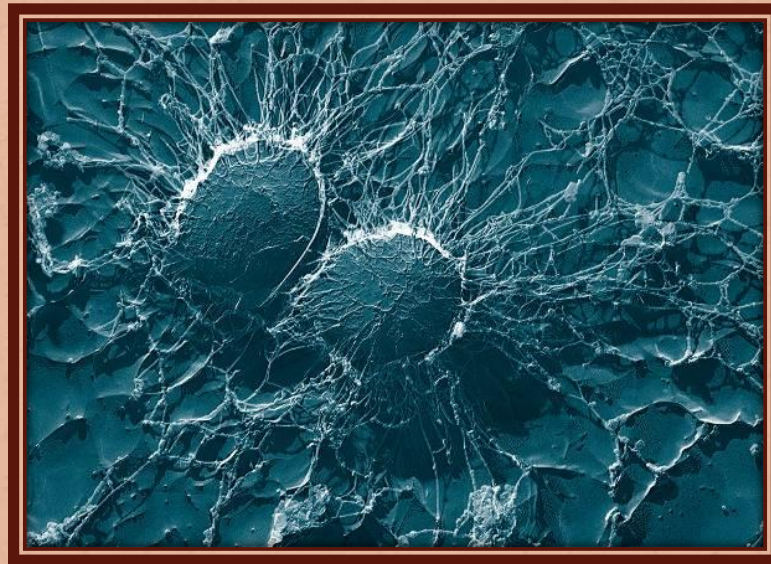


# *Obtenção de energia e reprodução bacteriana*



*Microbiologia*

*Prof<sup>a</sup>. Larissa Picada Brum*

# A energia é necessária para:

- O transporte de nutrientes, o movimento dos flagelos, mas sobretudo para as biossínteses (proteína, Dna, enzimas etc...)
- Uma boa parte das reações biológicas, ocorre na ausência de oxigênio, por desidrogenação.
- A fonte de energia para a maioria das bactérias é a glicose cuja degradação fornece energia para a síntese de **adenosina trifosfato (ATP)**.



partículas sintetizadoras de ATP

espaço intermembranoso

matriz

cristas

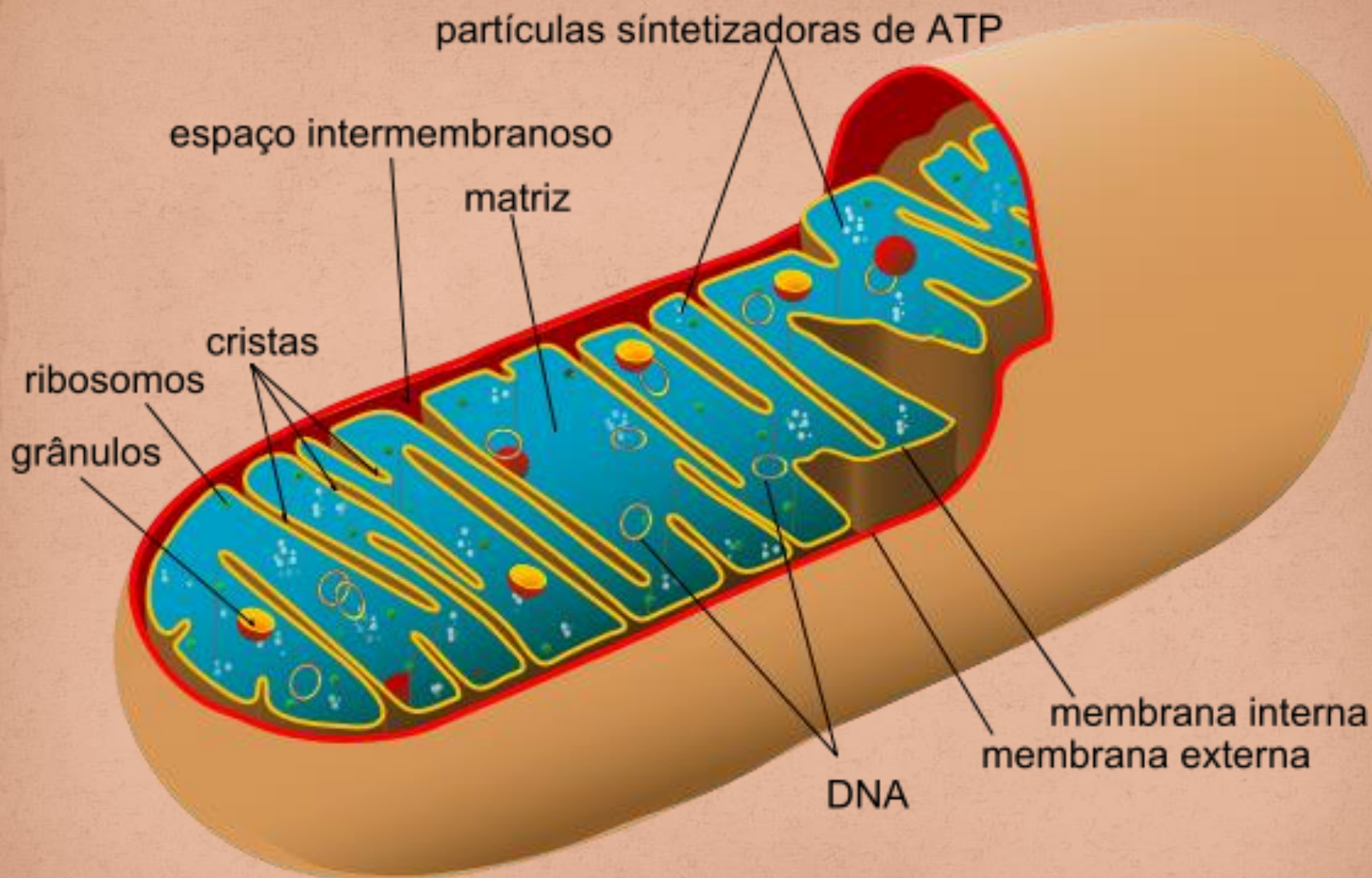
ribosomos

grânulos

DNA

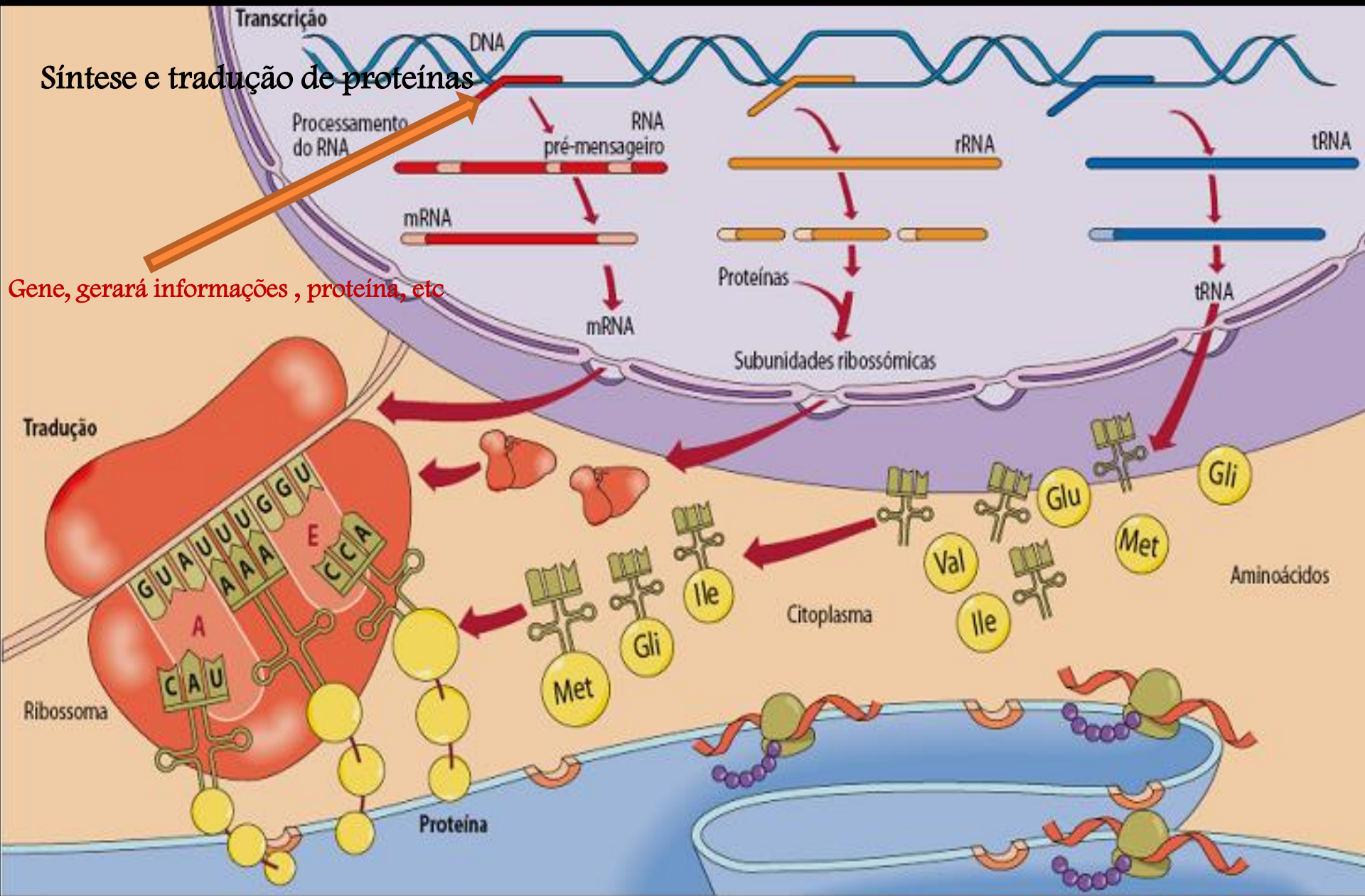
membrana interna

membrana externa



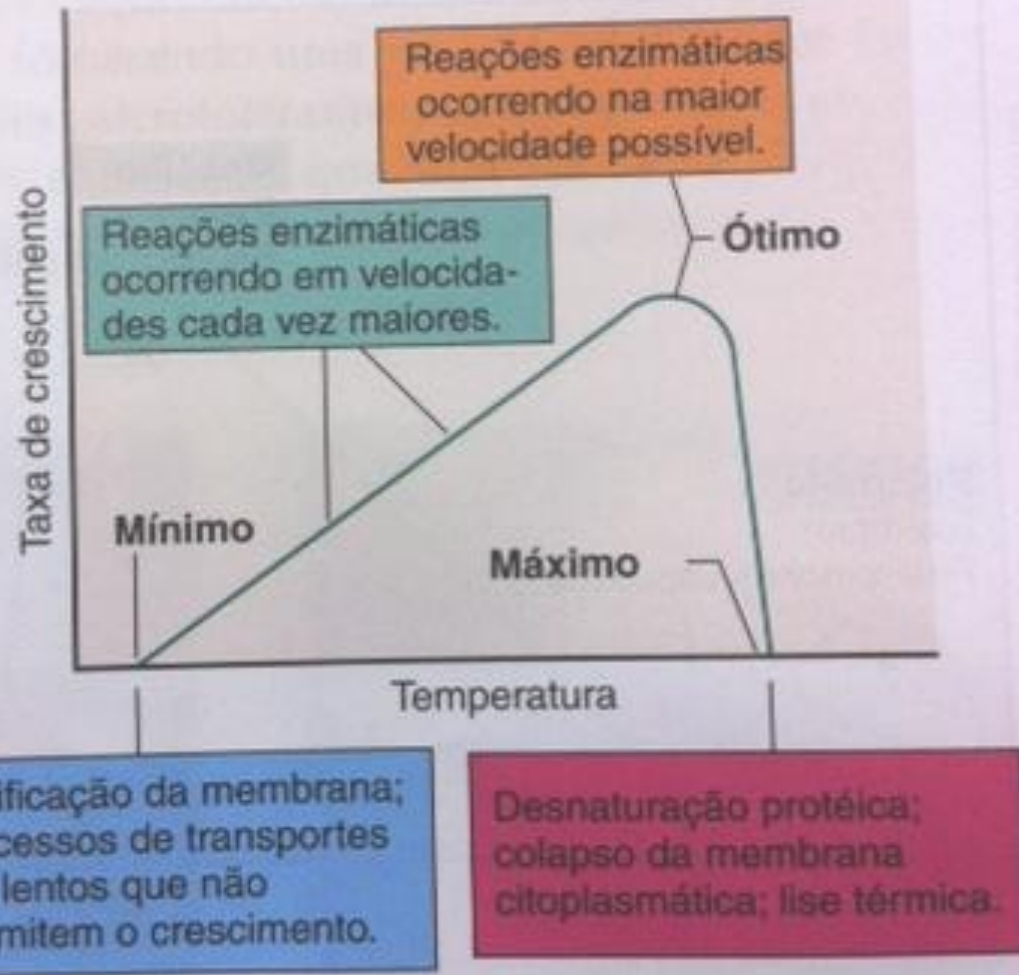
# Síntese e tradução de proteínas

Gene, gerará informações , proteína, etc





Há também outras condições importantes para o crescimento como por exemplo a temperatura:



