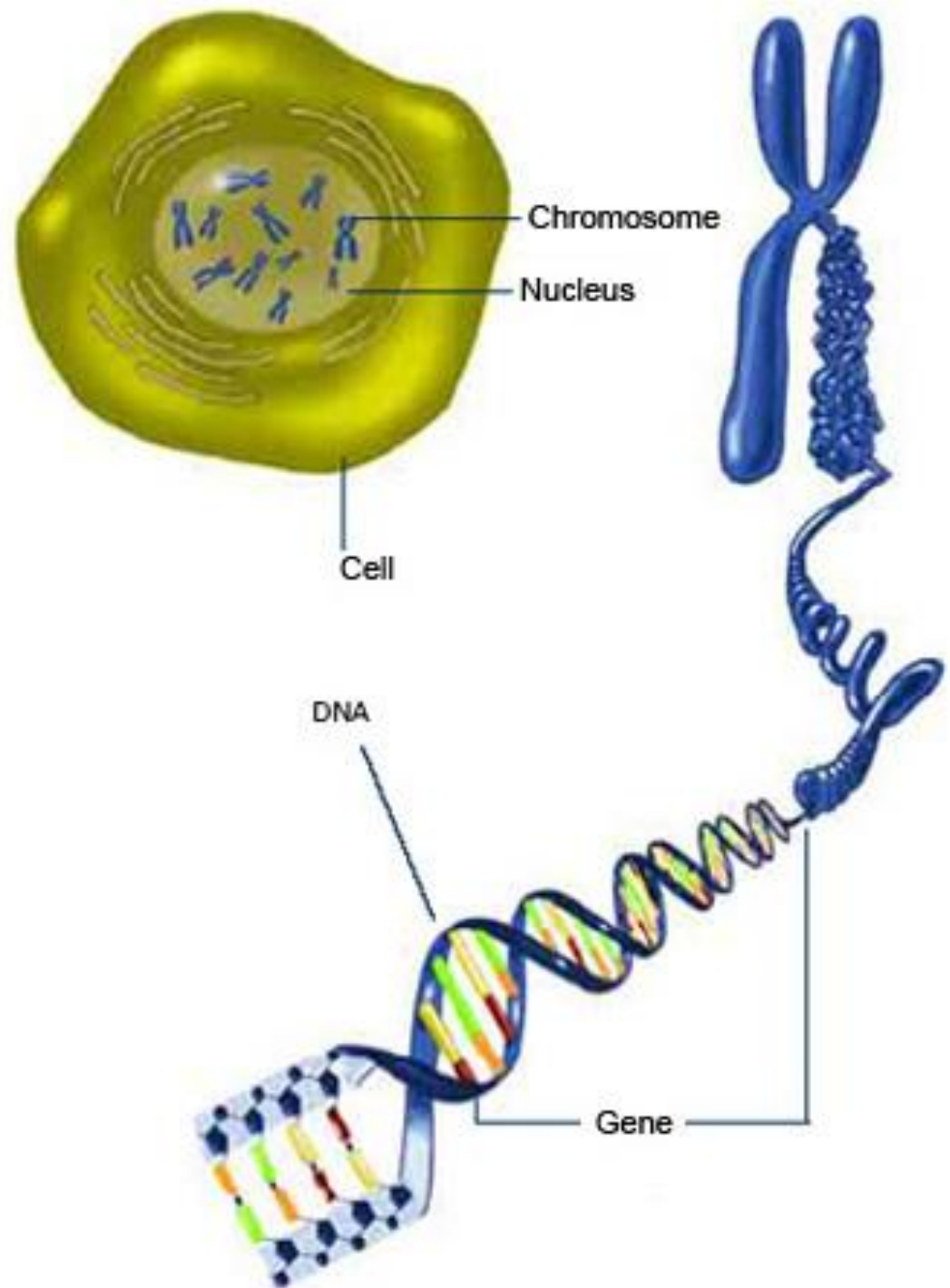


(a)



(b)

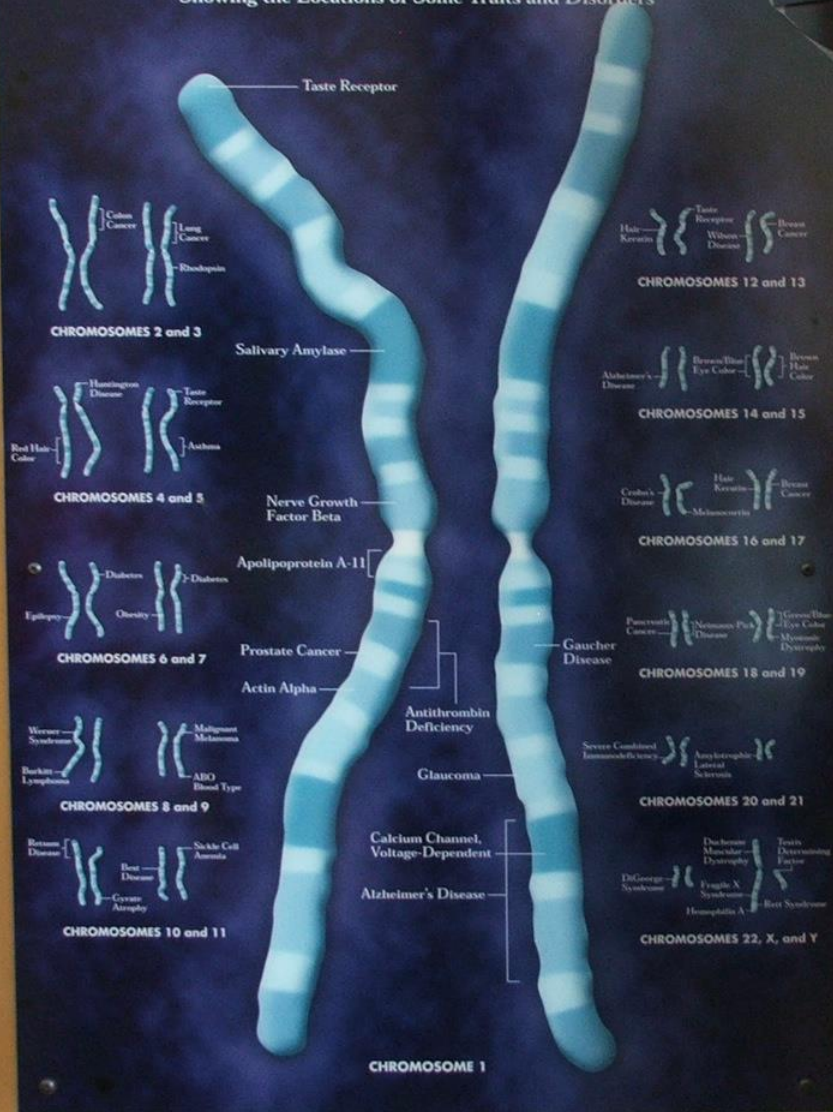
Cromossomo – gene - DNA

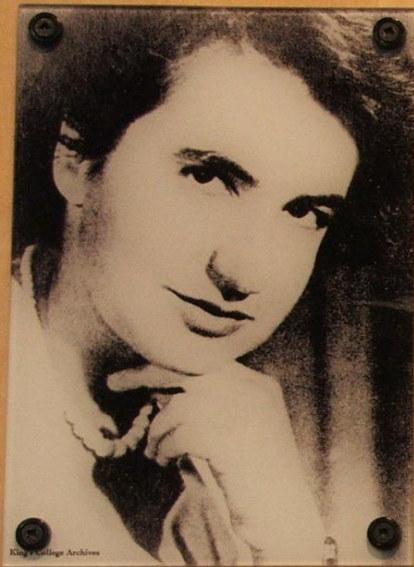


GENE JEANS

CHROMOSOME MAPS

Showing the Locations of Some Traits and Disorders





Rosalind Elsie Franklin

Born: London, England
July 25, 1920

Died: April 16, 1958

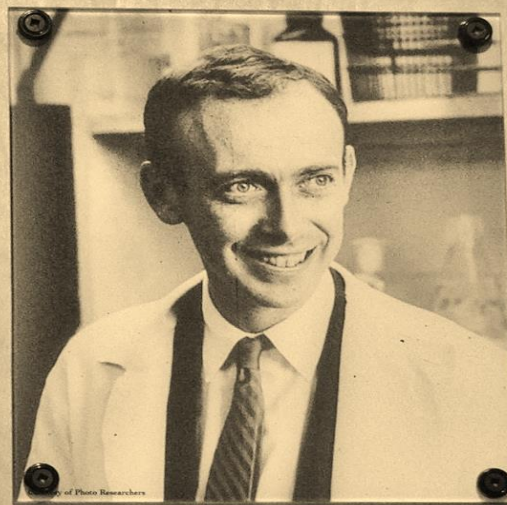
B.S. Newnham College, Cambridge, 1941
Ph.D. Cambridge University, 1945

James Dewey Watson

Born: Chicago, Illinois
June 16, 1928

B.A. University of Chicago, 1947
Ph.D. Indiana University, 1950

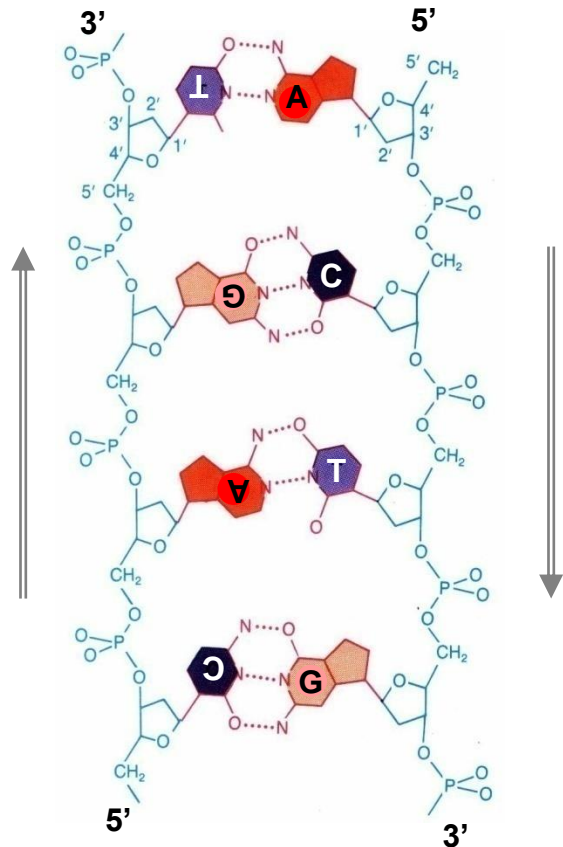
**Nobel Prize in Physiology
or Medicine, 1962**



Composição química dos ácidos Nucleícos

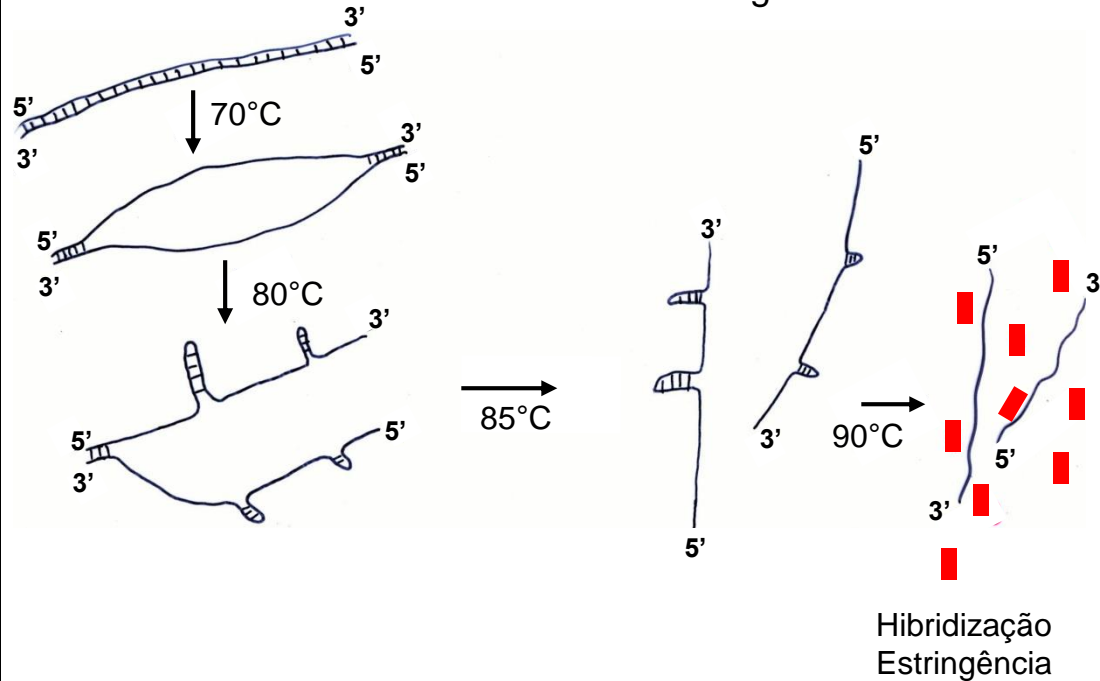
PURINAS - A G
 PIRIMIDINAS - C T U

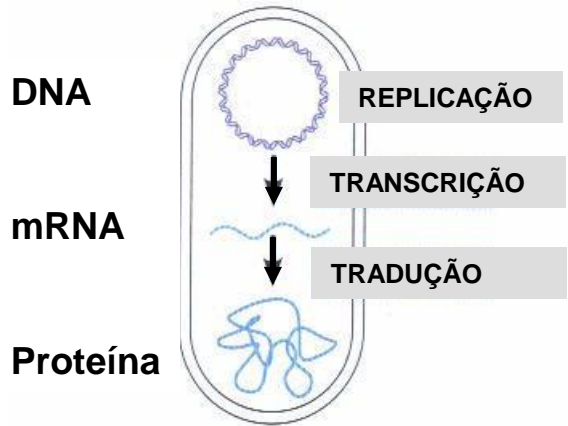
Pontes de Hidrogênio
 A = T
 C ≡ G



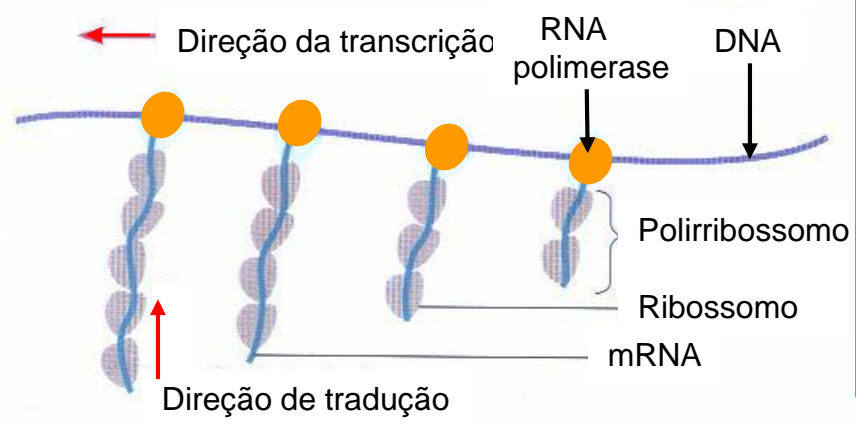
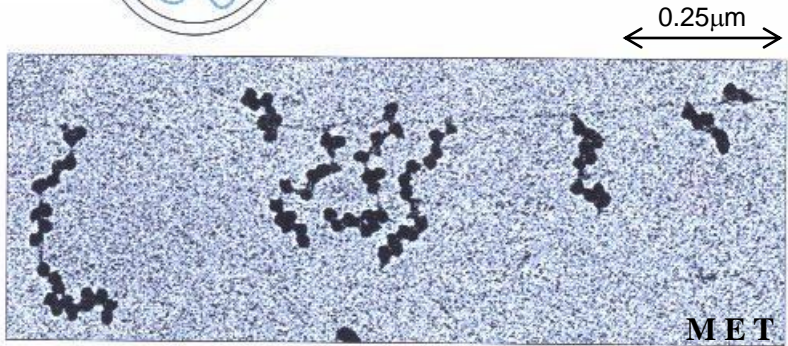
Propriedade físicas e químicas do DNA:

- Viscosidade
- Sedimentação em Gradiente de CsCl (+ CG, + denso)
- Denaturação: Química - pH < 4 ou > 11 (NaOH)
Física - T_m (proporcional ao CG)
 Mecânica - seringa





Conceitos básicos de genética clássica

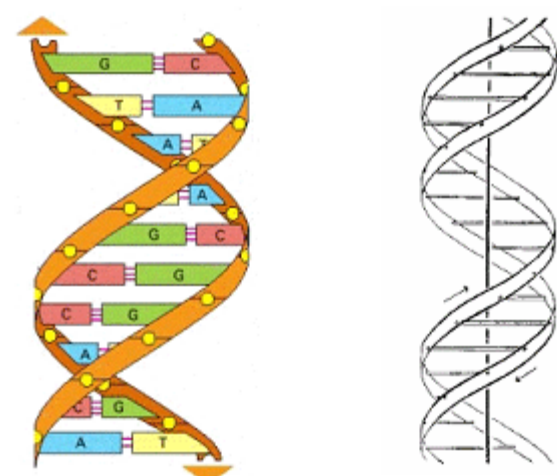


O Dogma Central da Biologia Molecular

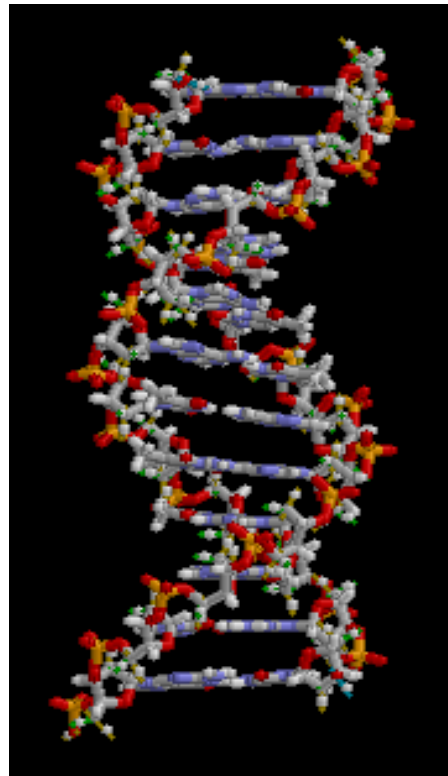
Proposto por sir Francis Crick em 1958 na tentativa de relacionar o DNA, o RNA e proteínas.

O DNA pode se replicar e dar origem a novas moléculas de DNA, pode ainda ser transcrito em RNA, e este por sua vez traduz o código genético em proteínas

Replicação do DNA



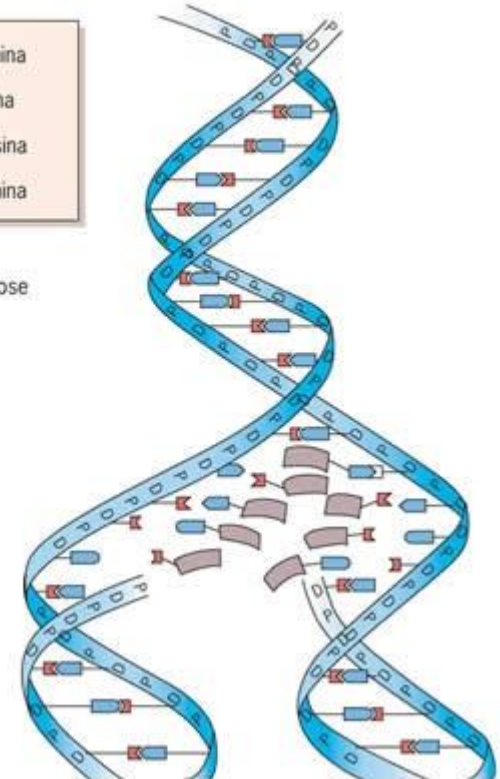
Desenho do trabalho de Watson e Crick representando a estrutura do DNA



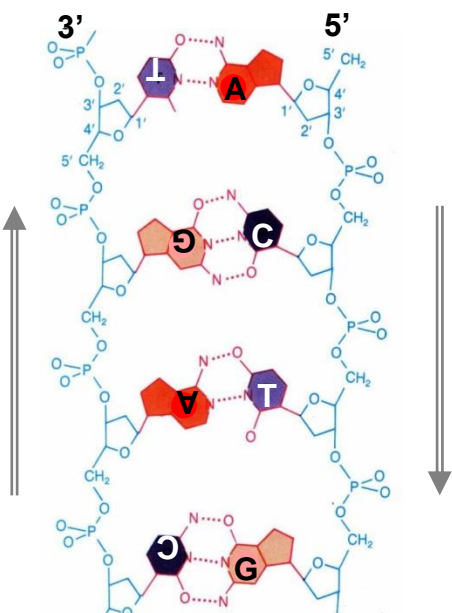
Esquema de duplicação de DNA



P = Fosfato
D = Desoxirribose

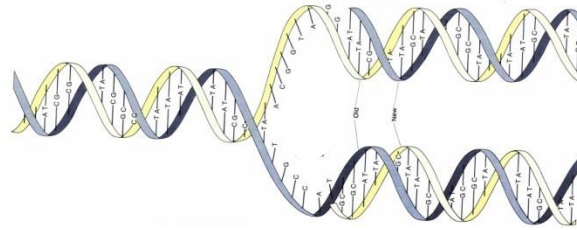


Hipótese proposta por W & C
Replicação é **Semi-conservativa**



Replicação do DNA

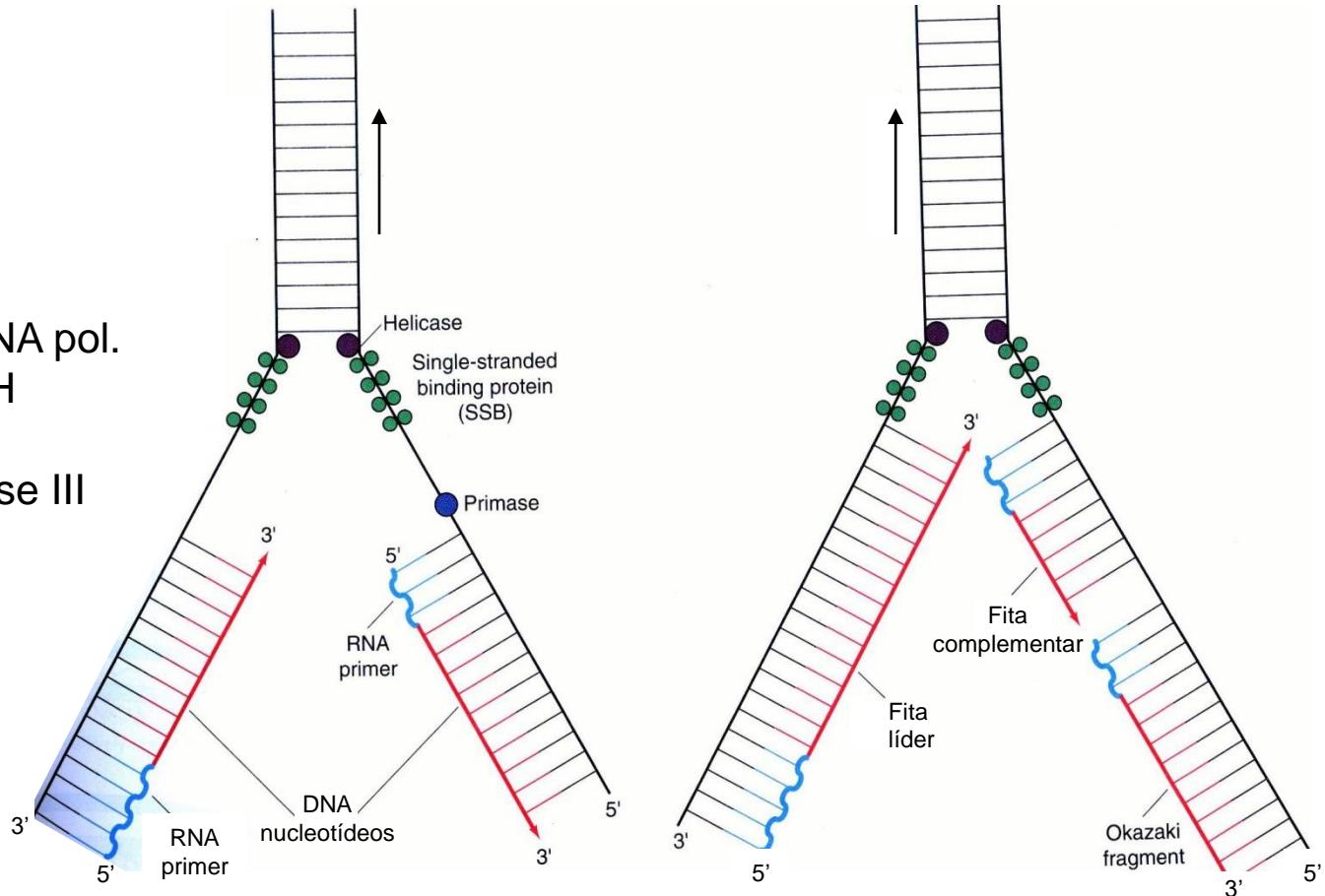
SEMI - CONSERVATIVA - 5' → 3'



NECESSITA :

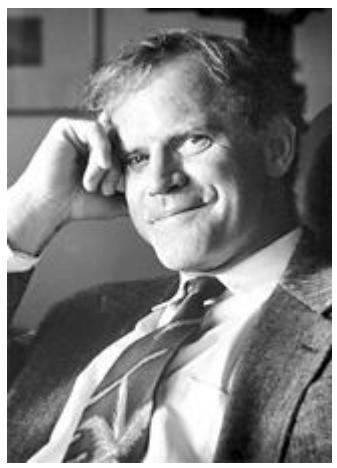
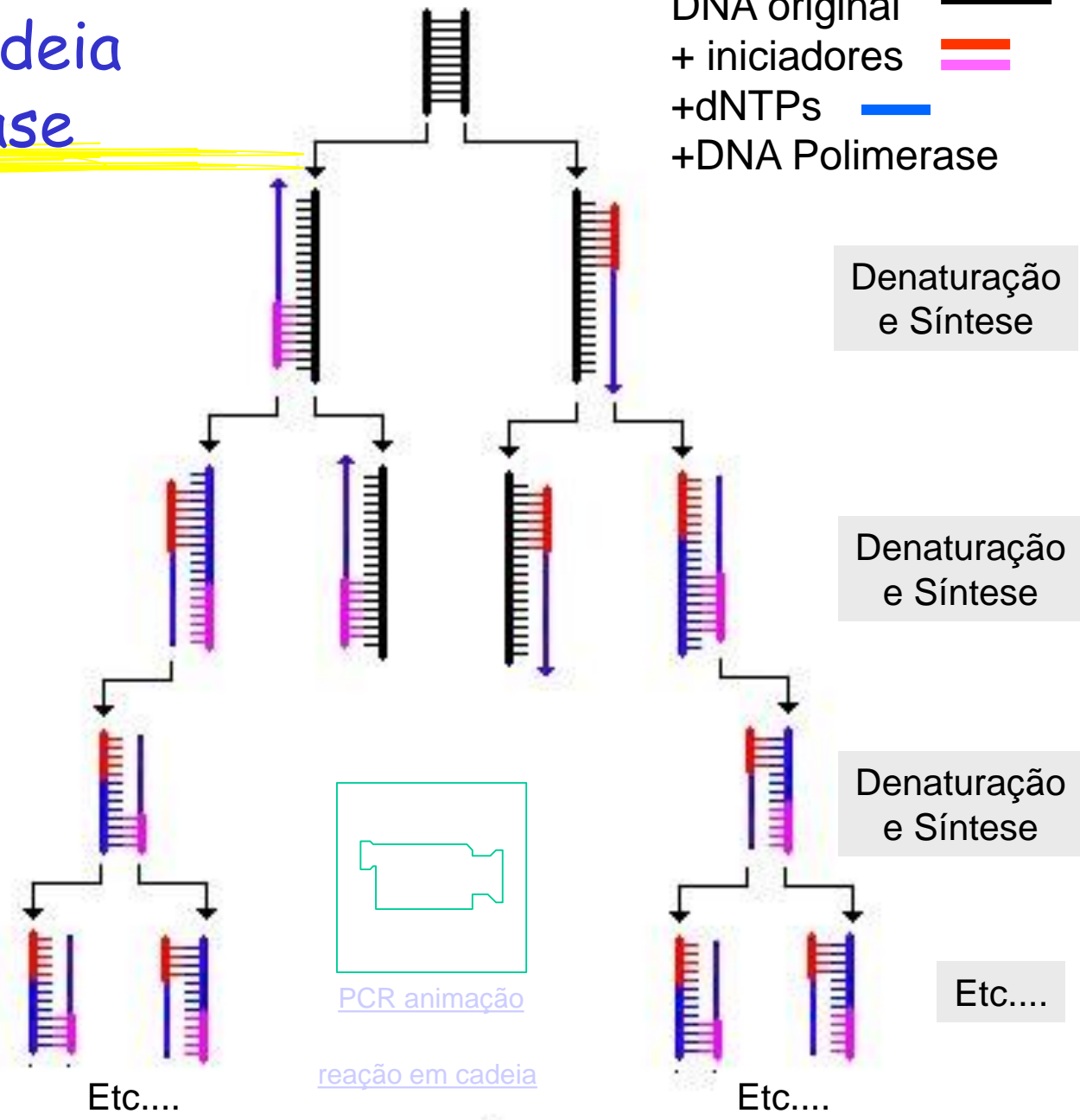
- INICIADOR
- MODELO
- NUCLEOTÍDEOS
- ENZIMAS

- helicase
- SSB
- primase ou RNA pol.
- ribonuclease H
- ligase
- DNA polimerase III