■ **Figura 6.16** Efeito da temperatura na taxa de crescimento e as consequências moleculares para a célula. As três temperaturas cardiais variam nos diferentes organismos.

## Quem irá fornecer a energia necessária para o microrganismos????

- Meios de cultura no laboratório que são a mistura de nutrientes necessários ao crescimento microbiano.
- ✓ Nesses podem ser acrescentados de fatores de crescimento dependendo da composição do meio e as exigências da bactérias. Ex: vitaminas, co-fatores enzimáticos.
- Meio ambiente onde o microrganismo se encontra.
- Ou o hospedeiro o qual o microrganismos está infectando.



Tabela 5.3

Fatores de crescimento:  
vitaminas e suas funções

Vitamina	Função
Ácido <i>p</i> -aminobenzóico	Precursor do ácido fólico
Ácido fólico	Metabolismo de um carbono; transferência de grupos metil
Biotina	Biossíntese de ácidos graxos; $\beta$ -descarboxilações; algumas reações de fixação do CO <sub>2</sub>
Cobalamina (B <sub>12</sub> )	Redução e transferência de fragmentos contendo um carbono; síntese de desoxirribose
Ácido lipóico	Transferência de grupos acil na descarboxilação do piruvato e do $\alpha$ -cetoglutarato
Ácido nicotínico (niacina)	Precursor de NAD <sup>+</sup> (ver Figura 5.10); transferência de elétrons nas reações de oxidação-redução
Ácido pantotênico	Precursor da coenzima A; ativação do acetil e de outros derivados de acil
Riboflavina	Precursor de FMN (ver Figura 5.15), FAD em flavoproteínas envolvidas no transporte de elétrons
Tiamina (B <sub>1</sub> )	$\alpha$ -descarboxilações; transcetolase
Vitaminas B <sub>6</sub> (grupo piridoxal- piridoxamina)	Transformações de aminoácidos e cetoácidos
Grupo da vitamina K: quinonas	Transporte de elétrons; síntese de esfingolipídeos
Hidroxamatos	Compostos que se ligam ao ferro; solubilização e transporte de ferro para o interior da célula

# Oxigênio

- É requerido na forma molecular como acceptor final de elétrons.
- Componente de muitas moléculas.
- Outros nutrientes: carbono (+ abundante na célula), hidrogênio, nitrogênio (12% de célula bacteriana ,proteínas, ácidos nucleicos), enxofre (cisteína e metionina, vitaminas e coenzima A, respiração celular) , fósforo( síntese de ácidos nucleicos e fosfolipídio). Potássio (enzimas) mágnesio, (estabilização de ribossomos), Ferro (componentes de proteínas, citocromos, respiração celular). Sódio (crescimento, mas nem todas necessitam).



## Principais Elementos ==> Forma em que são encontrados

C	→	CO <sub>2</sub> e compostos orgânicos
H	→	H <sub>2</sub> O e compostos orgânicos
O	→	H <sub>2</sub> O e O <sub>2</sub>
N	→	NH <sub>3</sub> , NO <sub>3</sub> e comp. org.
P	→	PO <sub>4</sub>
S	→	H <sub>2</sub> S, SO <sub>4</sub> , comp. org.
K	→	K <sup>+</sup>
Mg	→	Mg <sup>+2</sup>
Ca	→	Ca <sup>+2</sup>
Na	→	Na <sup>+</sup>
Fe	→	Fe <sup>+3</sup> , comp. org.

- Para gerar ATP, a fermentação fornece menos calorias que respiração aeróbia ou seja, o catabolismo da glicose através da respiração aeróbia é muito mais proveitoso.
- Enzimas: maiores catalisador de substâncias químicas, altamente específicas. Aumentam a velocidade das reações, são essências a vida.



Substratos

Produtos

**CATABOLISMO**  
Geração de energia

Irá consumir para depois gerar energia e fazer biossíntese

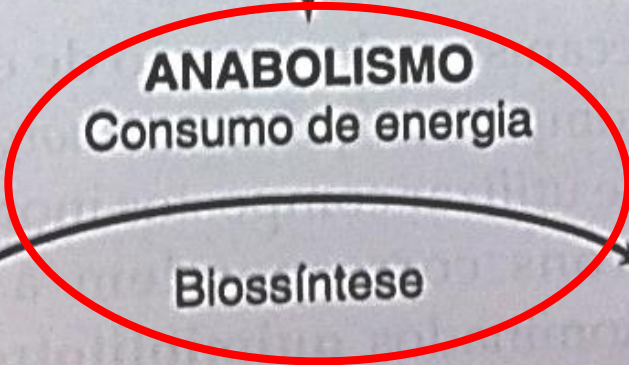
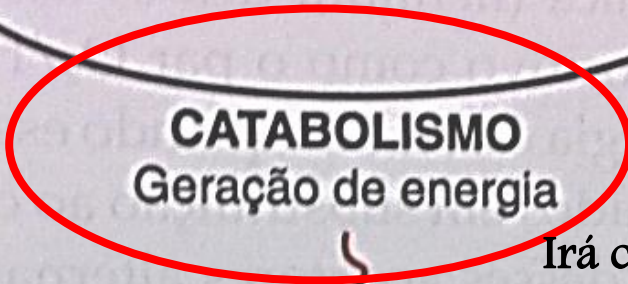
ATP  $\rightleftharpoons$  Força próton motiva

**ANABOLISMO**  
Consumo de energia

Monômeros

Biossíntese

Macromoléculas e  
outros constituintes  
celulares



Catabolizar a glicose para a obtenção da energia acumulada em suas ligações químicas

Isso pode ser feito com ou sem o auxílio do oxigênio:

- **Respiração aeróbia:** o catabolismo da glicose é feito com o auxílio de oxigênio



- **Fermentação ou respiração anaeróbia:** se cataboliza a glicose sem o auxílio do oxigênio



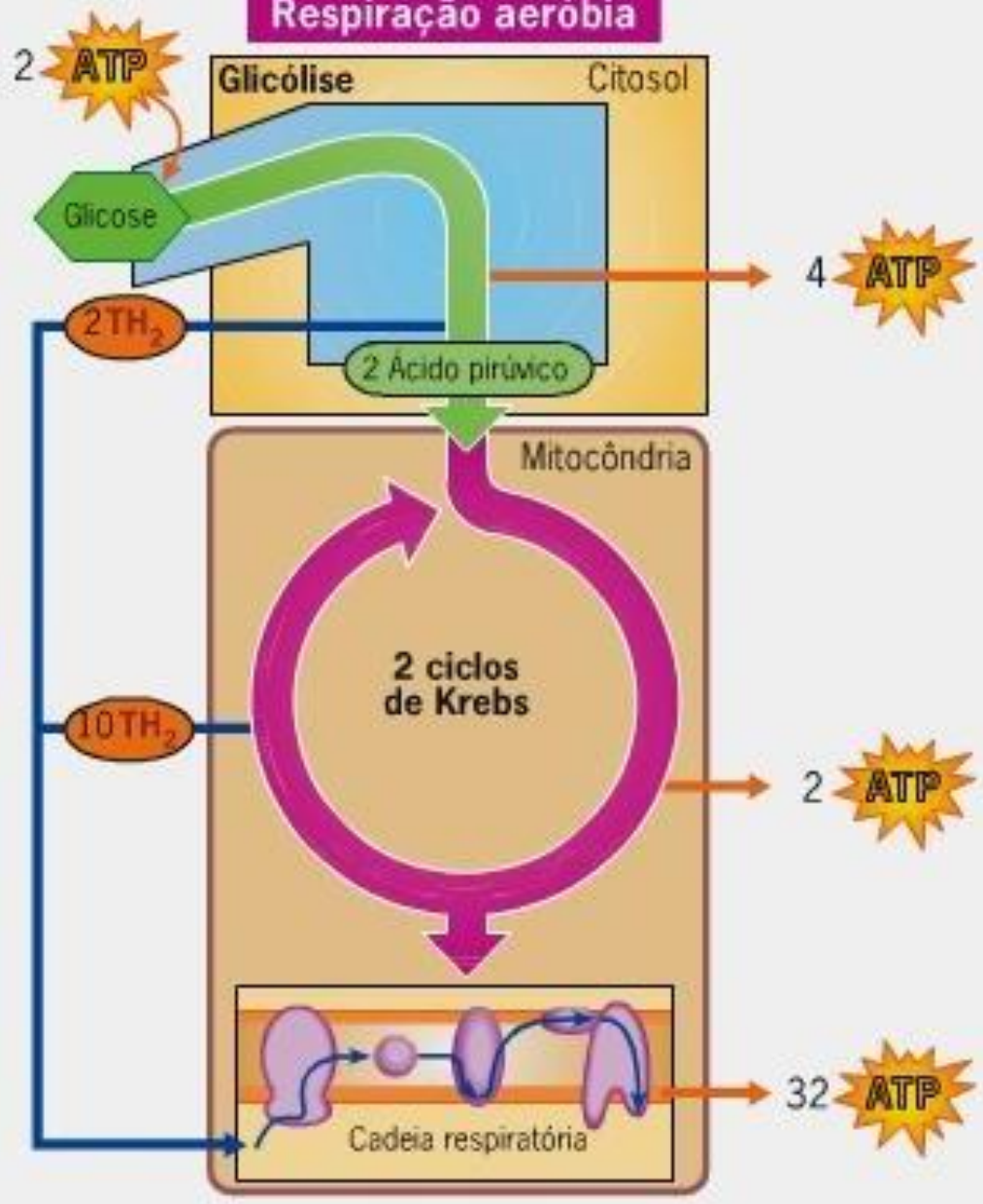


# Respiração aeróbica

- Decomposição microbiana de substratos cujo receptor de hidrogênio é o oxigênio.
- Na respiração ocorrem as seguintes etapas:
  - a) Ciclo de Krebs
  - b) Cadeia transportadora de elétrons
  - c) Fosforilação oxidativa