Reação em cadeia da Polimerase

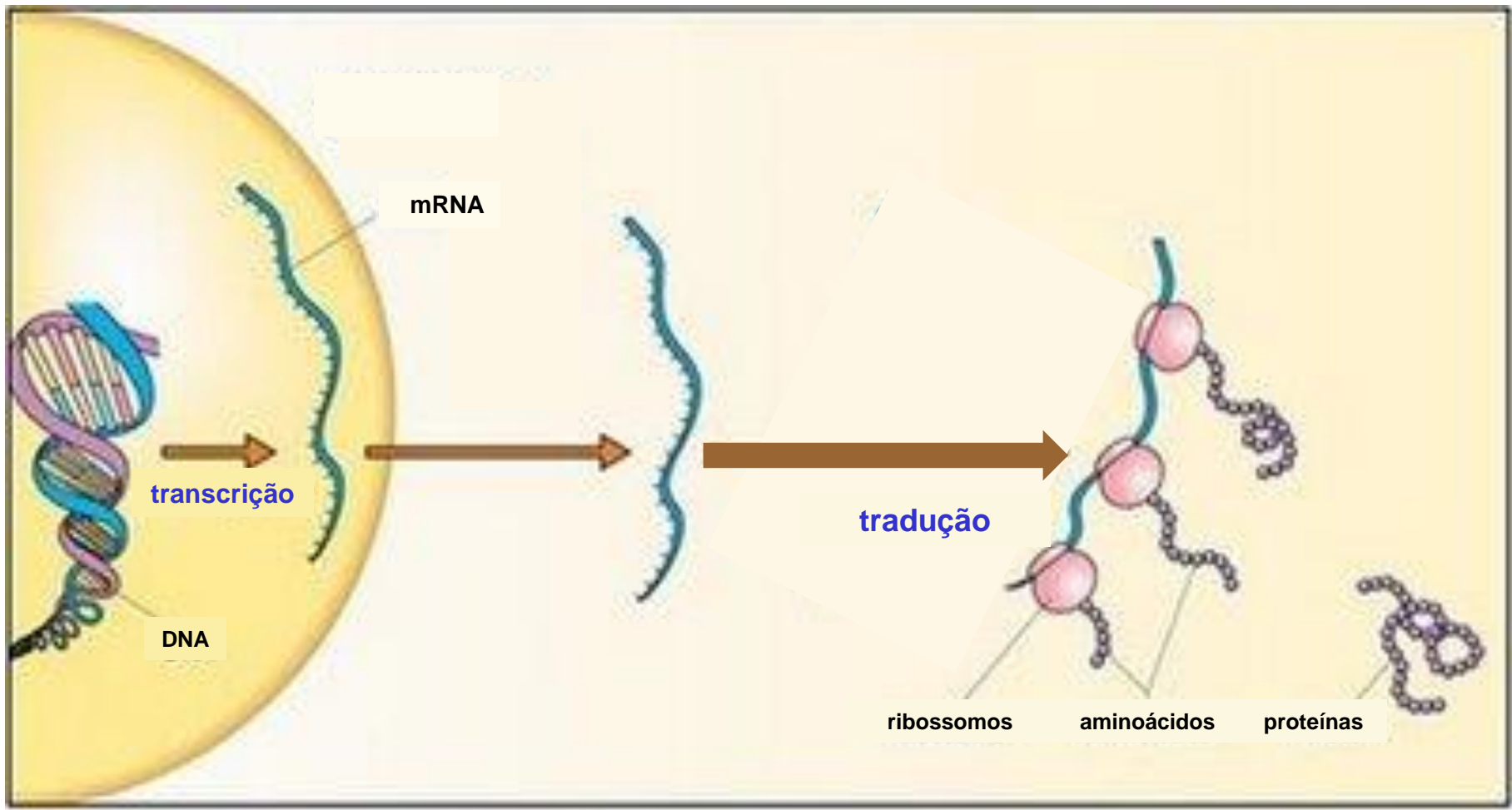
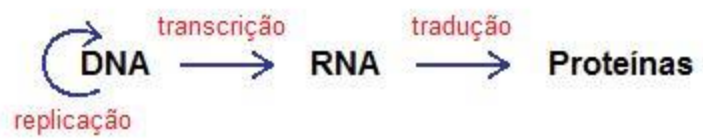
DNA original ———
 + iniciadores ———
 + dNTPs ———
 + DNA Polimerase



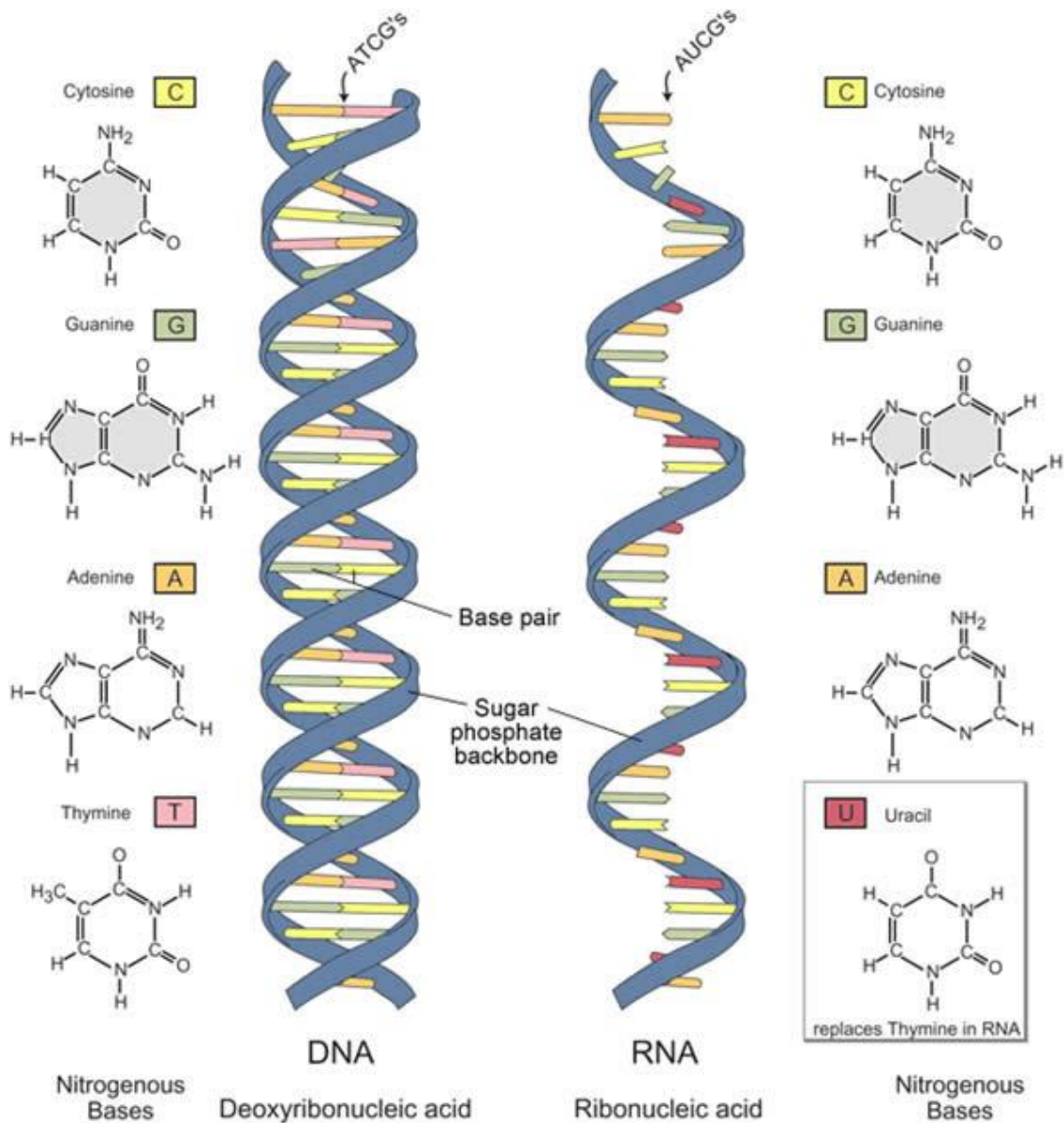
Kary B. Mullis PNQ 93

[PCR animação](#)
[reação em cadeia](#)

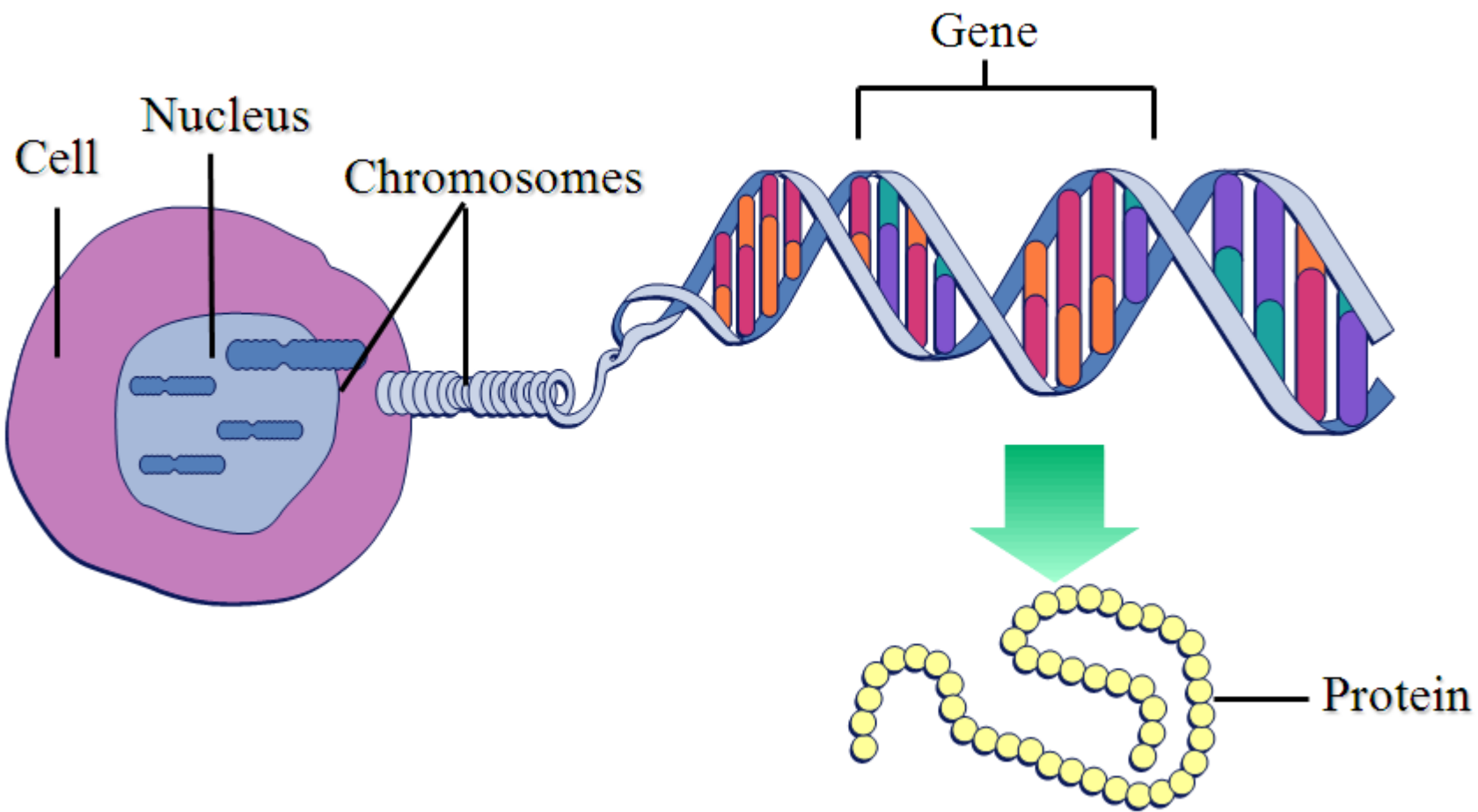
Dogma Central da Biologia Molecular



Transcrição do DNA para o RNA

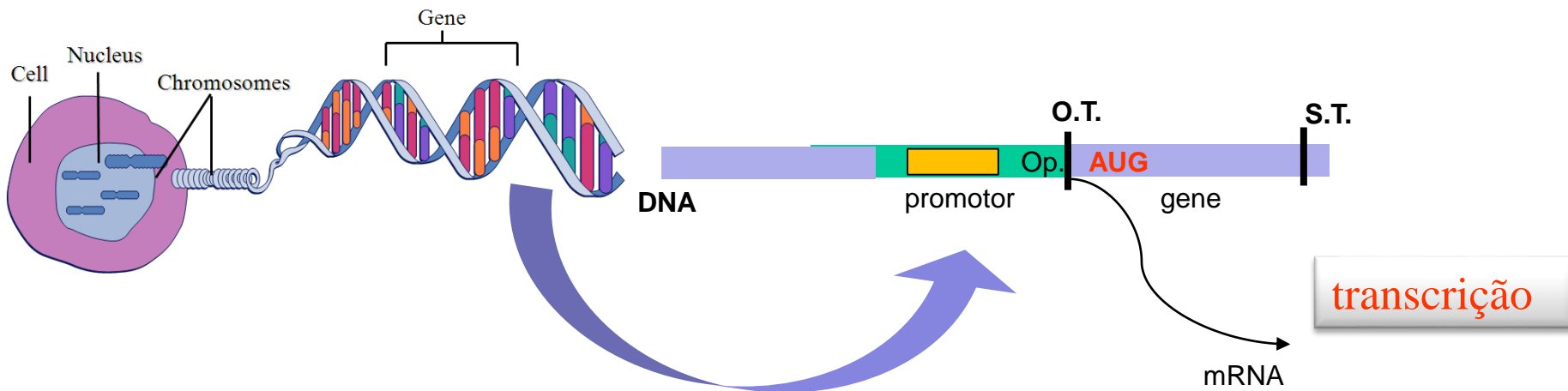


Cromossomo - gene - DNA



Definição de um GENE

- ✓ Genética clássica → é a unidade fundamental da hereditariedade.
- ✓ Cada gene é formado por uma sequência específica de nucleotídeos que codifica uma informação genética - proteína.
- ✓ Muitas vezes apresentam são flaqueados por sequências regulatórias como: Promotor, Operador, Origem de Transcrição, Sinal de Terminação.
- ✓ Em células Eucarióticas um gene geralmente inicia coma sequência 'AUG'



Transcrição do DNA para o RNA

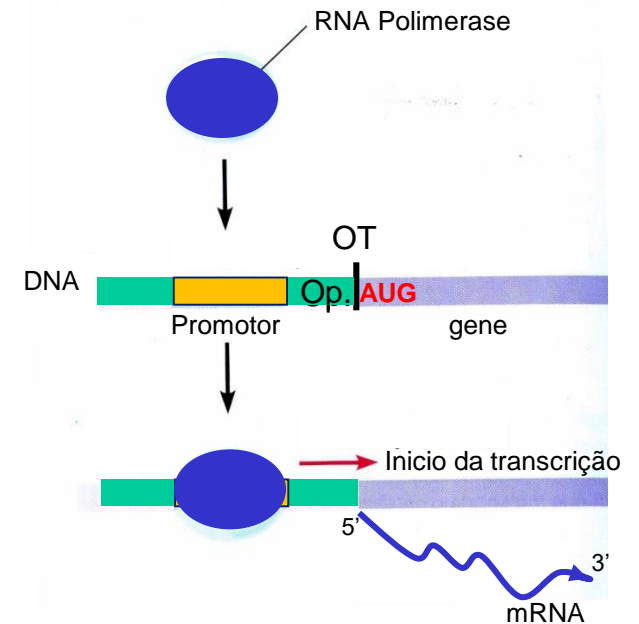
Processo de síntese de RNA a partir de um molde de DNA

Apenas uma fita é transcrita na direção 5' → 3'

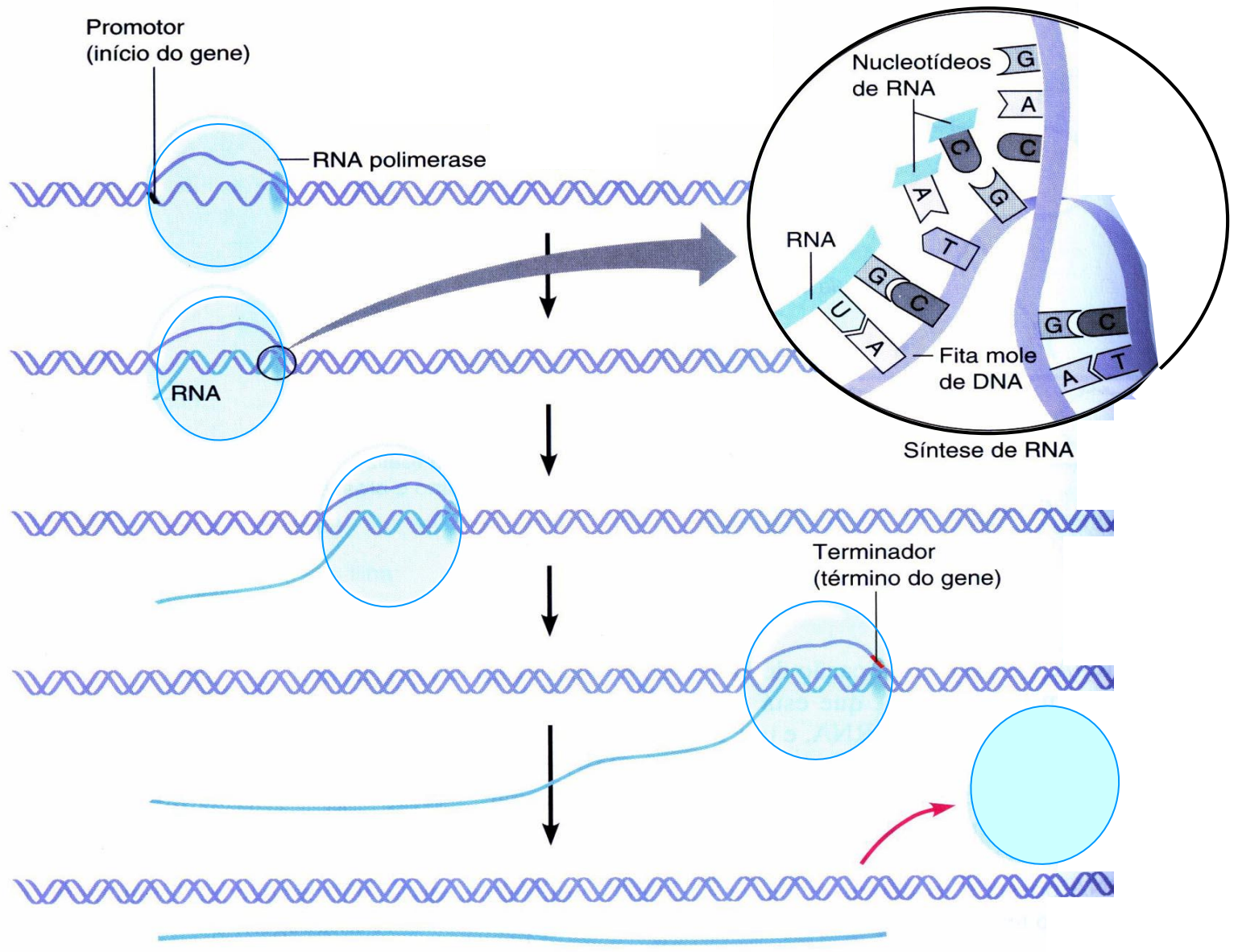
Enzima atuante: **RNA Polimerase** (5 unidades)

Reconhece os sinais de transcrição no **DNA**:

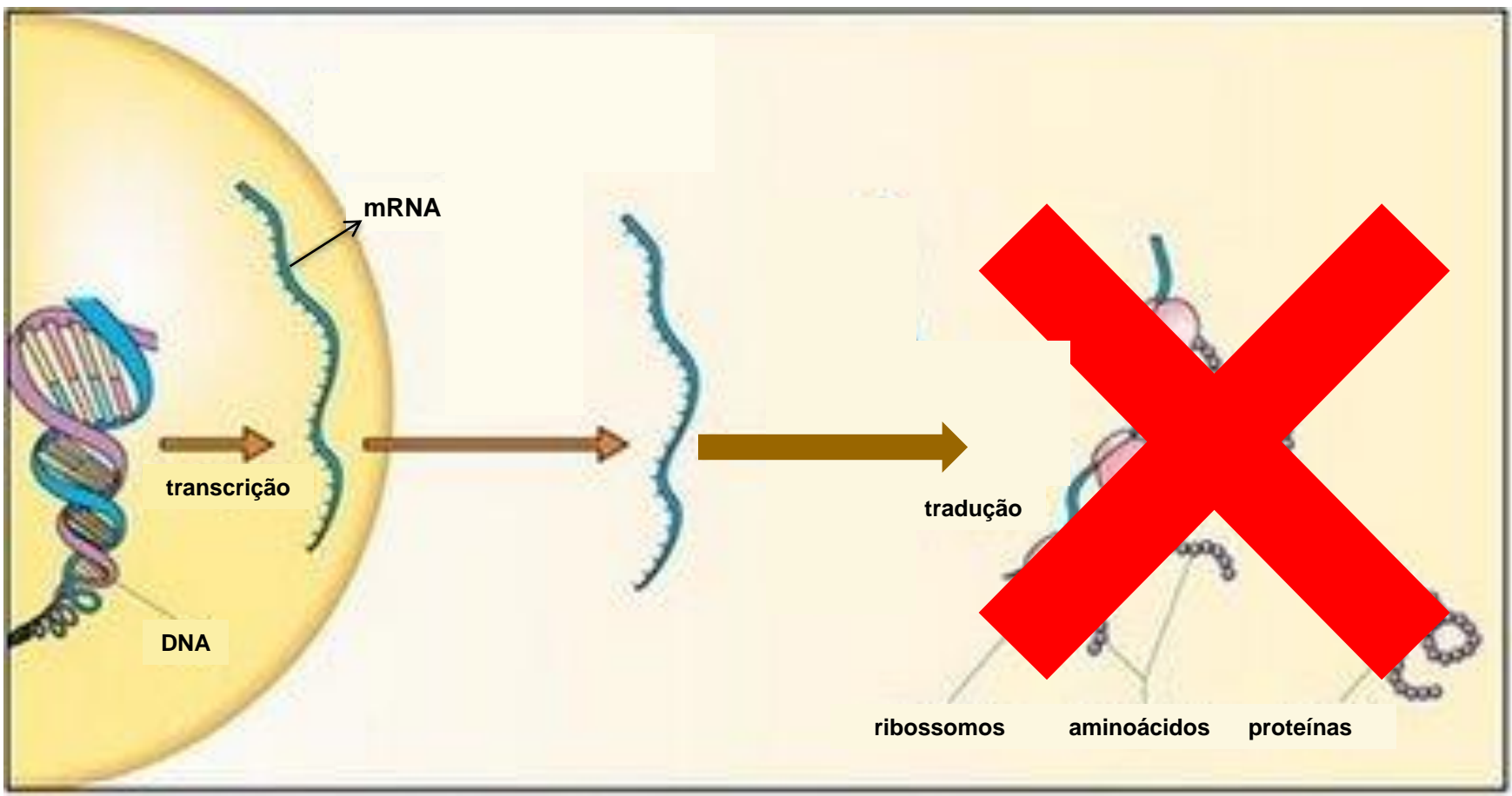
- Promotor : regiões -35 e -10 (TATA box)
- Operador : Op. (regulação gênica)
- Origem de Transcrição : AUG (metionina)
- Terminação - região rica em GC + AAAAAA..
- fator *rho*



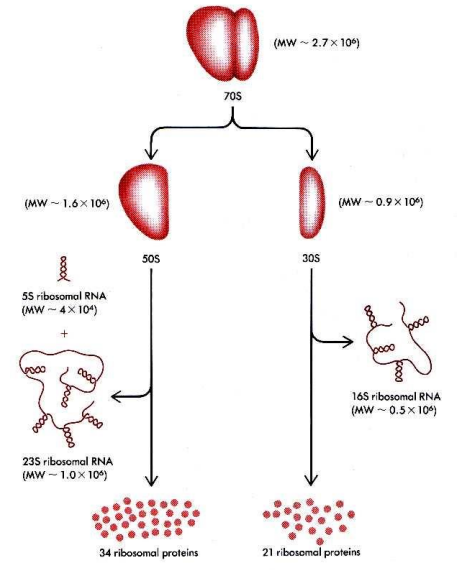
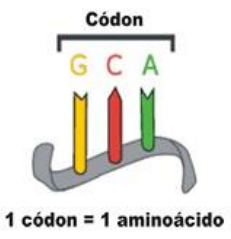
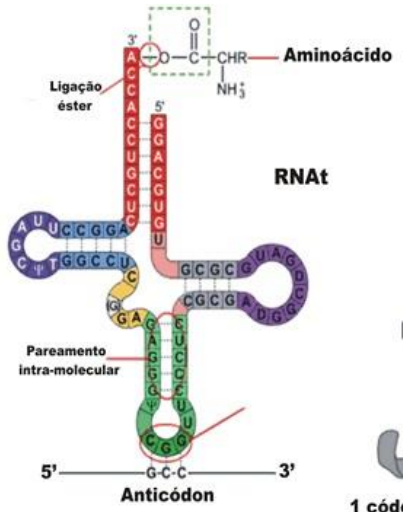
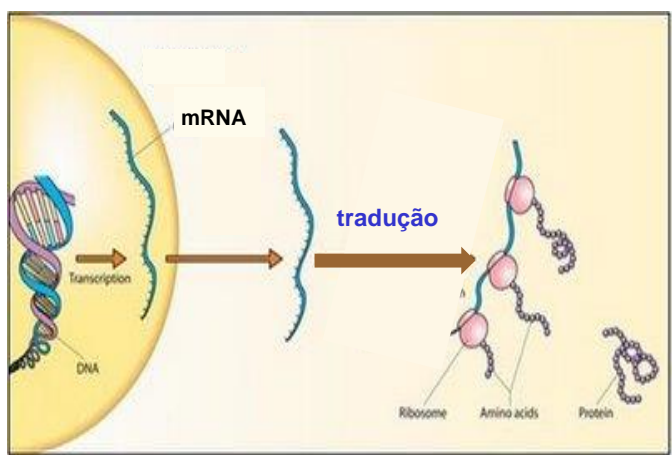
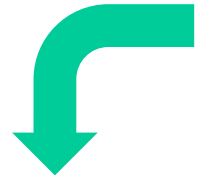
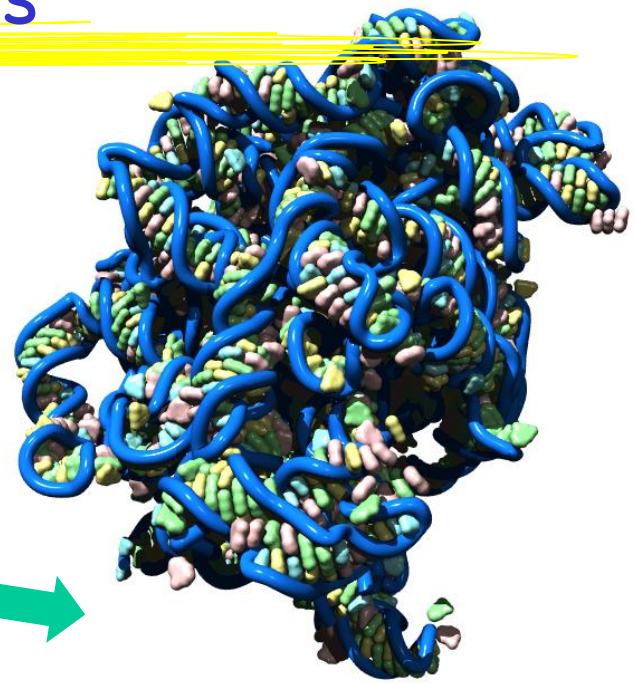
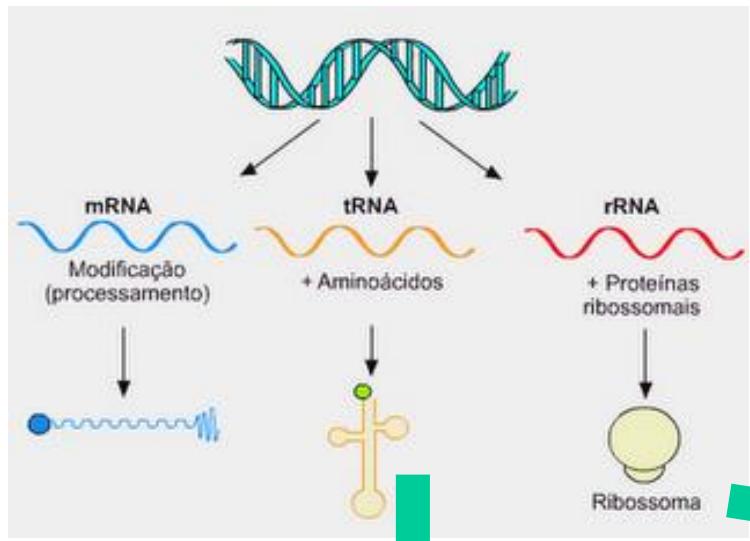
Transcrição do DNA para o RNA