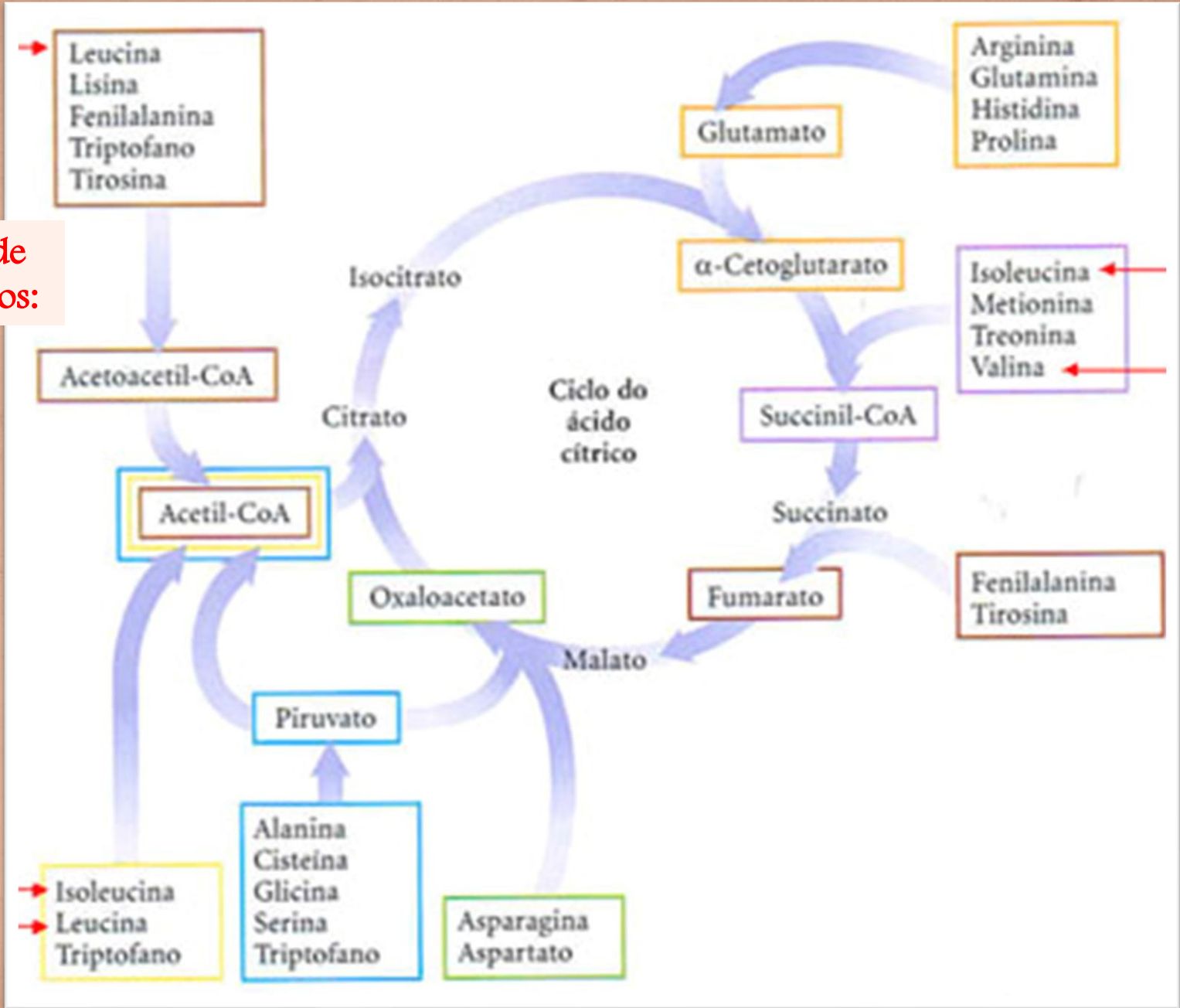


# Respiração aeróbia

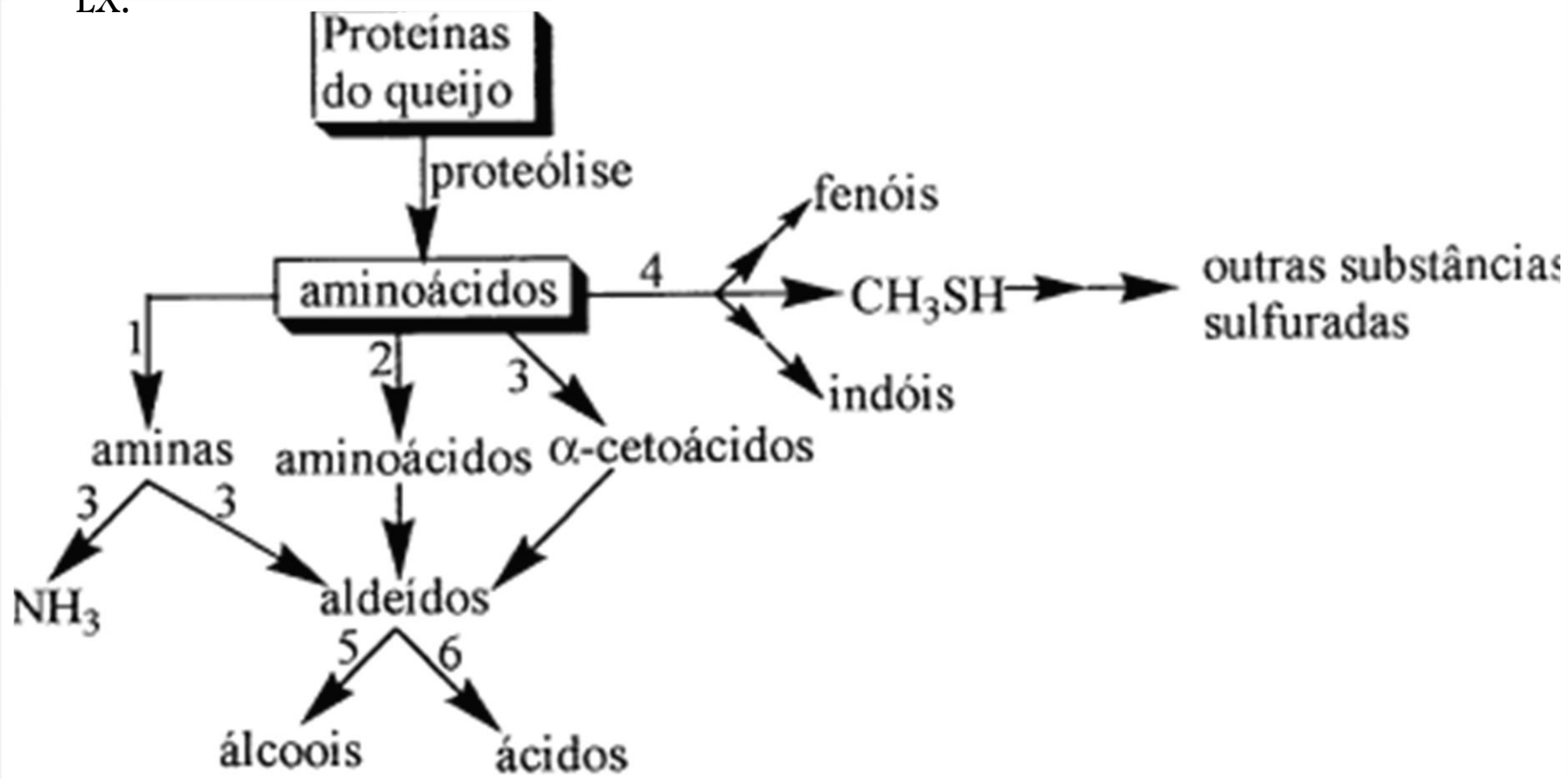




Utilização de amino ácidos:



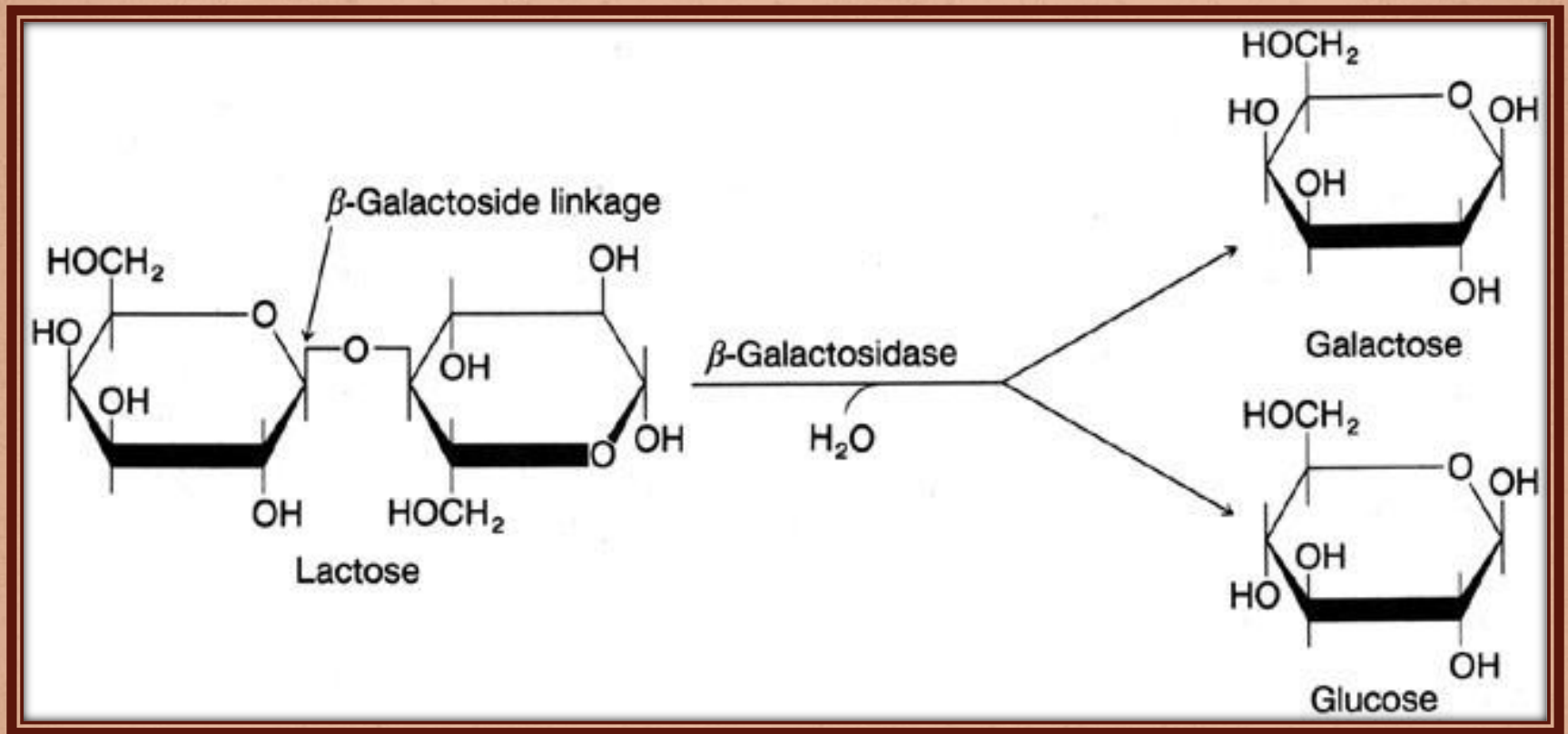
EX:



*Figura 1. Esquema geral de proteólise decorrente da ação microbiana durante a maturação de queijos: 1=descarboxilação; 2=transaminações; 3= desaminacões oxidativas; 4=degradacões; 5=reduções; 6=oxidacões*



# *EX: E. coli*



# Fermentação ou respiração anaeróbica

- Metabolismo no qual os compostos orgânicos servem como doadores e receptores de elétrons (hidrogênio).
- A fermentação conduz, geralmente, à cisão parcial de moléculas de glicose (glicólise), isto é, oxidação incompleta da glicose sem usar o oxigênio livre (O<sub>2</sub>).  
Ex: *Clostridium tetani*
- Conceito antigo (clássico): decomposição microbiana de carboidratos na ausência de oxigênio.