Inibição da tradução - RNAi

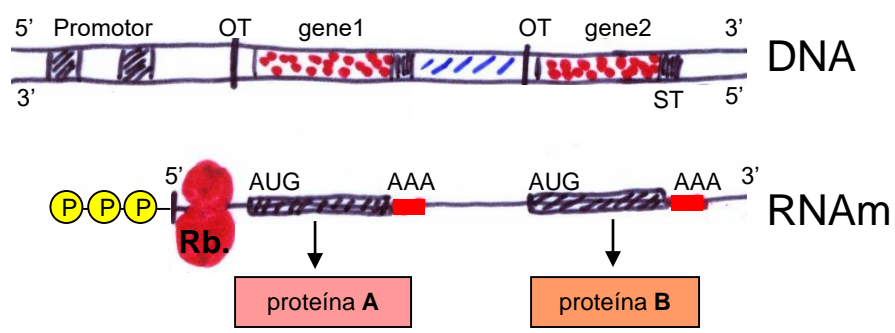


Tipos e funções dos RNAs

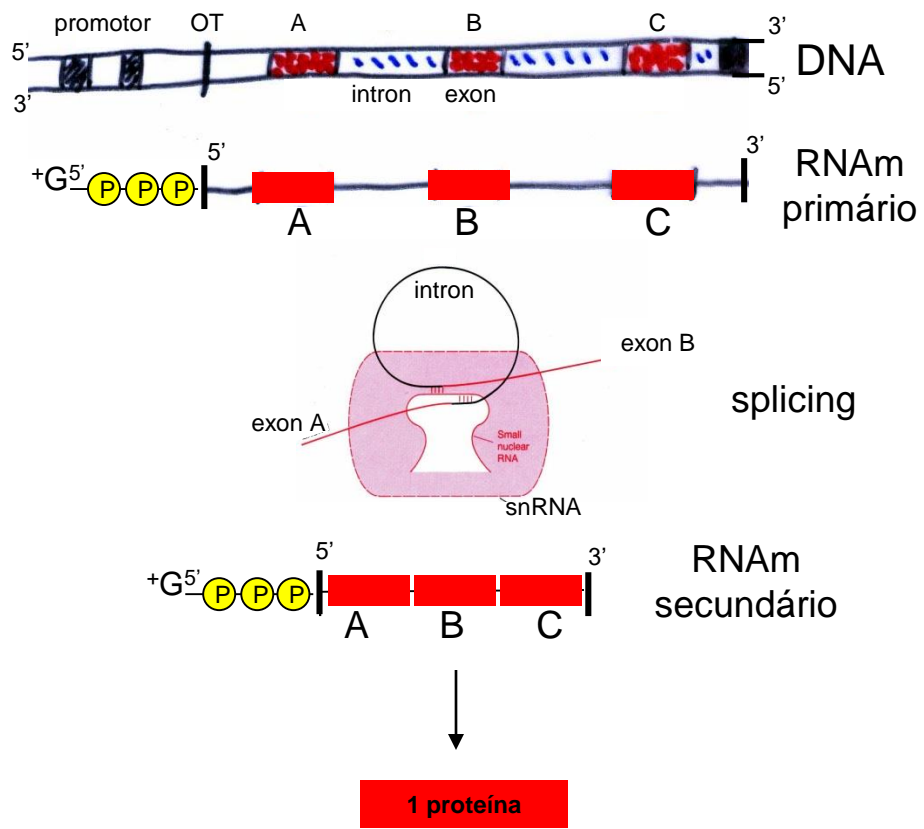


Transcrição do DNA para o RNA

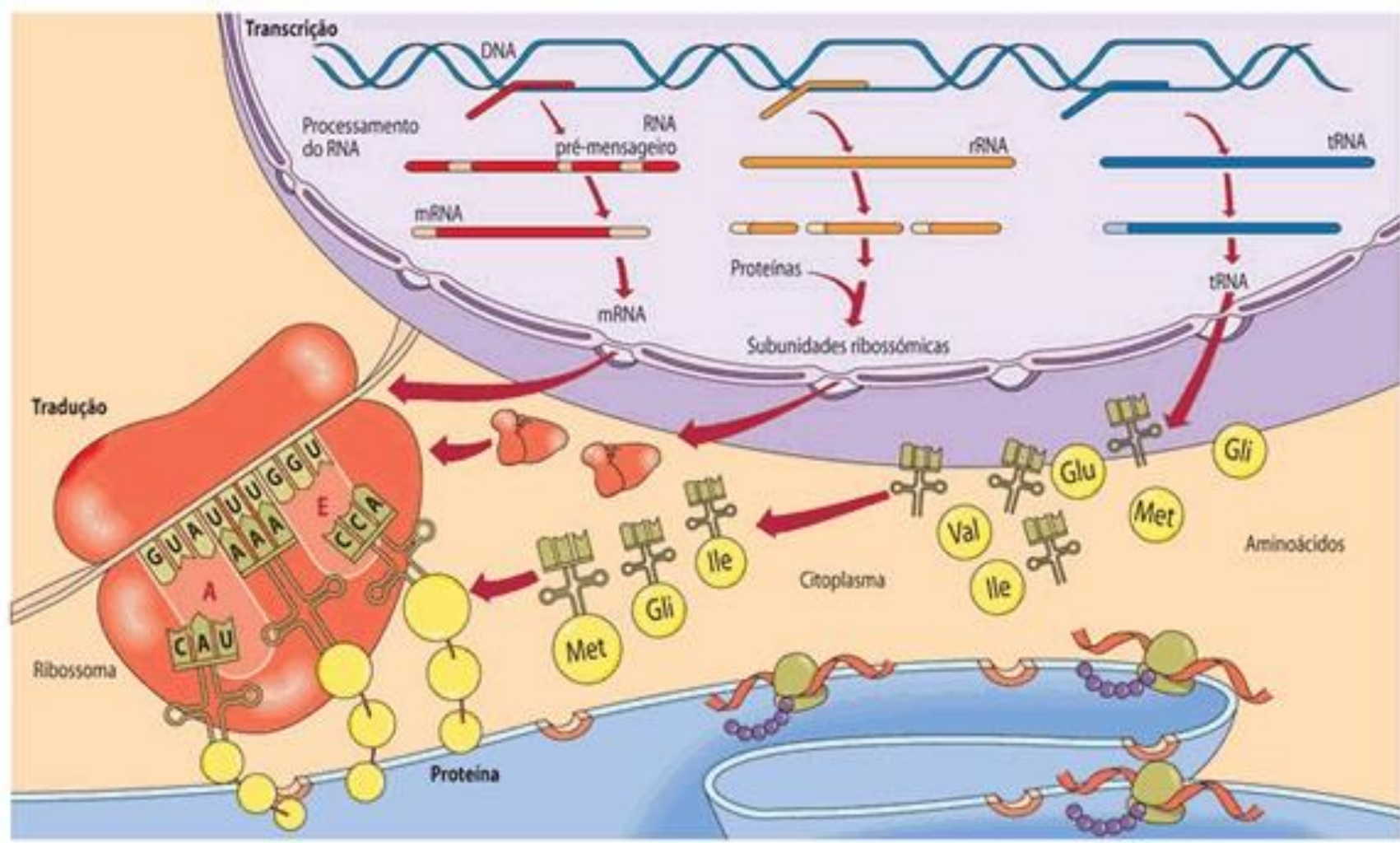
policistrônico



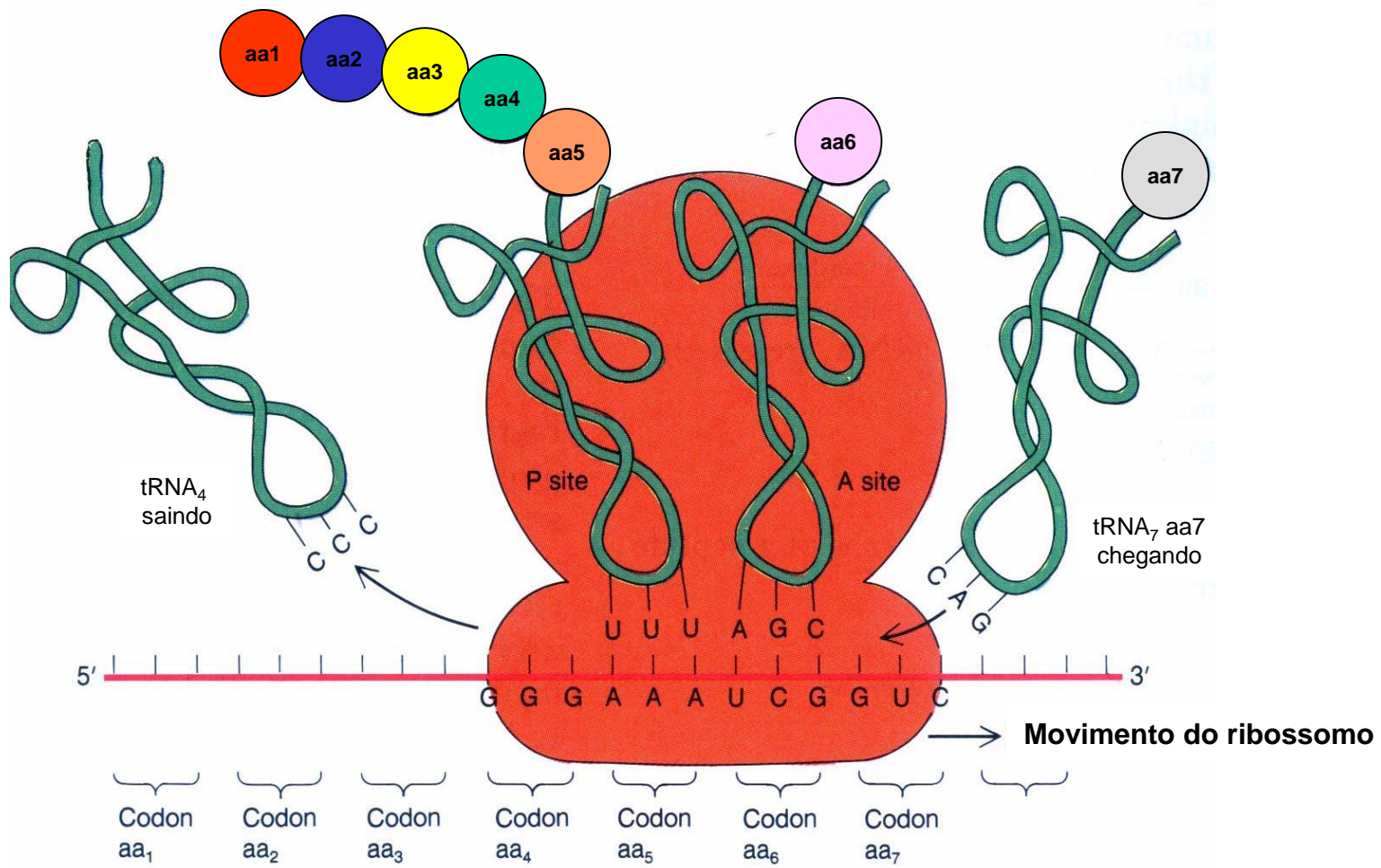
monocistrônico



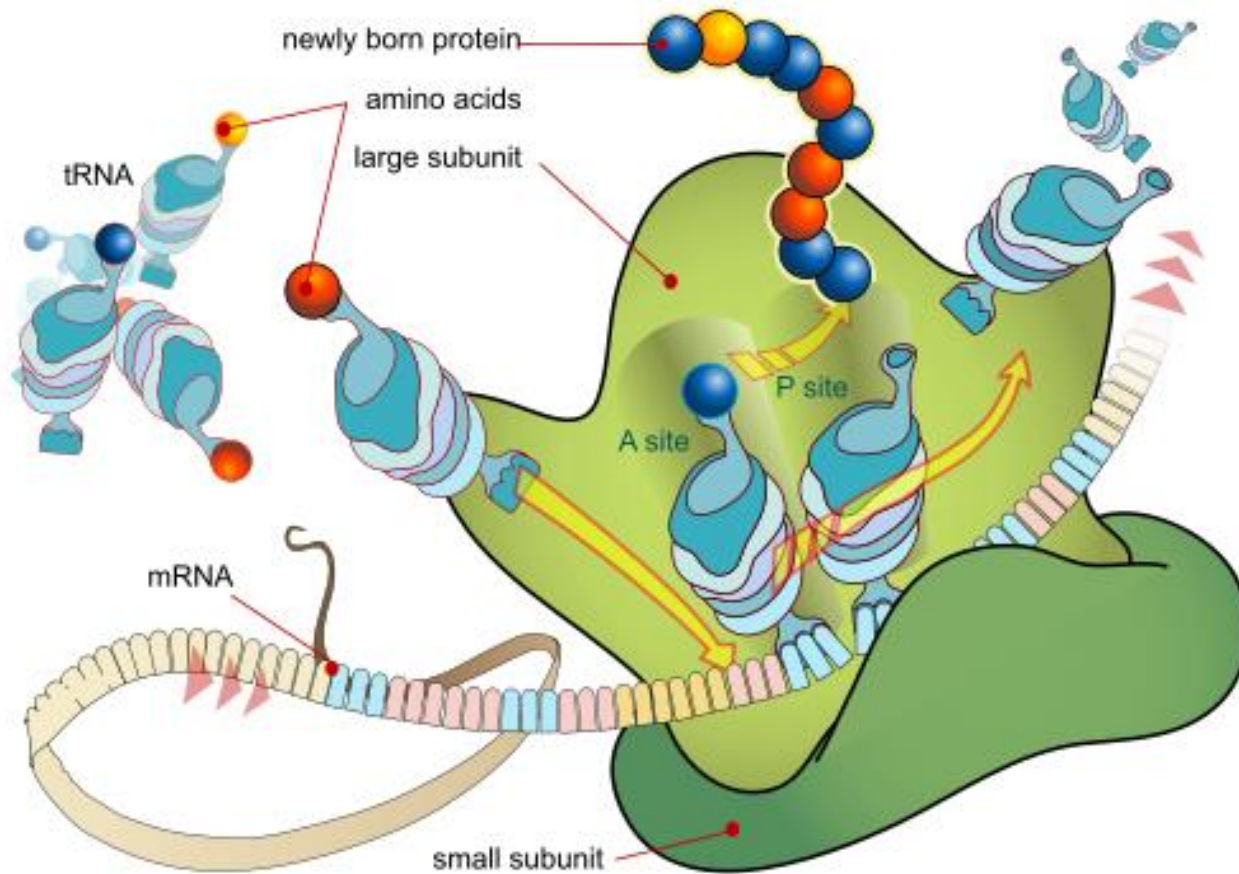
Dogma Central da Biologia Molecular



Tradução do RNA para a proteína

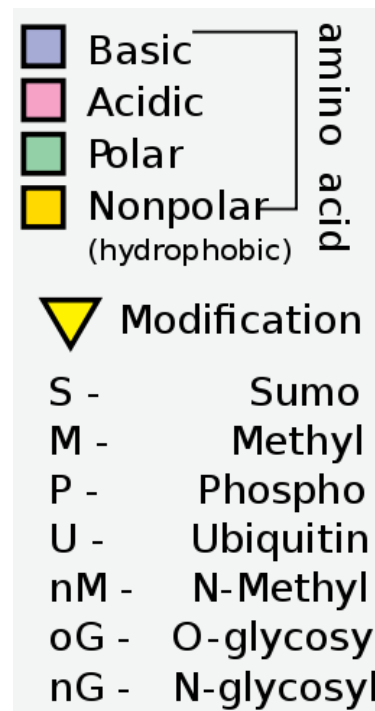
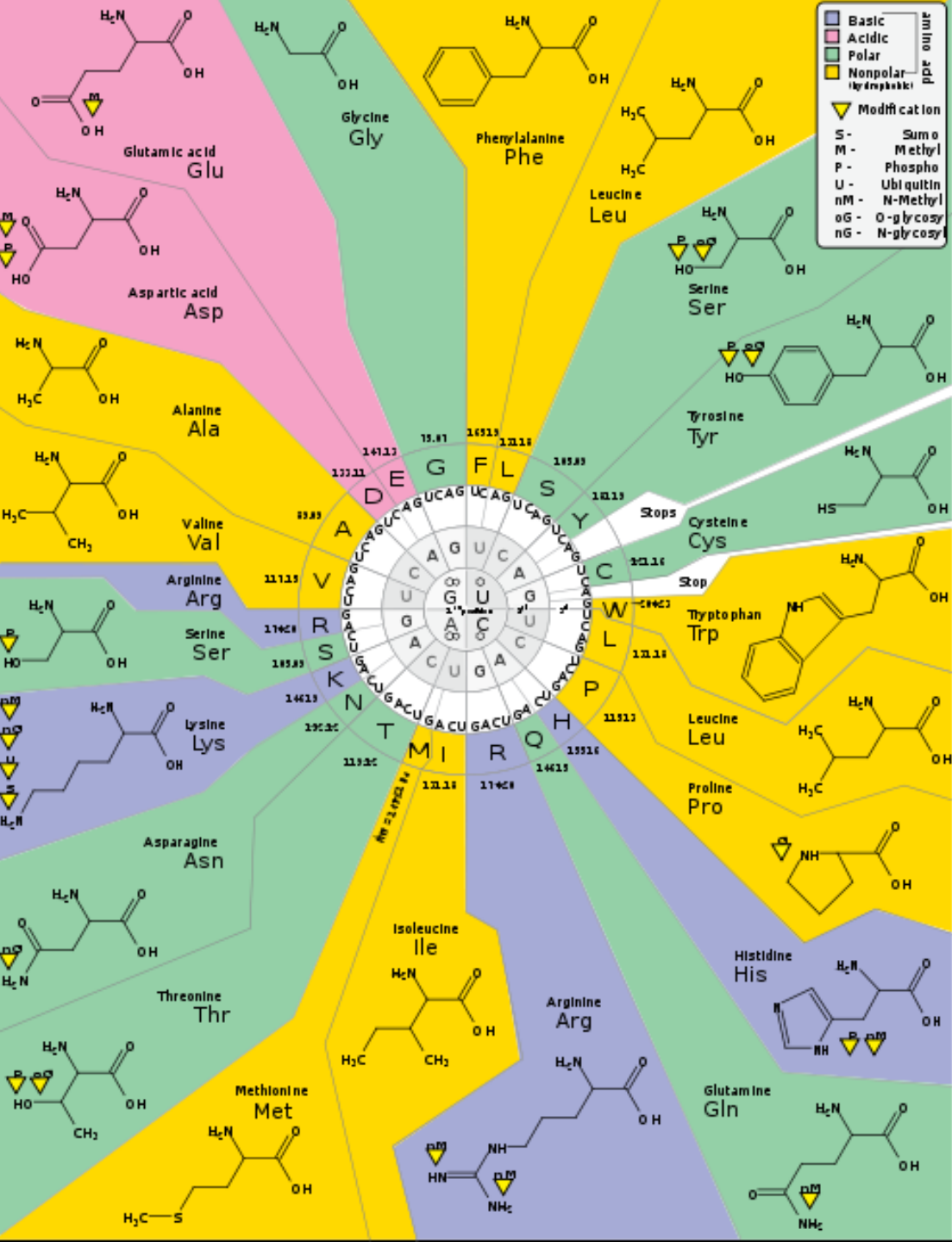


Síntese protéica



Código genético

Codifica para os 20 aminoácidos e códons de parada.