Dentre os vários tipos de fermentação, pode-se citar:

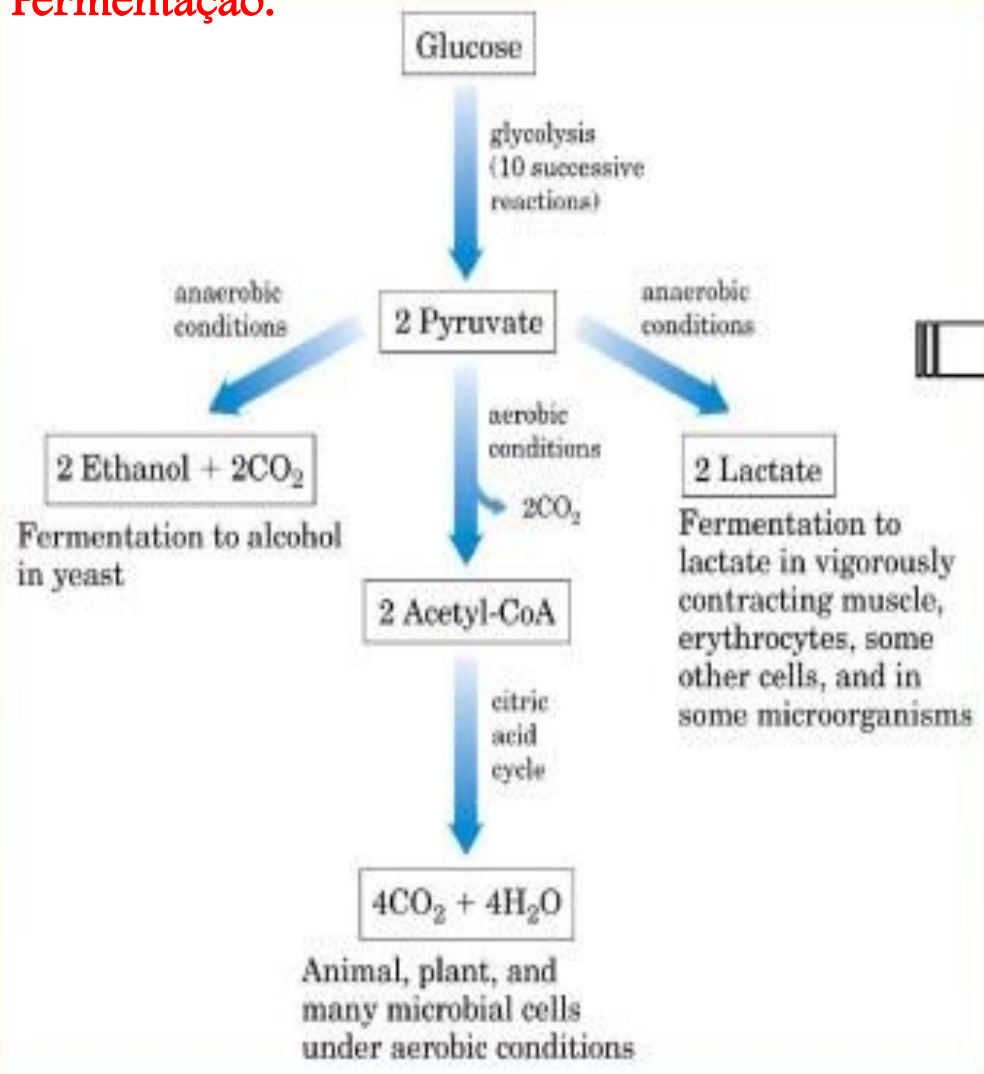
- **Fermentação homolática:** produção de ácido láctico como produto final.
- **Fermentação alcoólica:** produção de álcool como produto final.
- **Fermentação mista:** produção de álcool, ácido e gás.
- **Fermentação butileno - glicólica:** produção do butileno glicol (não ácido) como produto final.

## Basicamente:

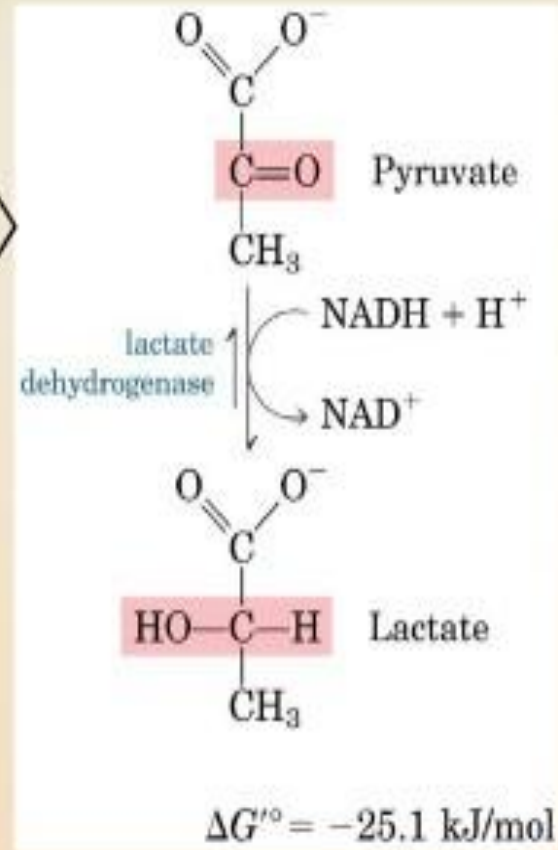
- A fermentação é um processo em que moléculas de ácido pirúvico, formadas na glicólise, são transformadas em outras substâncias orgânicas, que podem ser o álcool etílico, o ácido láctico, o ácido acético etc., dependendo do tipo de organismo fermentados.
- Ex: *Lactobacillus*, a maioria das bactérias presentes n o rúmen.



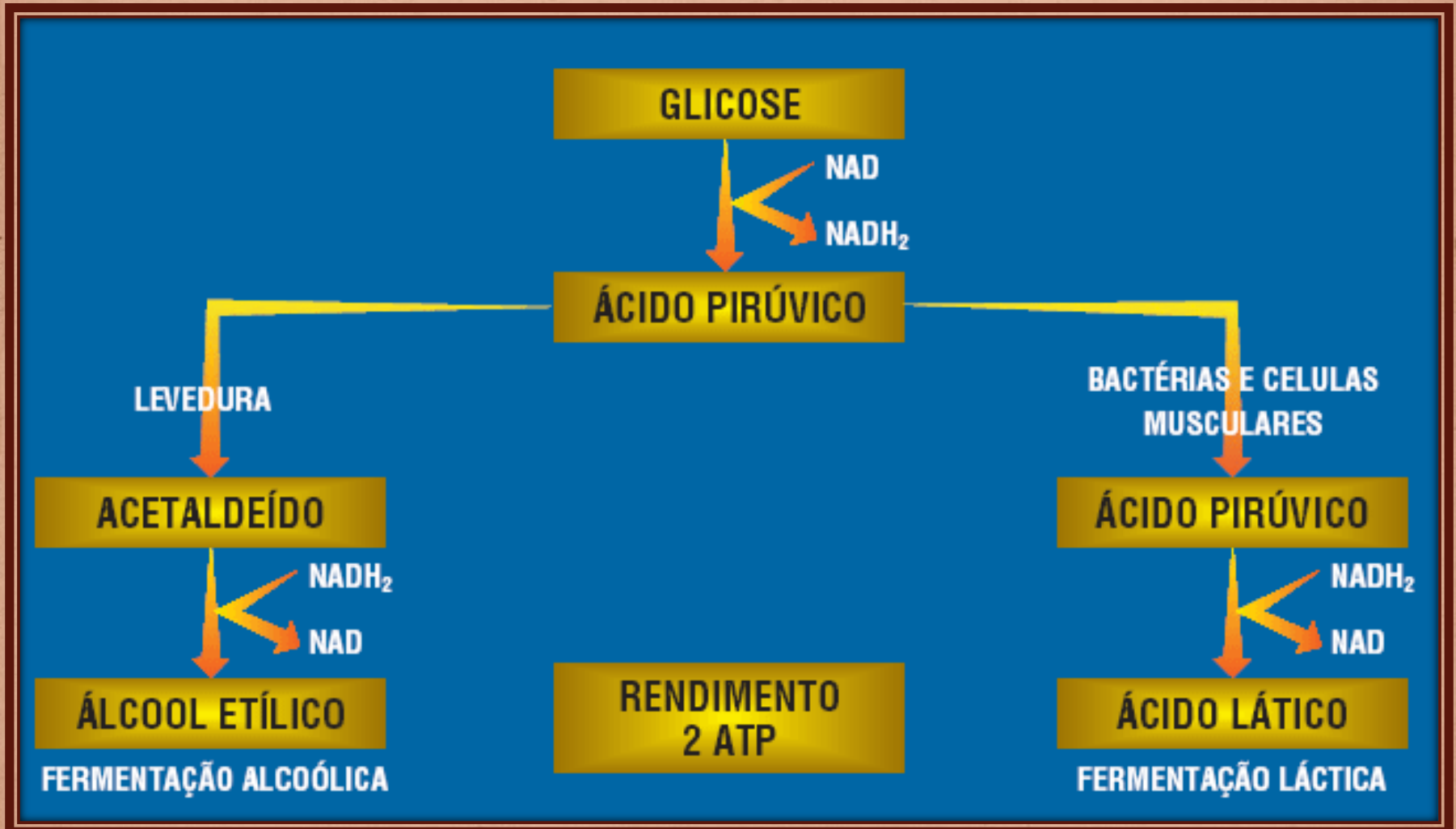
## Fermentação:



## Glicólise anaeróbia



# Fermentação:





## Putrefação: um tipo de fermentação.

- Decomposição de compostos nitrogenados (proteínas), utilizando-se de substância orgânica como acceptor-doador de elétrons.
- É um tipo de fermentação que produz produtos finais de odor desagradável: indol, escatol e ácido sulfídrico.
  - Ex: *Clostridium tetani*

# Reprodução bacteriana

## ▪ Introdução

A reprodução bacteriana engloba duas fases:

### ▪ Crescimento:

- Aumento do protoplasma pela síntese de ácidos nucléicos, proteínas, polissacarídeos e lipídeos.
- Absorção de água e eletrólitos.
- Termina na divisão celular.

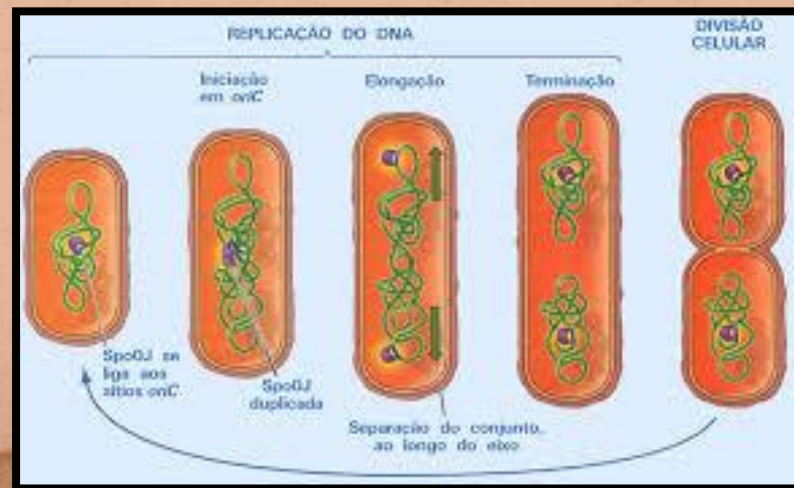
### ▪ Multiplicação:

- Resposta necessária à pressão de crescimento.



# Genética bacteriana e mecanismos de variação genética

- Bactérias são haplóides, com cromossoma circular de dupla fita de DNA.

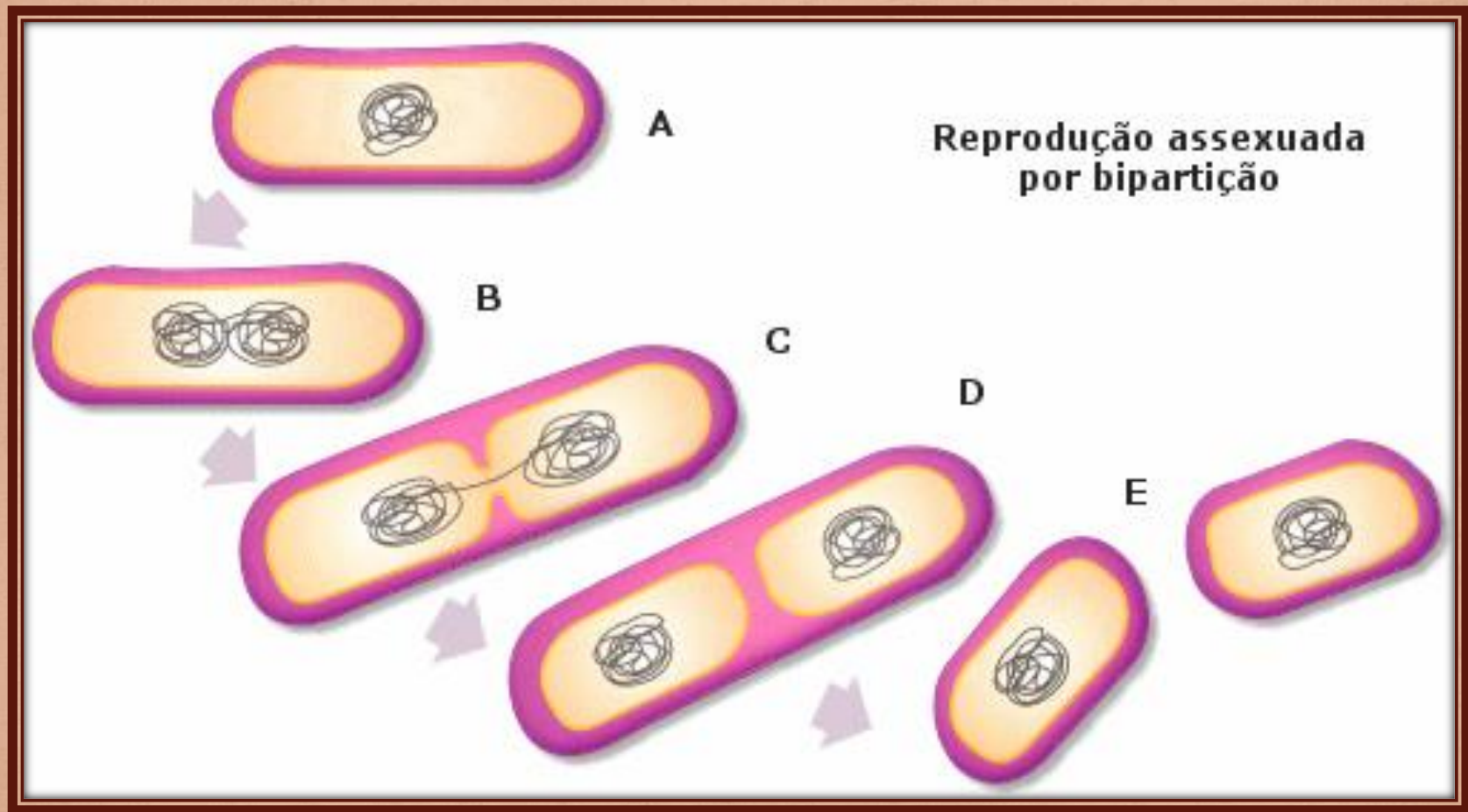


- O cromossoma livre no citoplasma codifica grande número de genes.
- Possuem plasmídeos.
- A replicação e multiplicação é semiconservativa.
- **Formas de gerar diversidade:**
- Plasmídios, bacteriófagos e elementos transponíveis contribuem para informação genética adicional, que irá ou não influenciar no fenótipo.



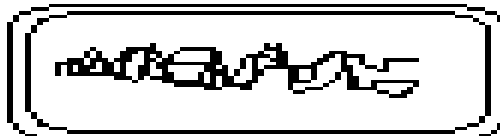
- Bipartição ou fisão binária: Nesse processo a célula bacteriana duplica seu cromossomo e se divide ao meio, formando um septo equatorial na região do mesossomo originando duas novas bactérias idênticas à original.
- “Cocos” em qualquer direção, “bacilos e espirilos”, no sentido transversal.

Duplicação do DNA~  ao de síntese molecular , ao final bipartição da bactéria

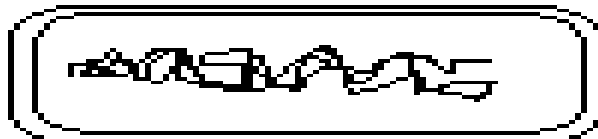




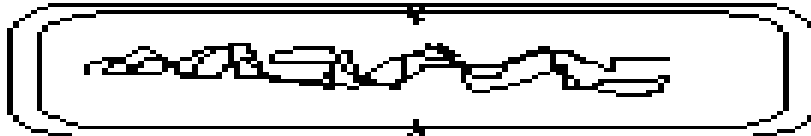
## Célula Parental



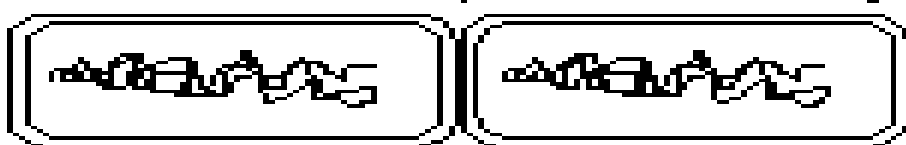
elongação celular



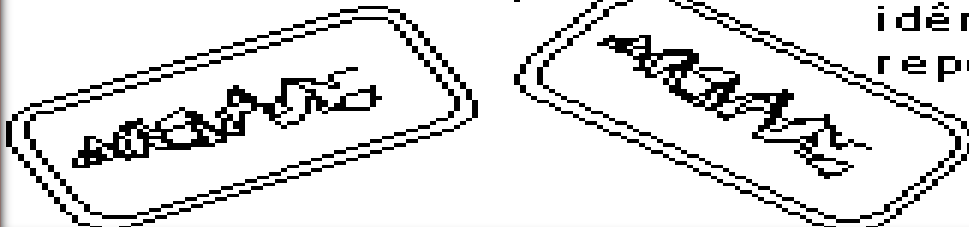
invaginação da parede e distribuição do material nuclear