Tradução do RNA para a proteína

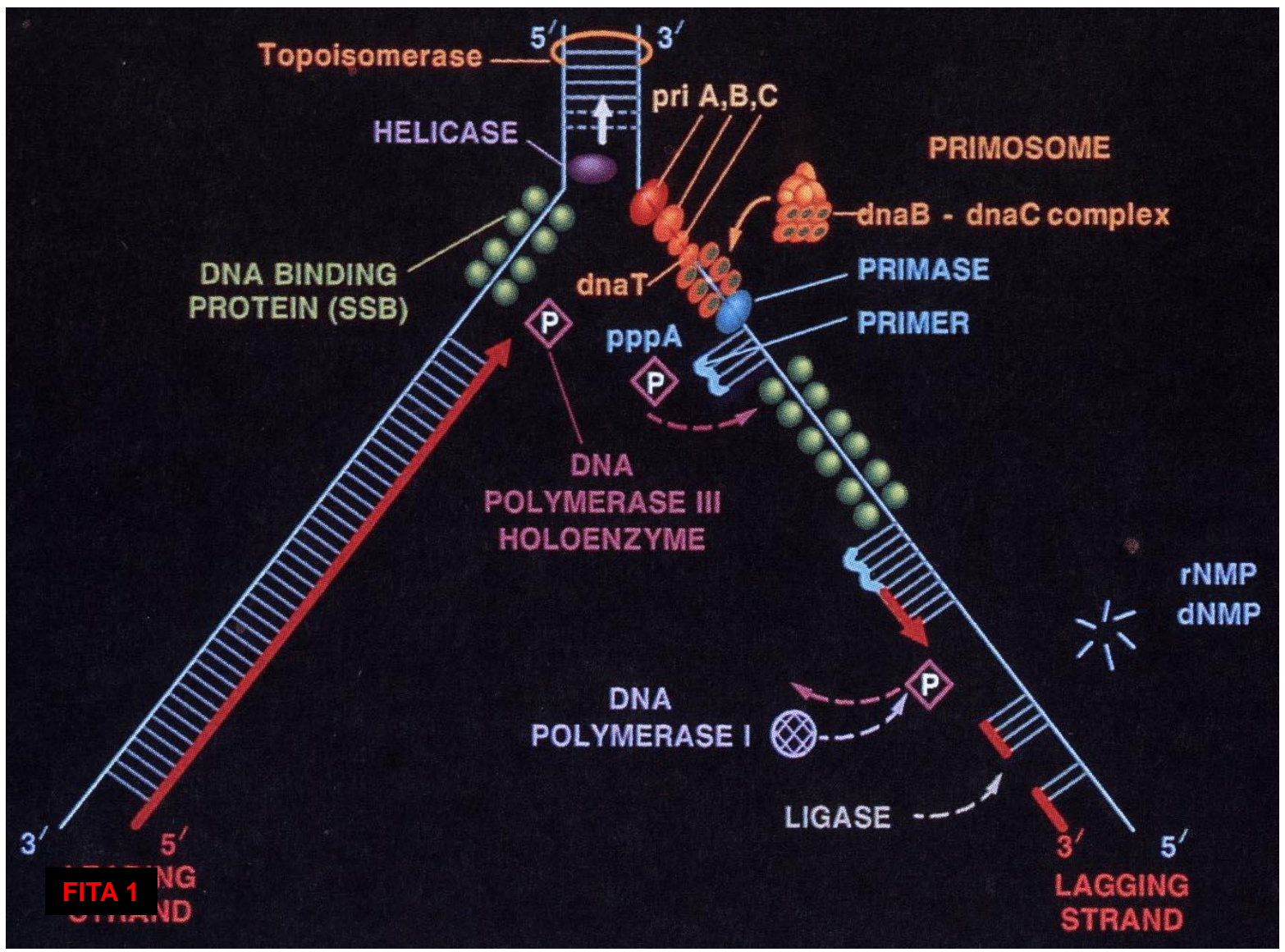
2a

1a

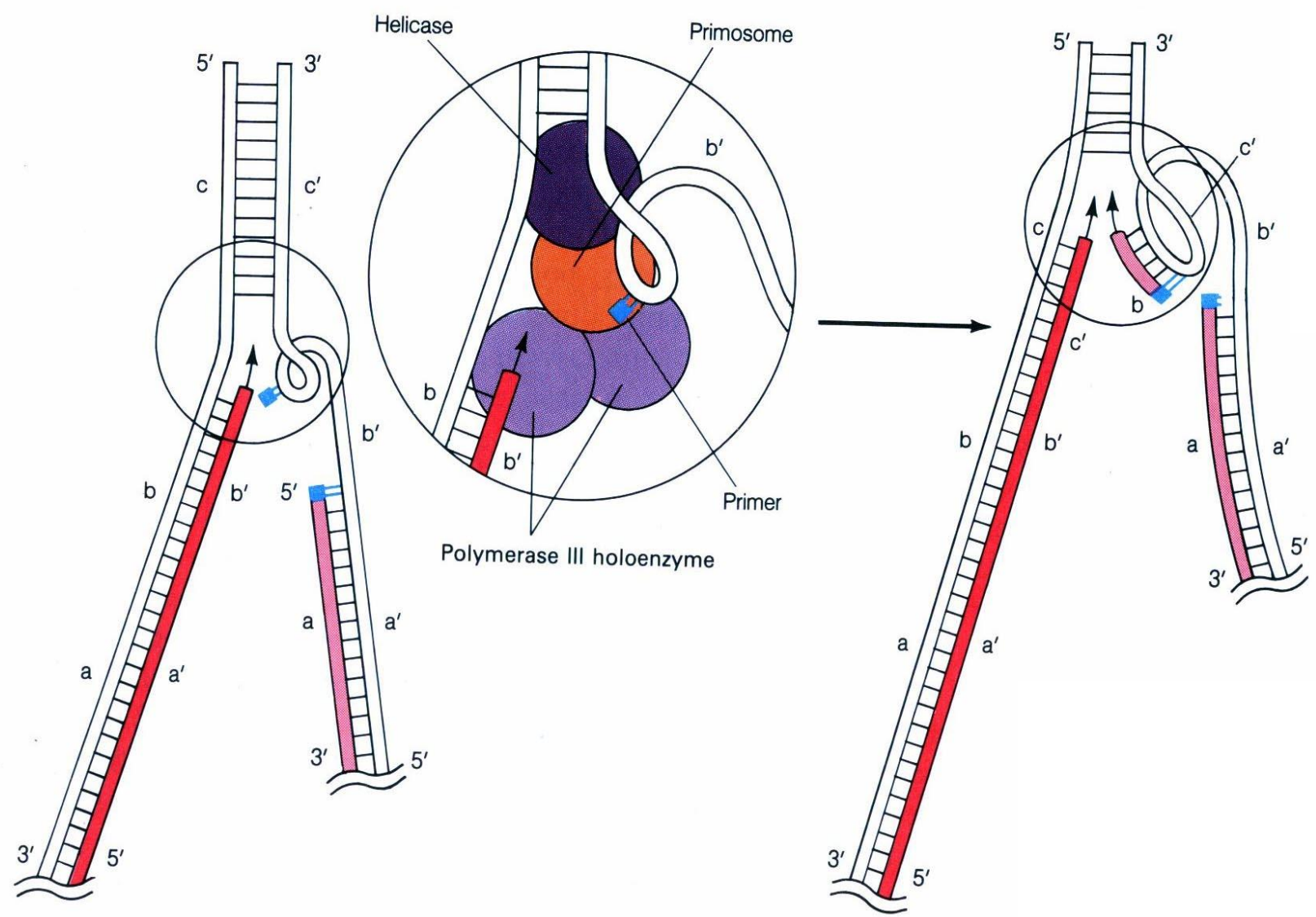
3a

	U	C	A	G	
U	UUU } Phe UUC } UUA } Leu UUG }	UCU } UCC } Ser UCA } UCG }	UAU } Tyr UAC } <u>UAA Stop</u> <u>UAG Stop</u>	UGU } Cys UGC } <u>UGA Stop</u> <u>UGG Trp</u>	U C A G
C	CUU } CUC } Leu CUA } CUG }	CCU } CCC } Pro CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gln CAG }	CGU } CGC } Arg CGA } CGG }	U C A G
A	AUU } AUC } Ile AUA } AUG <u>Met</u>	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

Replicação do DNA



Replicação do DNA



Transcrição do DNA para o RNA

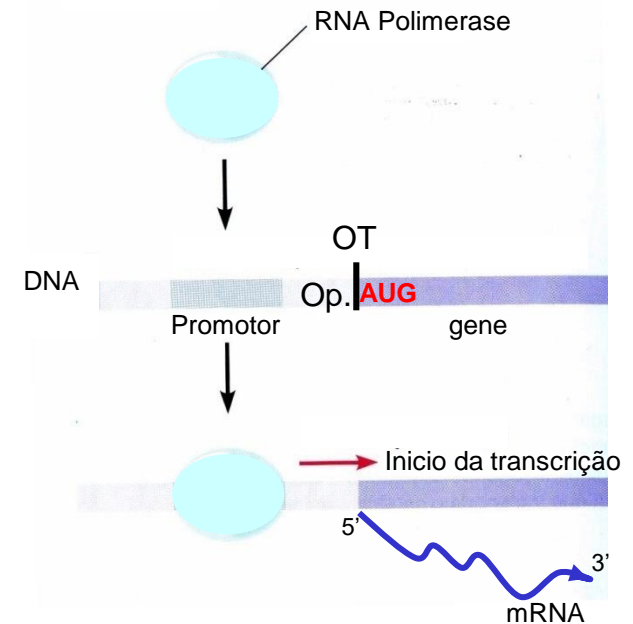
Processo de síntese de RNA a partir de um molde de DNA

Apenas uma fita é transcrita na direção 5' → 3'

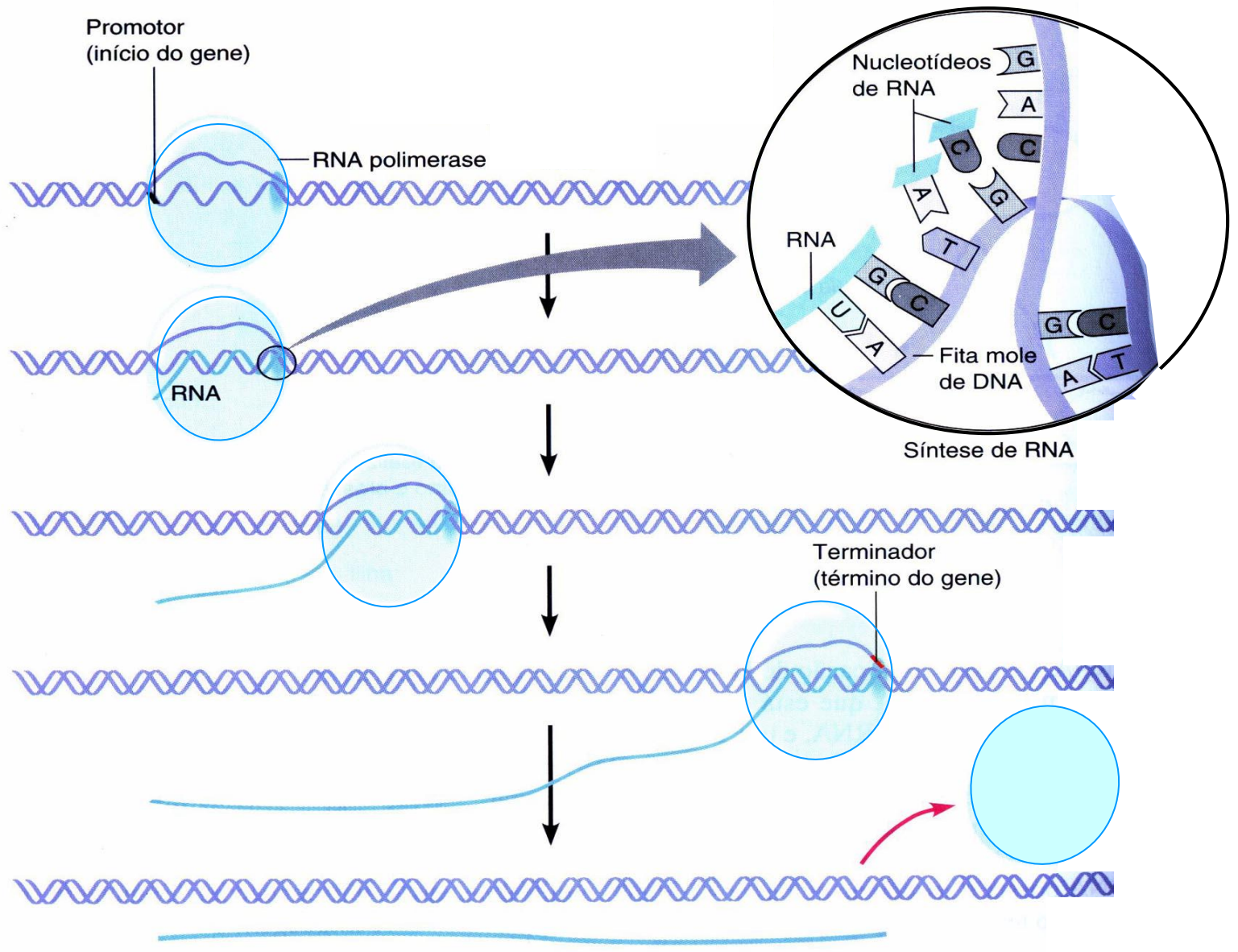
Enzima atuante: **RNA Polimerase** (5 unidades)

Reconhece os sinais de transcrição no **DNA**:

- Promotor : regiões -35 e -10 (TATA box)
- Operador : Op. (regulação gênica)
- Origem de Transcrição : AUG (metionina)
- Terminação - região rica em GC + AAAAAA..
- fator *rho*