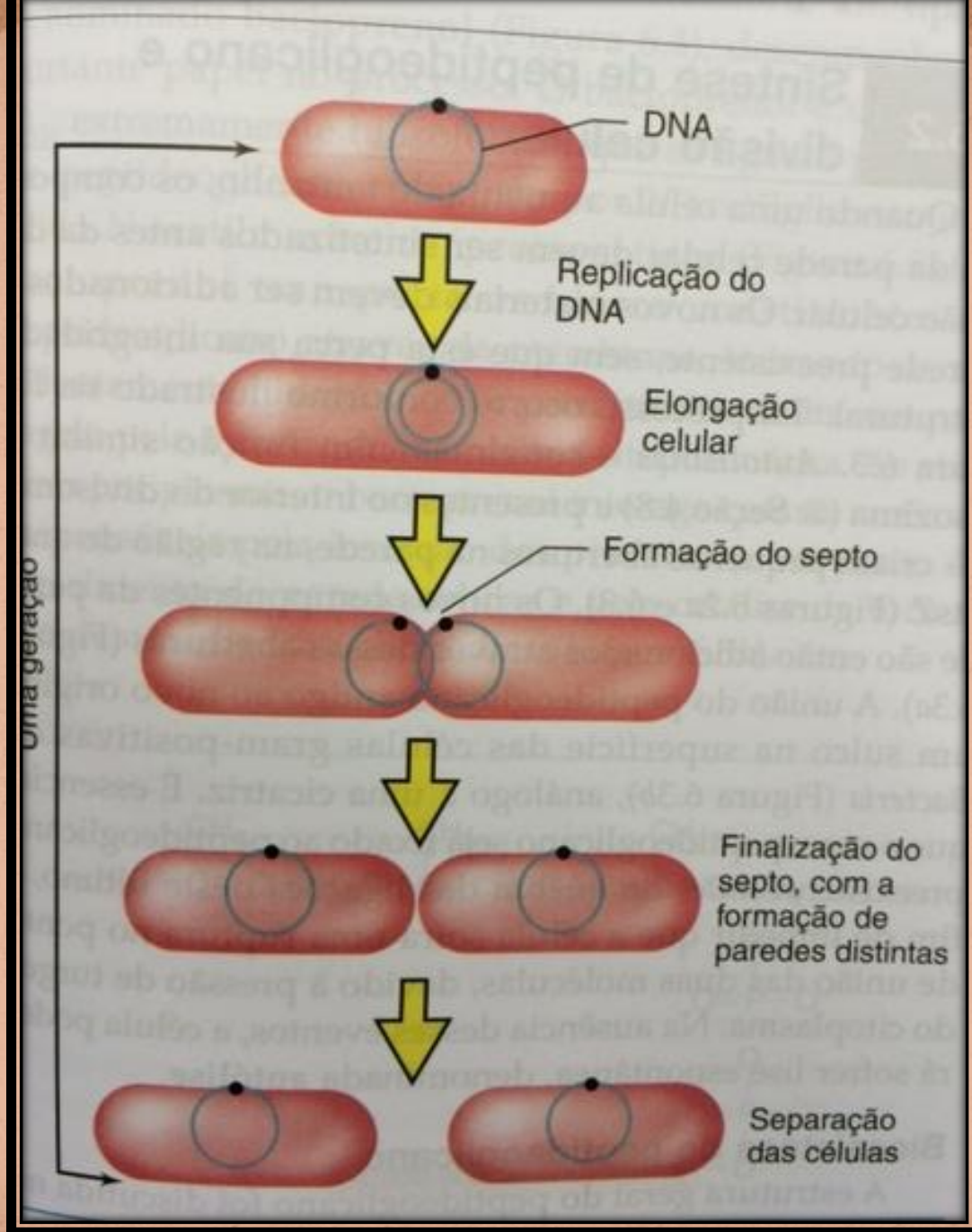


formação de uma parede celular



separação de 2 células-filhas idênticas, cada uma capaz de repetir o processo

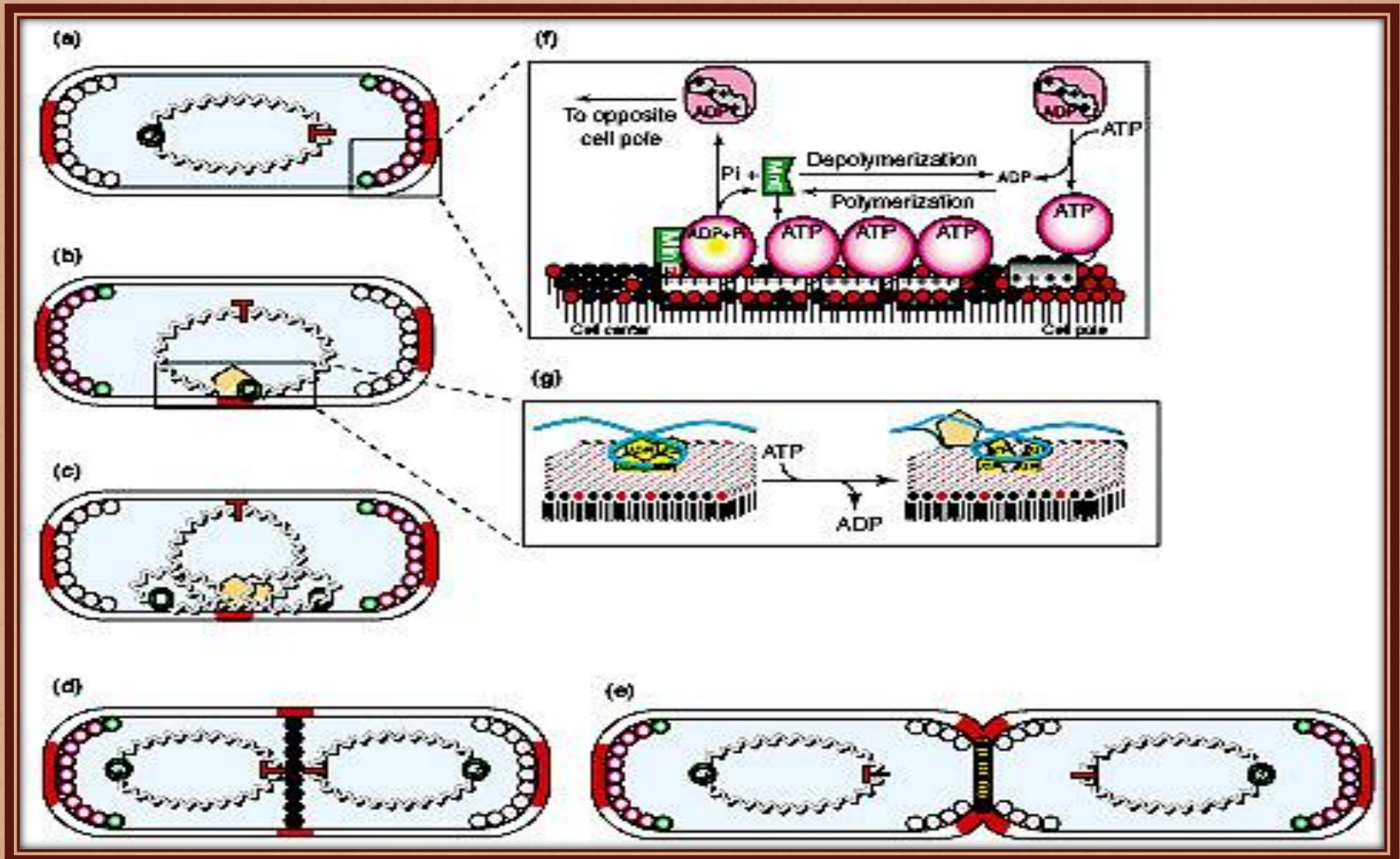




Duplicação do  
DNA/Replicação  
/multiplicação  
bacteriana



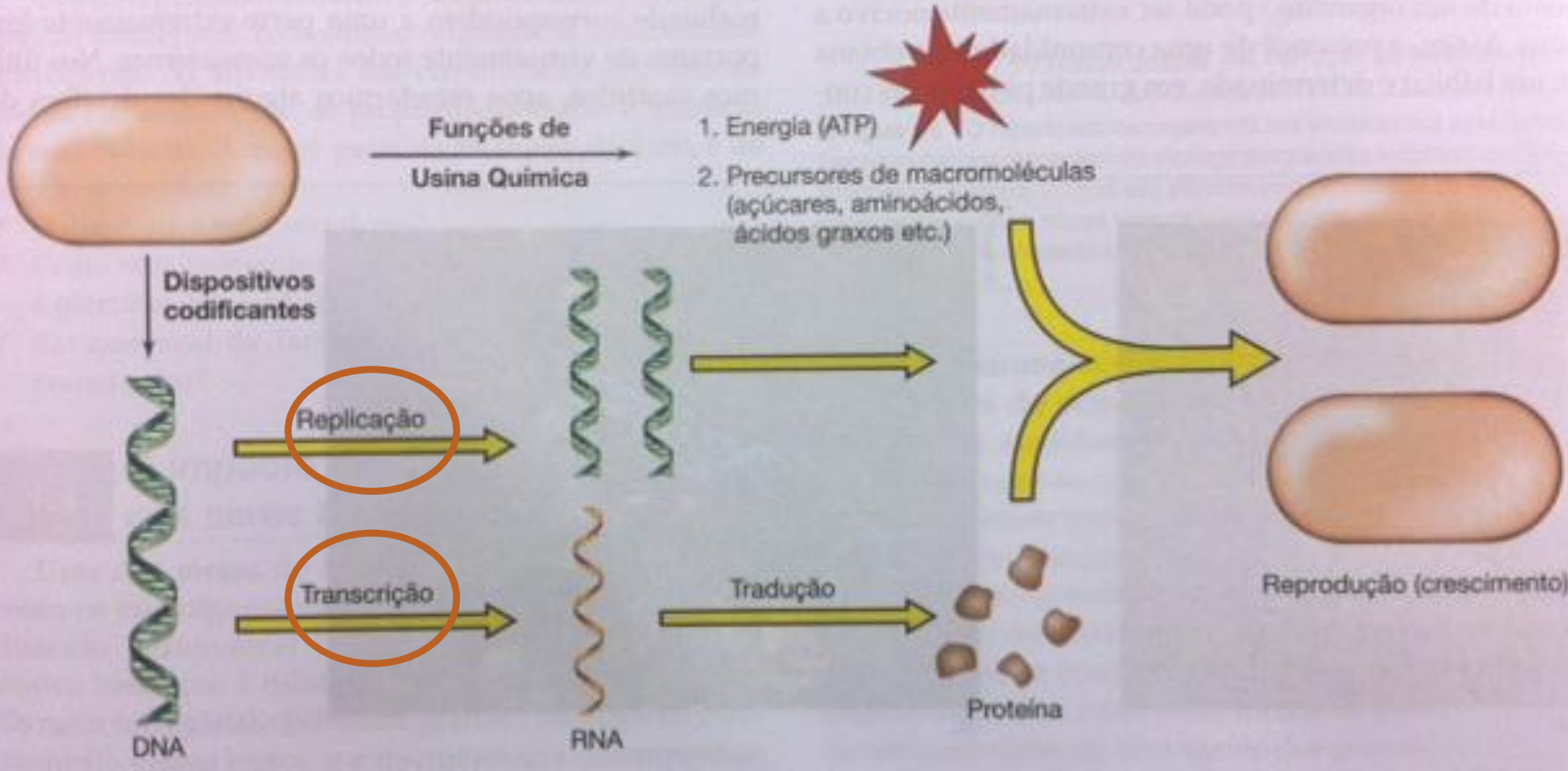
# Replicação DNA bacteriano



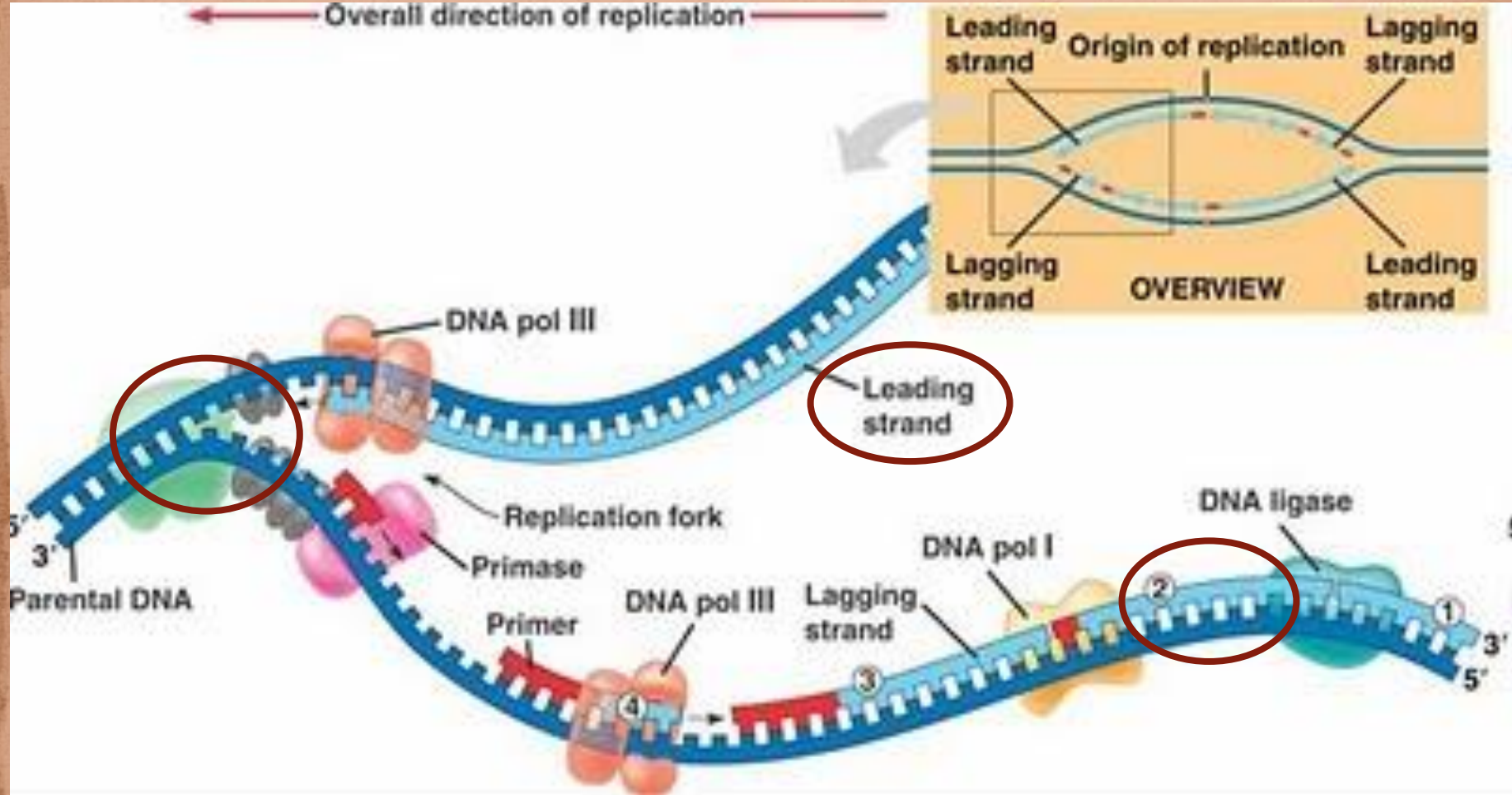
# Replicação do DNA bacteriano

- Como as bactéria replicam por fusão binária as células filhas são geneticamente idênticas.
- Replicação semiconservativa, cada cadeia de DNA serve de molde para síntese de DNA (cadeia complementar).
- Várias enzimas participam do processo, ex: DNA girase para desenrolar, DNA polimerase para sintetizar Dna, primase para síntesar e ligar os iniciadores ..... entre outras.
- Após síntese a enzima DNA ligase, liga as duas extremidades coesivas do DNA para torná-lo circular.



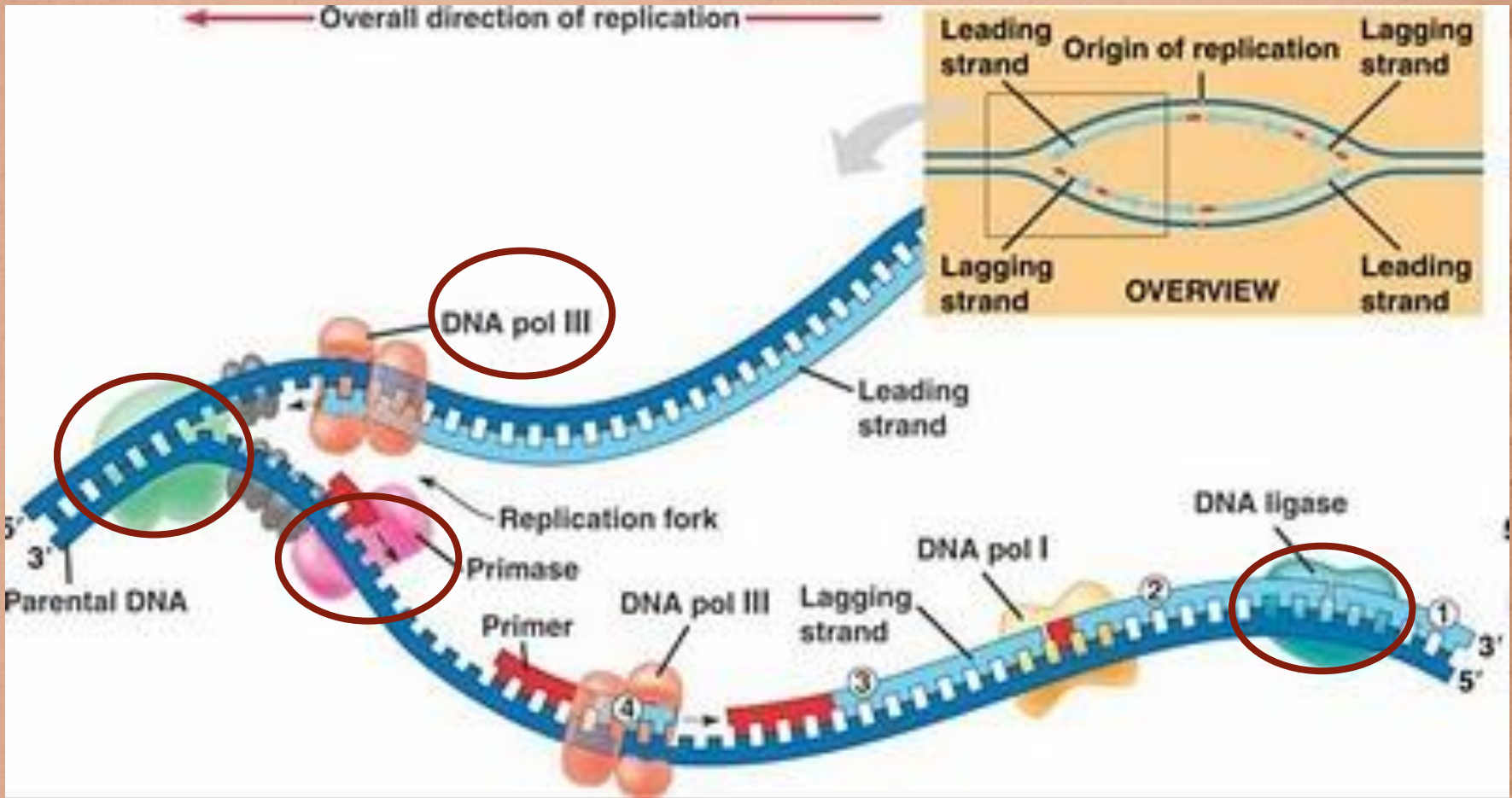


Replicação da fita DNA –dará origem a fitas complementares  
Que se unirão dando origem ao novo DNA sintetizado

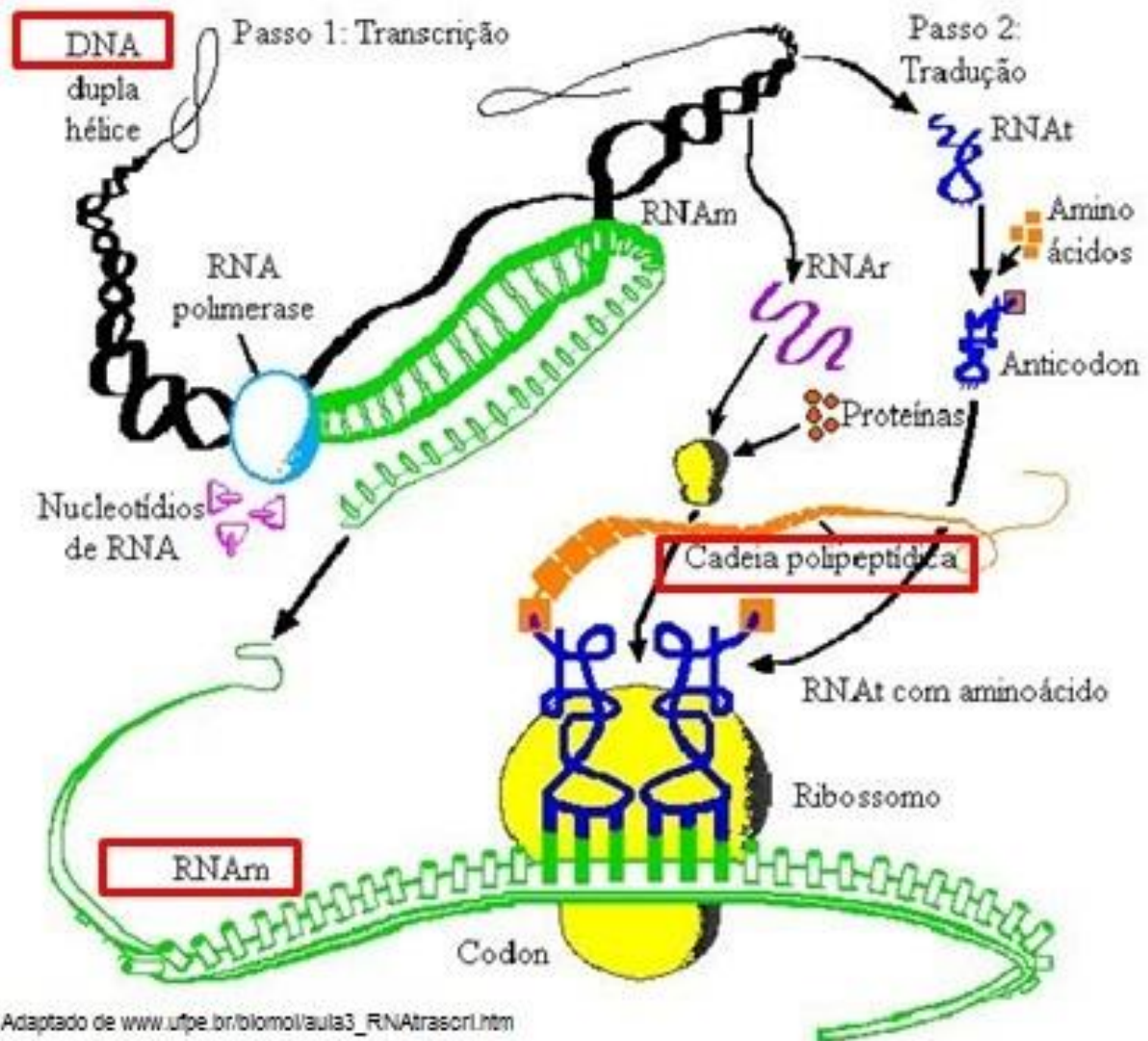




# Replicação da fita DNA – enzimas:



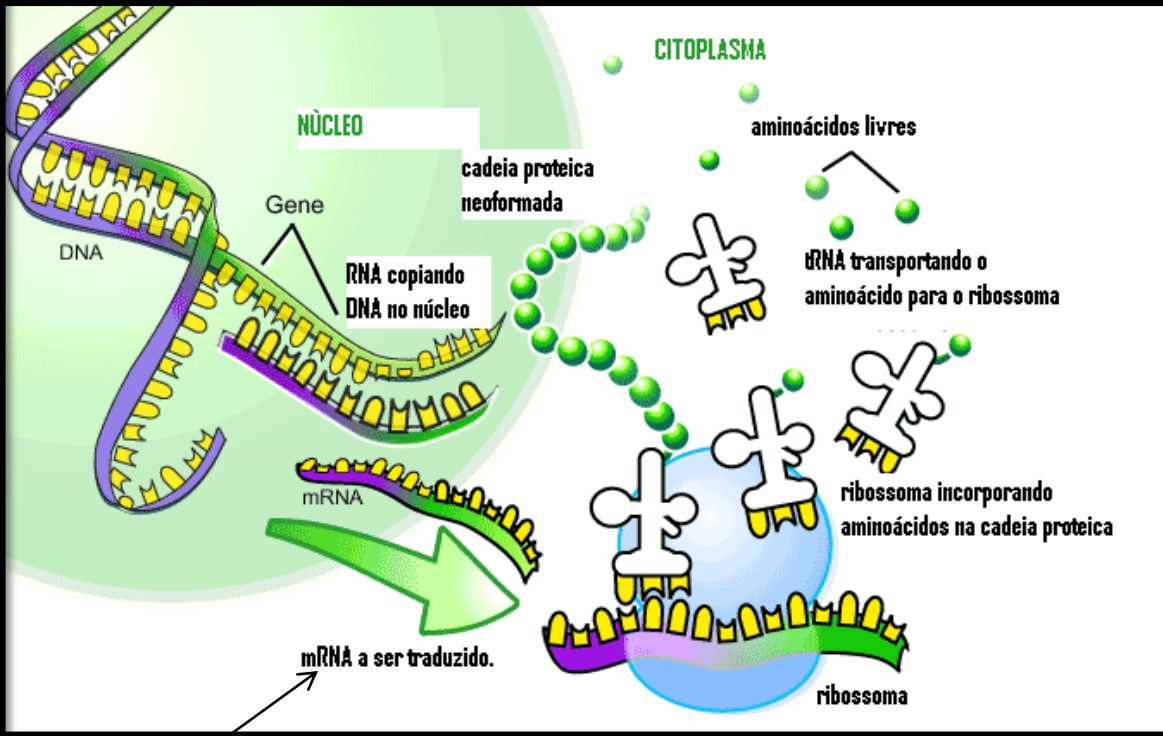
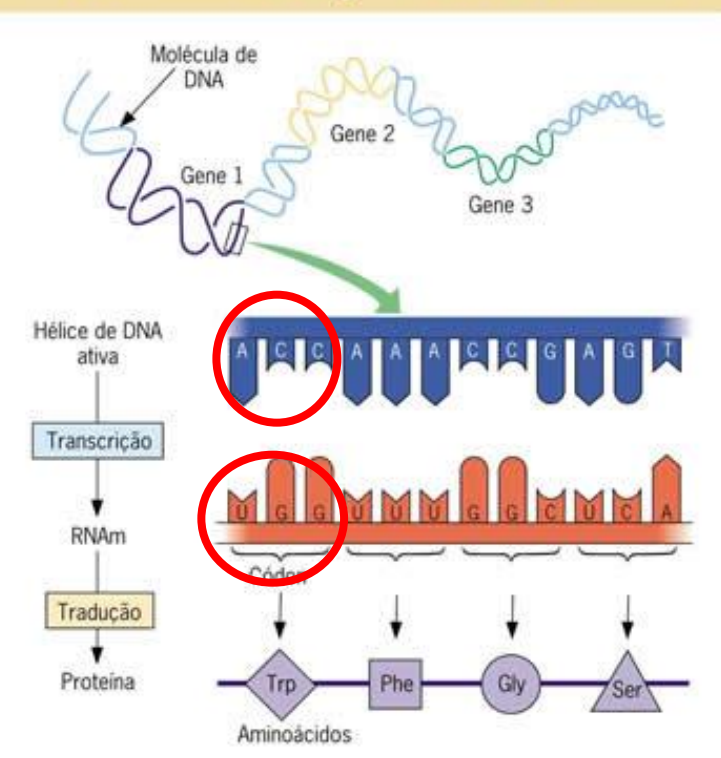
# Transcrição : síntese de RNAm