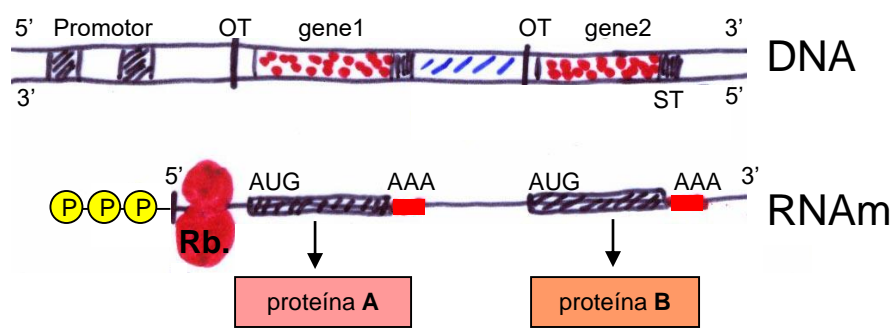


Transcrição do DNA para o RNA

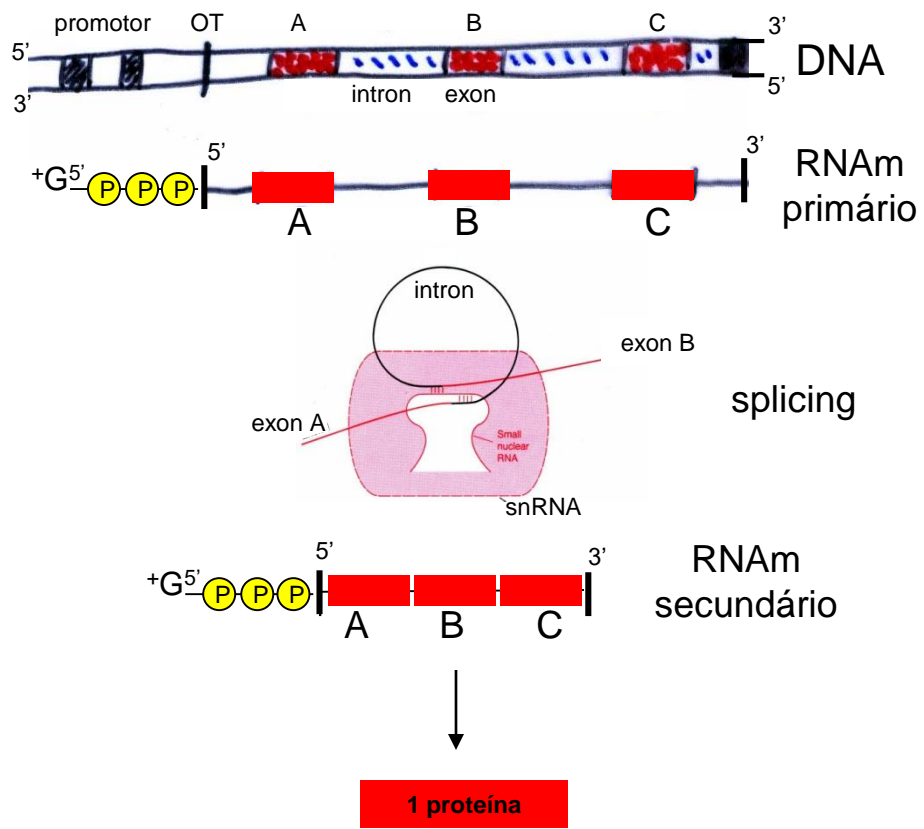


Transcrição do DNA para o RNA

policistrônico

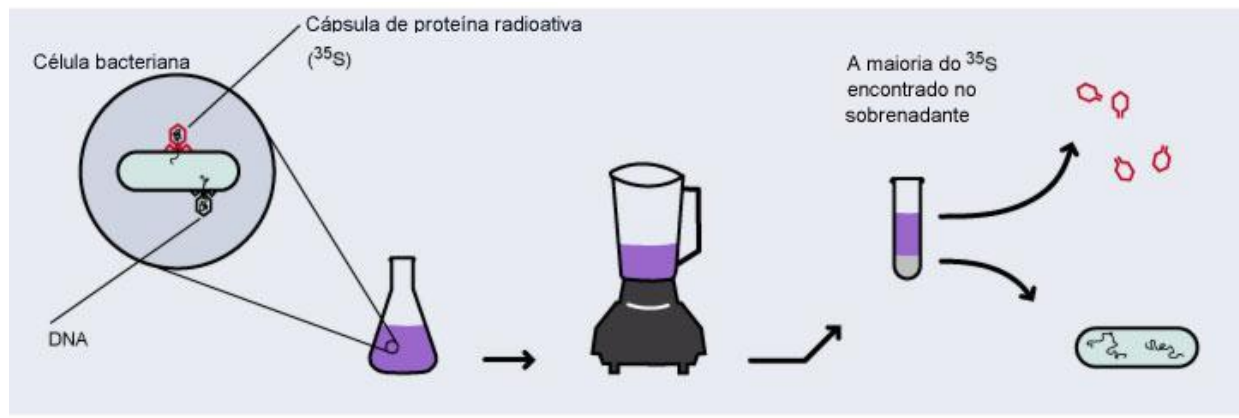


monocistrônico



Identificação do material hereditário de fagos

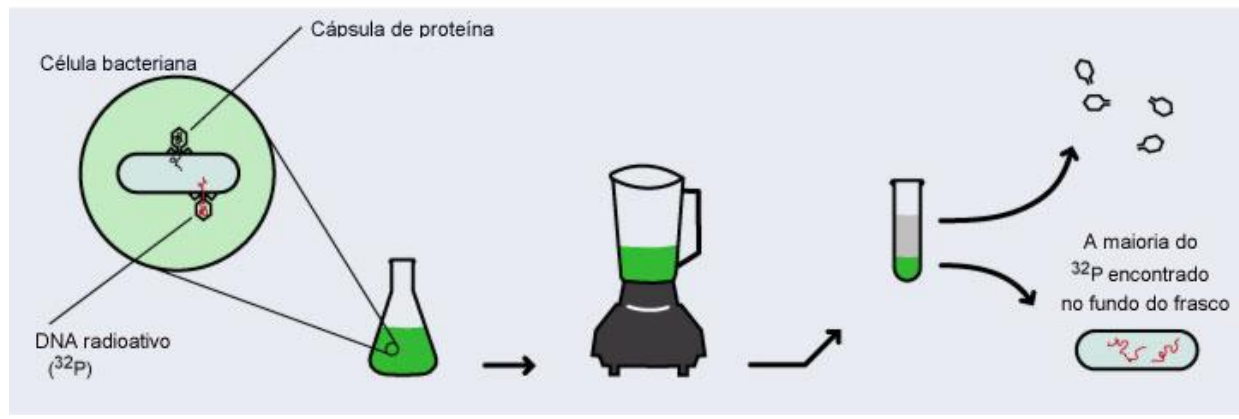
('blender experiment')



Fagos marcados infectam a bactéria

Liquidificador separa os fagos de fora das bactérias das células e de seus componentes

Células e fagos são separados por centrifugação



A.Hershey & M.Chase, 1952



Pq tanta relutância em aceitar essas conclusões??

O problema era que o DNA era tido como uma molécula muito simples para conter toda a informação genética de em um ser vivo.

Como que toda a informação genética do homem poderia passar de geração para geração através de uma simples molécula como o DNA?

Como o DNA (ou o material genético) teria a habilidade de codificar e duplicar precisamente estas informações para a perpetuação da espécie?

A descoberta de que o DNA era realmente o material hereditário fez com que diversos pesquisadores voltassem sua atenção para a elucidação da estrutura dessa molécula, uma vez que seus componentes moleculares já haviam sido determinados por estudos com o DNA purificado.

As origens da memória da vida

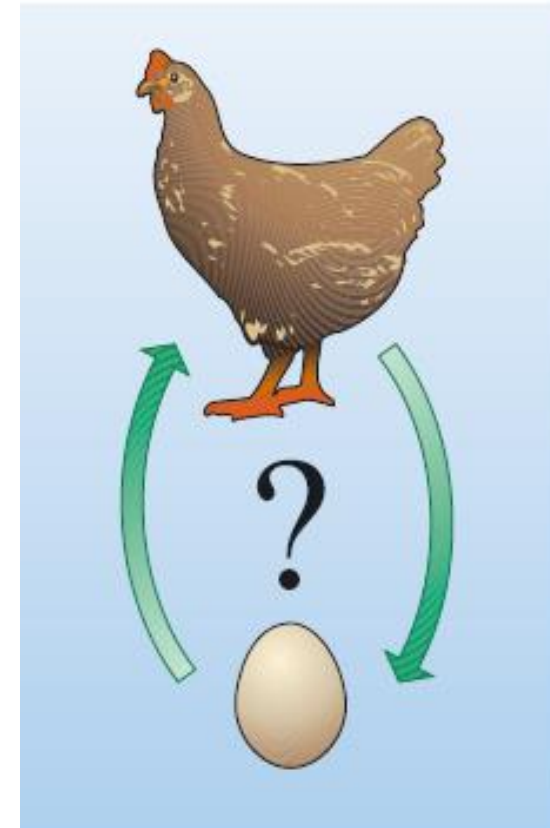
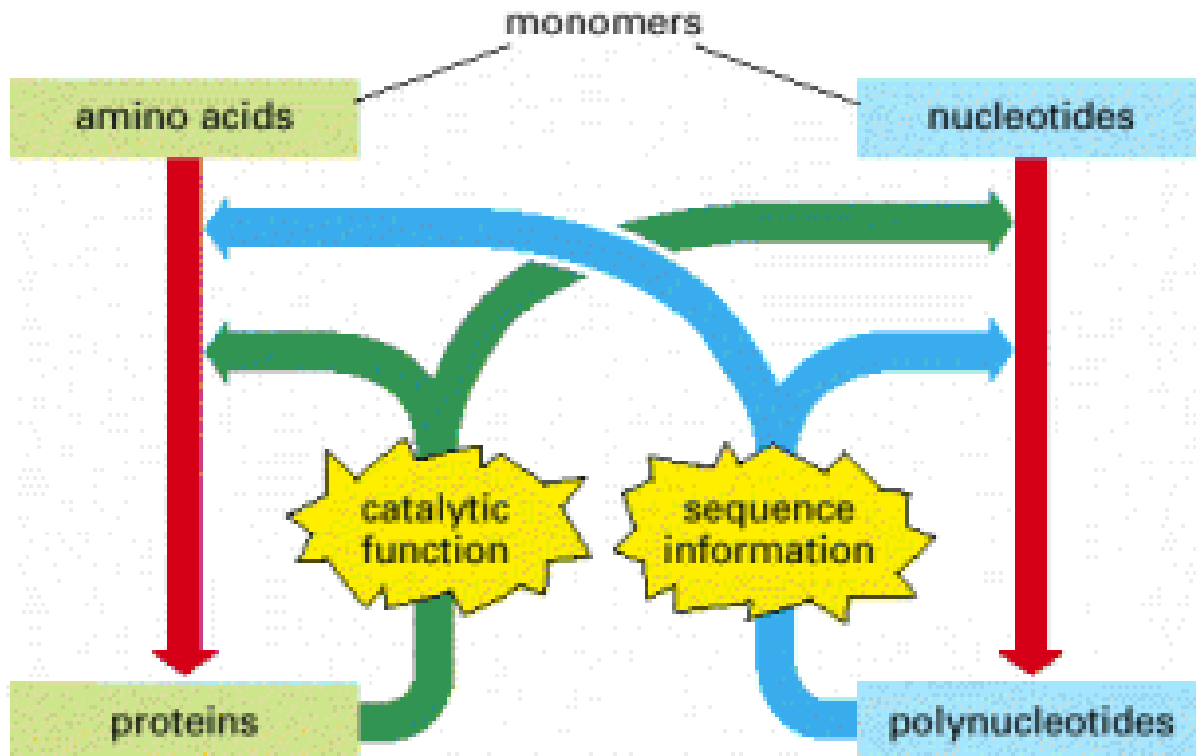
Como a vida adquiriu a memória
para poder se reproduzir.

Quem veio primeiro, o ovo ou a galinha.

DNA? RNA? Proteínas?

- O DNA tem a informação estável para se reproduzir e ao organismo mas necessita de proteínas para catalisar a reação.
- Proteínas podem catalisar estas reações mas não são capazes de se reproduzir por si só.

É pouco provável que todos os componentes de DNA/RNA/proteínas tenham se encontrado espontaneamente ao mesmo tempo.



Evidencia de vida primitiva baseada em DNA.

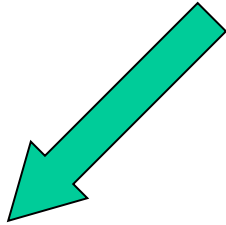
Os estromatólitos – organismos acrecionários de estruturas sedimentares marinhas primitivas provavelmente cianobactérias ancestrais. •

As mais velhas encontradas estão entre 3.556 +- 0.032 bilhões de anos. •

Apresentam homologia estrutural proximas aos atuais estromatólitos. •

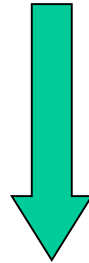
O fóssil mais antigo de cianobactéria ou seu similar tem a mesma idade (3.5 billions de anos atrás), sendo a vida baseada em DNA mais antiga. •

Quem veio primeiro? Proteínas ou ácidos nucleicos.?



Proteínas

È mais fácil e variado polimerizar aminoácidos do que nucleotídeos



Ácidos nucleicos

Precisam de condições especiais na sopa que podem até replicar sem proteínas.

(Membranas necessárias)



Ambos provavelmente

Associados desde o começo.

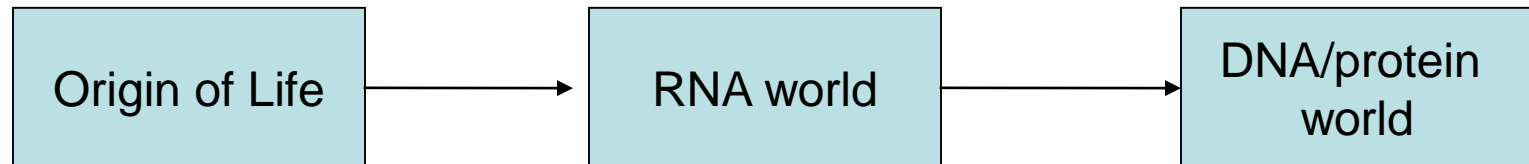
Evidências

(A) proteins-nucleotídeos

(B) Amino acids - codons

A hipótese de um mundo de RNA

- RNA carrega informações (= DNA)
- RNA pode agir como um catalista (\neq DNA)
- As células tinham apenas metabolismo via RNA ou ribozimas e membranas, para assegurar a sobrevivência tendo o DNA aparecido depois com mais eficiência, aumentando a diversidade das proteínas e sua eficiência.
- A vida não esquece e nem dá segunda chance



O caminho deve ter sido longo

Mundo abiótico

Compostos orgânicos

Membranas e coacervados

estabilidade

catalise

RNA-World

Replicação instável

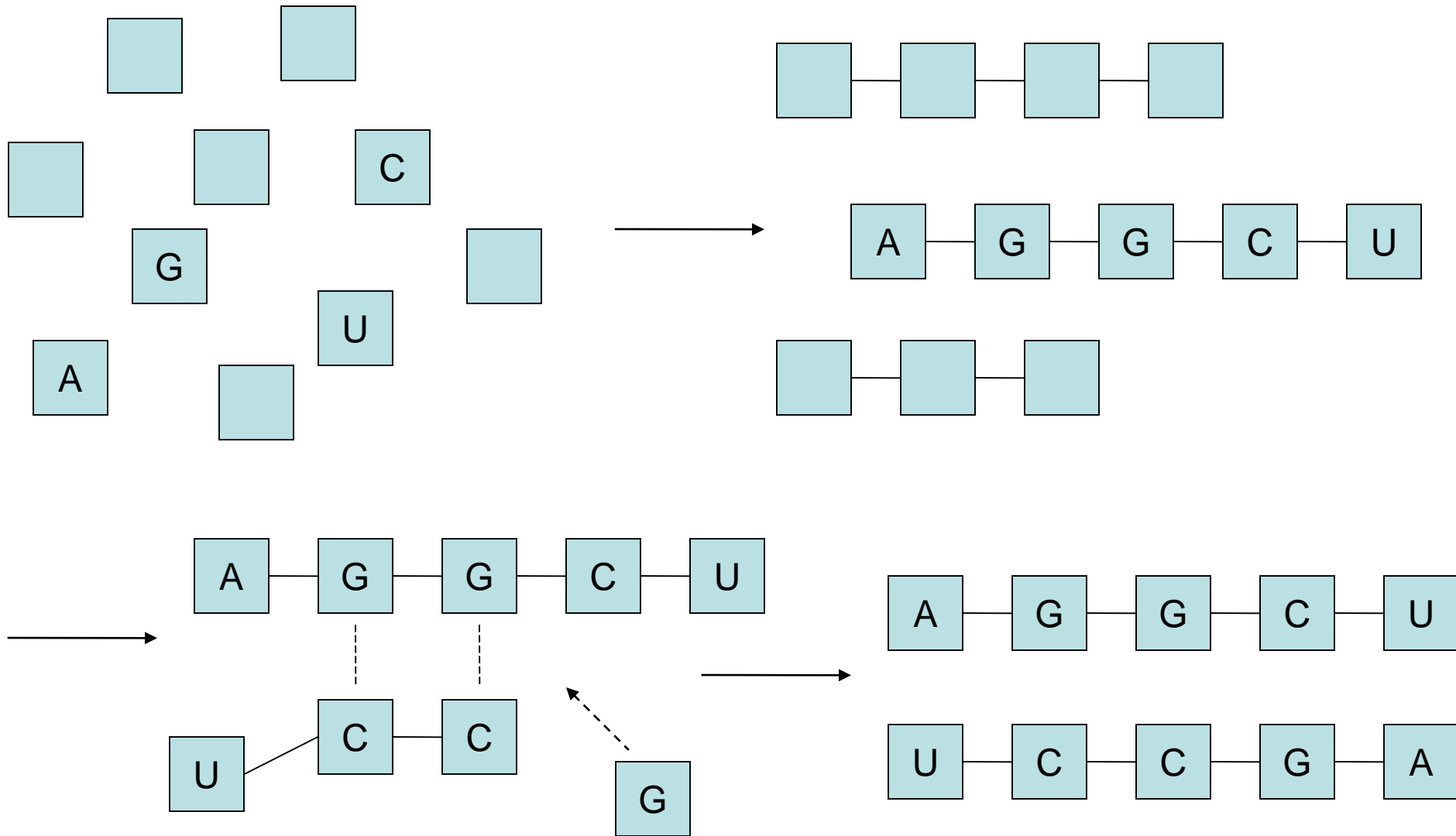
DNA /proteínas

Flexibilidade e seleção

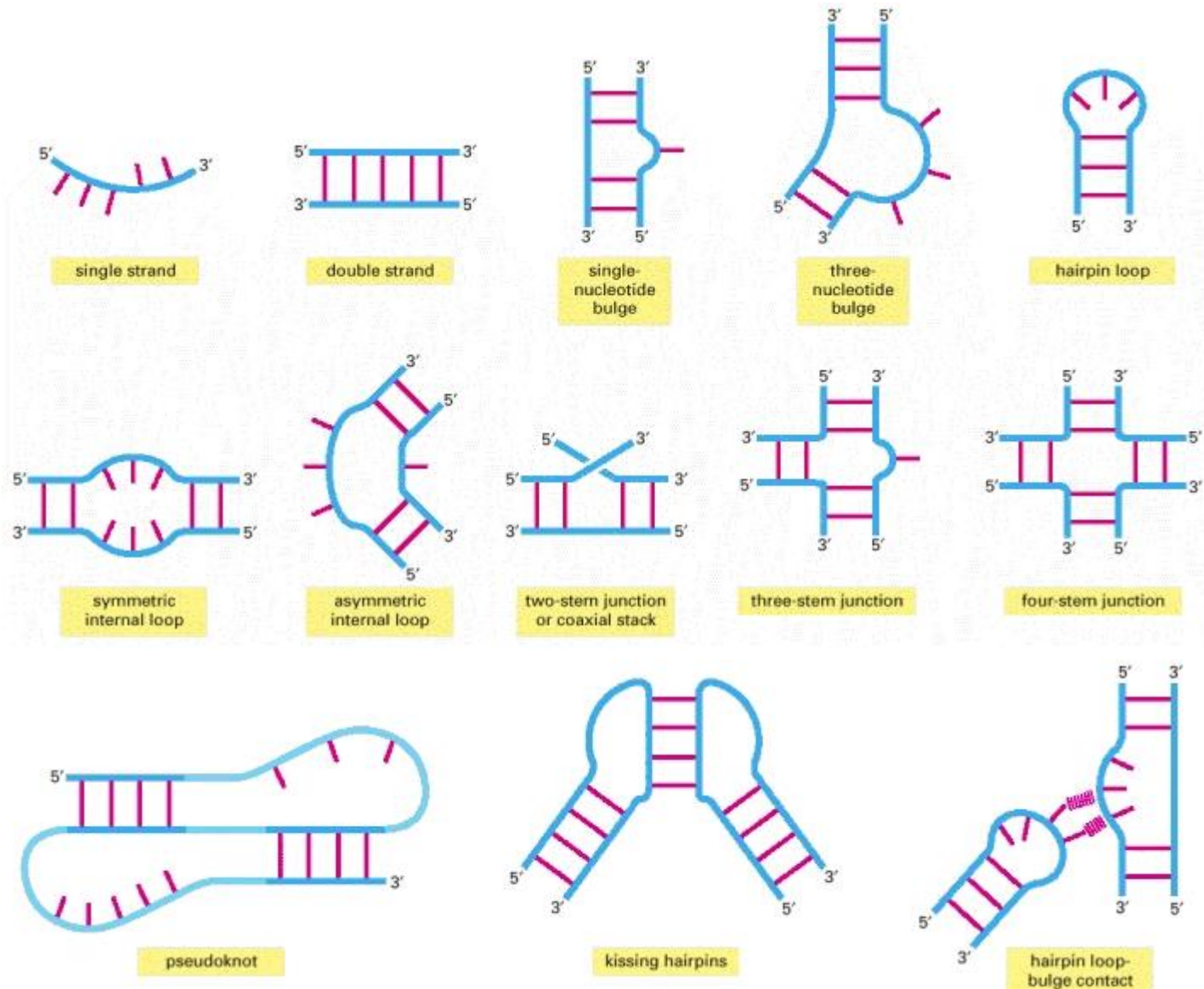
Num mundo de RNA

- Pequenas sequencias de RNA podem ocorrer naturalmente, com catalise de minerais
- Eventualmente estas sequencias conseguiram se autoreproduzir em ambientes favoraveis(membranas)
- Daí para a frente é só mutar para melhor.
Conceito Darwiniano

Num mundo de RNA



RNA



Num mundo de RNA por que apareceu o DNA?

O RNA se inicia com auto-polimerização mas instabilidade

Auto replicação sem enzimas Ribozimas

2. Função catalítica

1. Como, quando quem?

Primeiras proteínas + RNA eficientes

3. Busca da estabilidade

Sistemas

DNA-RNA-proteínas

Aí é só saber como guardar

- RNA linear
 - Instável, curto mas reprodutível
- RNA circular
 - Mais reprodutível mais ainda estável
- DNA Circular e RNA linear
 - Ótimo, mensagens apagáveis
 - Divisão sexuada
- DNA em genes com introns
 - Maior estabilidade
- DNA duplicados
 - Diploides e poliploides
- Química aprimorada
 - Catálise espontânea
 - Catalise por RNA
 - Catálise por peptídeos+RNA
 - Ribozimas e ribossomos
 - Sistemas energéticos proteicos
 - Catálise por proteínas
 - Enzimas
 - Compartimentalização
 - Controle central
 - Eucariotos
 - Divisão sexuada

Aplicações de Biologia Molecular Aplicadas

- Plasmídeos
 - PCR
 - Cosmídeos
 - Genes
 - Genomas
- Metagenômica
 - Análise dos ácidos nucleicos de uma amostra para identificar os organismos que estão no ambiente.



GLOSSÁRIO DE BIOLOGIA MOLECULAR

- **Códigos genéticos:** Sistema de trincas de nucleotídeos nos genes, que codificam os aminoácidos de proteínas. Todos os organismos vivos da Terra utilizam o mesmo código genético.
- **Códon:** Trinca de bases que especificam um aminoácido.
- **Cromatina:** Complexo DNA-proteína encontrado no núcleo.
- **Cromossomos:** Componentes celulares que contêm as informações genéticas. Cada cromossomo contém inúmeros genes. Os cromossomos ocorrem aos pares: um proveniente da mãe e outro proveniente do pai. Cromossomos de casais diferentes são visivelmente diferentes.
- **Crossing over:** Processo natural que ocorre durante a meiose, no qual pedaços de cromossomos homólogos são trocados.
- **DNA** (ácido desoxirribonucléico): Molécula que é a base do material genético encontrado em todas as células. O DNA carrega as informações genéticas de uma geração para a próxima. Como o DNA é uma molécula muito longa e fina, ele é arranjado em unidades chamadas cromossomos. O DNA pertence a uma classe de moléculas biológicas chamada de ácidos nucléicos.
- **DNA recombinante (rDNA):** DNA que é formado pela recombinação de dois DNAs de origem diferentes.
- **Endonuclease:** Enzimas que clivam um ácido nucléico nas ligações fosfodiéster não terminais. As endonucleases de restrição reconhecem uma sequência específica de bases ao longo da molécula de DNA e cliva a molécula após o reconhecimento.
- **Engenharia genética:** Técnica de remoção, modificação, ou adição de genes à molécula de DNA a fim de alterar as informações que ela contém. Pela alteração destas informações, a engenharia genética altera o tipo ou quantidade de proteínas que um organismo é capaz de produzir.
- **Enzimas:** Proteínas que aceleram a velocidade das reações químicas. As enzimas são catalisadores que promovem repetidamente as reações sem serem modificadas por elas.
- **Enzimas de restrição:** Enzima que reconhece uma sequência específica de bases em uma molécula de DNA, e cliva a molécula naquela sequência ou próximo dela. A sequência de reconhecimento é chamada de sítio de restrição. Diferentes enzimas de restrição reconhecem e clivam diferentes sítios de restrição. Também são chamadas de endonucleases de restrição.

GLOSSÁRIO DE BIOLOGIA MOLECULAR

- **Éxons:** Regiões do gene que determina a seqüência de aminoácidos de uma proteína.
- **Fenótipo:** Características observáveis de um organismo, em função do conjunto de genes que possui (seu genótipo). O fenótipo de um organismo se manifesta como resultado de fatores genéticos e ambientais. Assim, organismos que possuem o mesmo genótipo podem apresentar diferentes fenótipos devidos a fatores ambientais. Da mesma forma, organismos com o mesmo fenótipo podem ter genótipos diferentes.
- **Gel de eletroforese:** Processo de separação de moléculas pela migração através de um material semi-sólido (gel), sob a influência de um campo elétrico.
- **Gene:** Unidade de informação hereditária. Um gene é uma seção da molécula do DNA que especifica a produção de uma proteína em particular.
- **Genoma:** Material hereditário da célula. Genótipo: Característica genética específica de um organismo, em oposição às características reais de um organismo (Veja fenótipo).
- **Guanina:** Base nitrogenada encontrada no DNA ou RNA. Homólogo: Dois cromossomos são ditos homólogos se carregam alelos para as mesmas características. Em cada célula que contém cromossomos homólogos, cada membro de um par homólogo é derivado de cada um dos pais. Cromossomos não homólogos carregam genes para características diferentes.
- **Íntrons:** Regiões não codificantes dentro de um gene. Eles são transcritos em RNA, mas são removidos por splicing antes da síntese de proteínas.
- **Ligação peptídica:** Ligação química que une dois aminoácidos dentro de uma proteína. Lise: Rompimento da célula.
- **Lócus:** Posição que um gene ocupa em um cromossomo.
- **Mapeamento de genes:** Determinação da localização relativa dos genes em um cromossomo.

GLOSSÁRIO DE BIOLOGIA MOLECULAR

- **Moléculas biológicas:** Moléculas grandes e complexas, como proteínas, lipídeos e carboidratos, que são produzidas somente por organismos vivos. As moléculas biológicas são normalmente chamadas de macromoléculas ou biopolímeros.
- **Mutação:** Alteração na seqüência de bases de uma molécula de DNA.
- **Nucleosídeo:** Molécula parecida com um nucleotídeo, contendo apenas o açúcar e a base. Nucleotídeo: Composto formado por três componentes; um açúcar (ribose ou desoxirribose), fosfato, e uma base nitrogenada. Encontrado como moléculas individuais (por exemplo: adenosina trifosfato, a molécula da energia) ou como diversos nucleotídeos ligados em cadeia (ácidos nucléicos como o DNA).
- **Plasmídeo:** Pequeno pedaço de DNA encontrado fora do cromossomo e capaz de se auto-replicar. Os plasmídeos são as principais ferramentas para a inserção de novas informações genéticas em microrganismos e plantas.
- **RNA (ácido ribonucléico):** Assim com o DNA, o RNA é um tipo de ácido nucléico. O RNA se diferencia do DNA em três aspectos: os nucleotídeos do RNA contém o açúcar ribose ao invés do desoxirribose; o RNA contém a base uracila ao invés da timina; e o RNA é uma molécula de fita simples ao invés de uma hélice dupla fita.
- **Splicing (Processamento):** Processo de remoção de íntrons do RNA mensageiro.
- **Terapia celular:** Tratamento de uma doença pela substituição das células mortas ou com mau funcionamento por células saudáveis. Células geneticamente modificadas também podem ser utilizadas para garantir o fornecimento adequado de compostos terapêuticos.
- **Terapia gênica:** Utilização do material genético para correção de um defeito ou doença. Até agora, a terapia gênica em humanos tem envolvido somente a mudança das características genéticas de células somáticas. Modificações genéticas de células germinativas são proibidas em humanos e, portanto, restrita a animais.
- **Timina:** Base nitrogenada encontrada no DNA.
- **Tradução:** Processo que utiliza um RNA mensageiro molde para sintetizar uma proteína.
- **Transcrição:** Processo de utilização de um DNA molde para fazer uma molécula de RNA complementar.
- **Transgênico:** Um organismo transgênico é aquele que foi alterado para conter um gene de um organismo que pertence a outra espécie.
- **Uracila:** Base nitrogenada encontrada somente no RNA.

GLOSSÁRIO DE BIOLOGIA MOLECULAR

- **Ácido nucléico:** Molécula biológica composta por uma longa cadeia de nucleotídeos. O DNA é formado por quatro tipos de nucleotídeos repetidos aleatoriamente milhares de vezes.
- **Adenina:** Base nitrogenada encontrada no DNA e RNA.
- **Alelo:** Uma das diversas formas alternativas de um gene específico que ocupa uma certa região do cromossomo.
- **Aminoácidos:** unidades fundamentais de uma molécula de proteína. Uma proteína é uma cadeia de centenas ou milhares de aminoácidos. Nosso corpo pode sintetizar a maioria dos aminoácidos a partir de seus componentes (carbono, nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e, algumas vezes, enxofre). Entretanto, oito aminoácidos (chamados aminoácidos essenciais) devem ser obtidos através da dieta alimentar.
- **Biotecnologia:** (Definição geral) Utilização de organismos vivos para resolução de problemas e geração de produtos de interesse. (Definição moderna) Conjunto de tecnologias que utilizam células vivas e/ou moléculas biológicas para resolução de problemas e geração de produtos de interesse.
- **Catalisador:** Substância que torna a reação química mais rápida, mas não é modificado neste processo.
- **Células-tronco embrionárias:** Células no início do estágio embrionário que podem se transformar em qualquer tipo de célula diferenciada.
- **Citosina:** Base nitrogenada encontrada no DNA ou RNA.
- **Clonagem:** Isolamento de seqüências de DNA e incorporação destas seqüências em plasmídeos ou outros vetores para serem inseridos em organismos adequados (bactérias, leveduras) para reprodução. Clonagem também se refere à produção de células geneticamente idênticas a partir de uma única célula mãe. Estas células geneticamente idênticas são chamadas popularmente de clones.
- **Clone:** Célula, conjunto de células, ou conjunto de indivíduos que contém materiais genéticos idênticos à célula que lhe deu origem e às demais células. Os clones são produzidos a partir de uma única célula mãe, e, portanto, apresenta pouca ou nenhuma variação em comparação com organismos similares produzidos por reprodução sexuada. A palavra clone também se refere a pedaços idênticos de DNA que um conjunto de células (geralmente bactérias) contém.