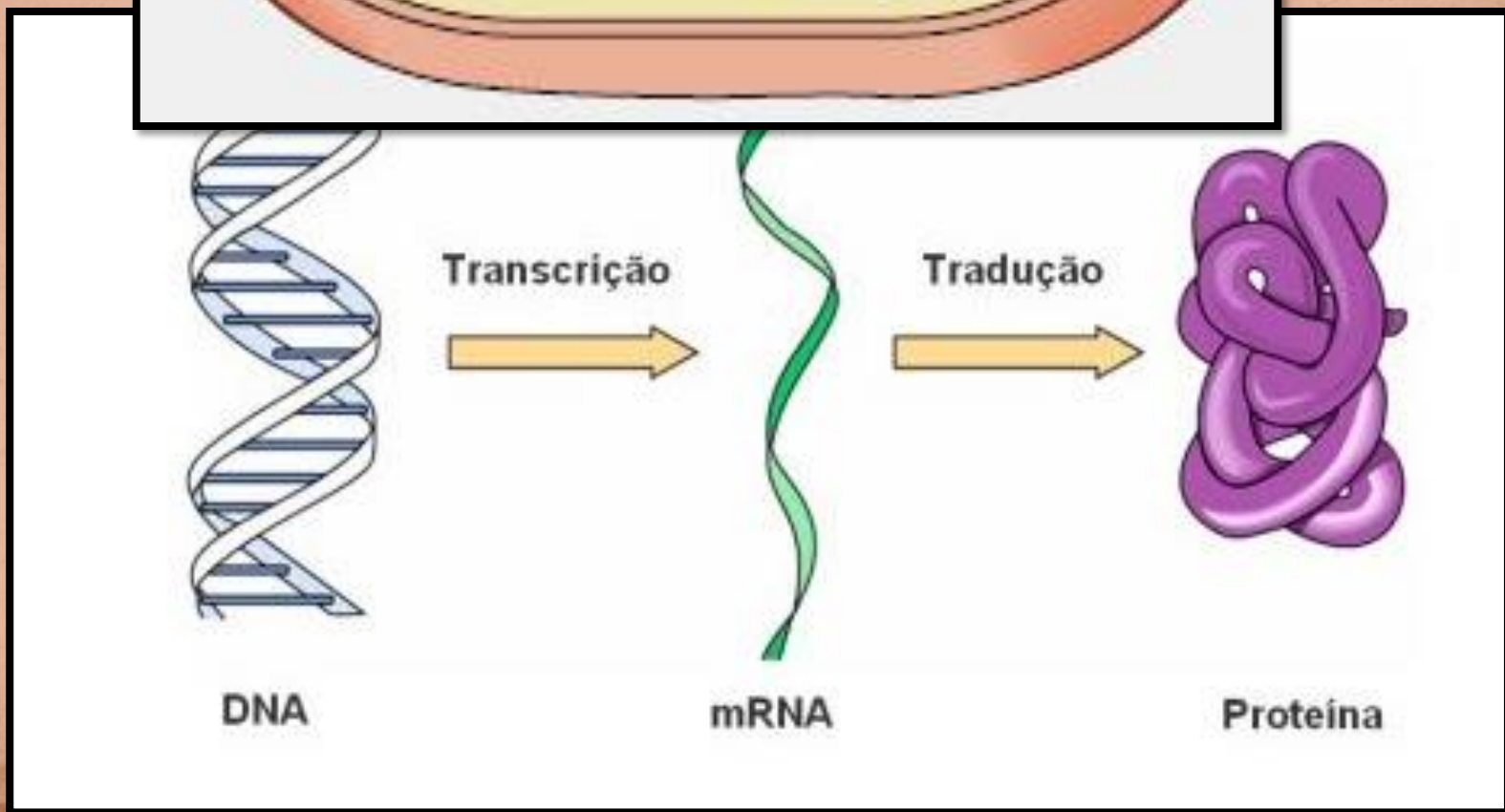
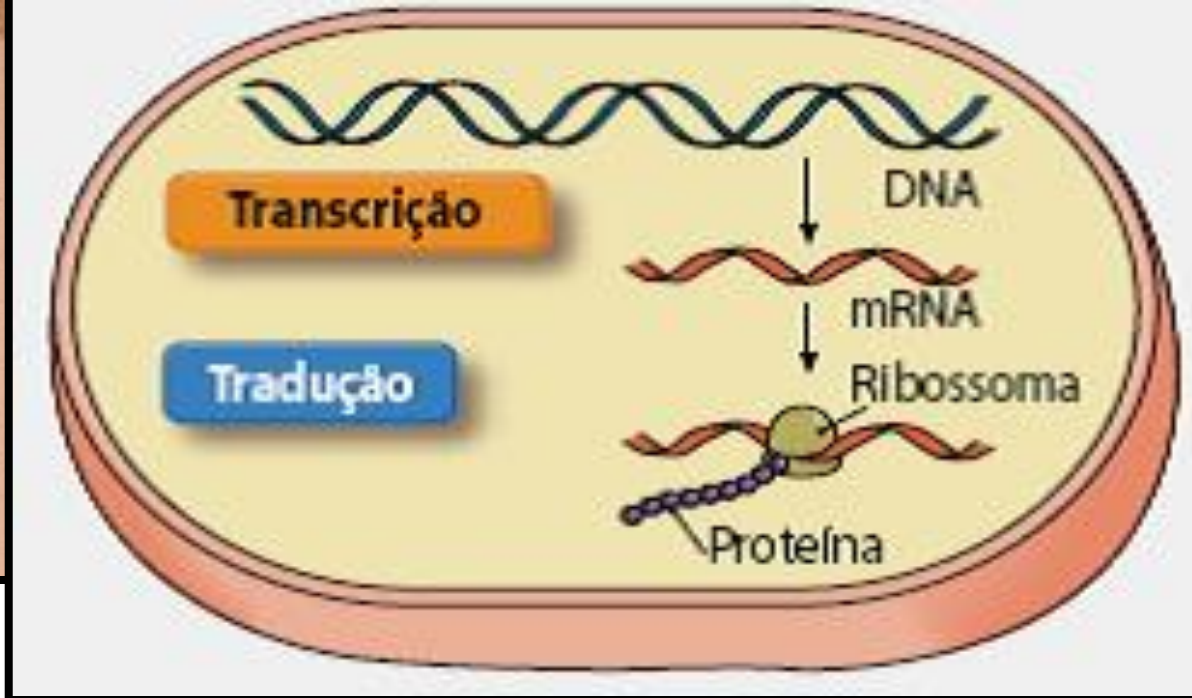
Adaptado de [www.ufpe.br/biomol/aula3\\_RNAttrascri.htm](http://www.ufpe.br/biomol/aula3_RNAttrascri.htm)



**Correspondência entre as unidades do DNA e do RNA e os aminoácidos da proteína a ser sintetizada**



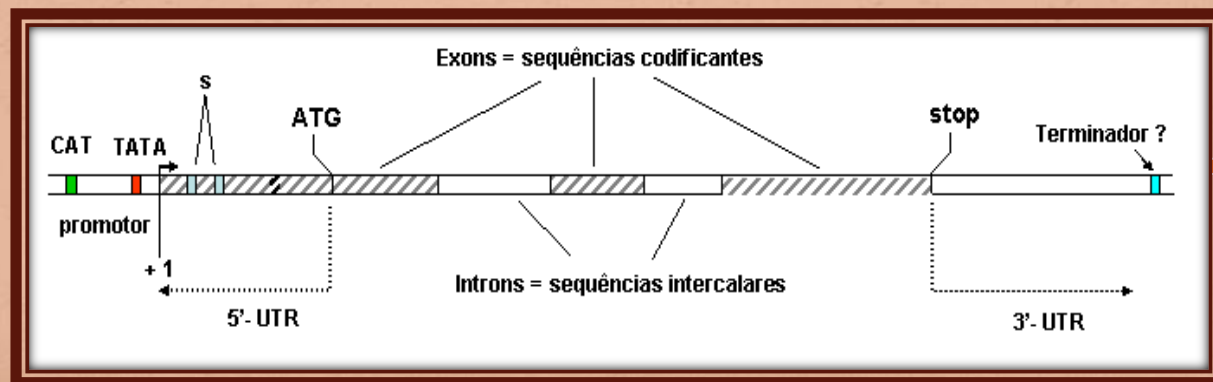
Dna polimerase irá duplicar o Dna, sintetizando as fitas complementares para replicação.  
 Rna polimerase fará a síntese de RNA mensageiro (fitas de RNA), complementares a fita de DNA para síntese de proteínas.  
 A tradução dessas fitas de RNA m São realizadas pelos ribossomos dando origem Aa, peptídeos e proteínas.





# Transcrição e tradução

- 1 fita positiva  $\Rightarrow$  transcrição para RNAm polimerase liga-se ao promotor  $\Rightarrow$  uma fita de RNA complementar é sintetizado.
- RNAm traduzido em proteína no ribossomo (RNAt) um aminoácido cadeia polipeptídica  $\Rightarrow$  stop códon ou códon nonsense.





Lembrar que uma das principais estruturas envolvidas na diversidade genética são os :

- **Plasmídeos:**
- Pequenos elementos genéticos, que replicam-se independentemente.
- Circulares, composta de fita dupla de DNA, tamanho variável, menor que um décimo do tamanho do genoma bacteriano.
- Genes normalmente relacionados a virulência, e resistência antibióticos que podem ser utilizados pelas células.

- **Plasmídios:** e podem ser transferidos por conjugação e ou transformação.
- Utilizam enzimas celulares para replicação, e os plasmídios que codificam o pili sexual ou F, podem integrar-se ao genoma e serem transferidos as células filhas durante a replicação.



# Formas de diversidade bacteriana

## RECOMBINAÇÃO

- Processo de variabilidade genética que envolve transferência de material genético entre duas células.

### MUTAÇÃO

Processo vertical  
Ocorre durante a replicação  
do cromossomo bacteriano

X

### RECOMBINAÇÃO

Processo horizontal  
Ocorre durante os processos de  
conjugação, transformação ou transdução

# Formas de diversidade bacteriana

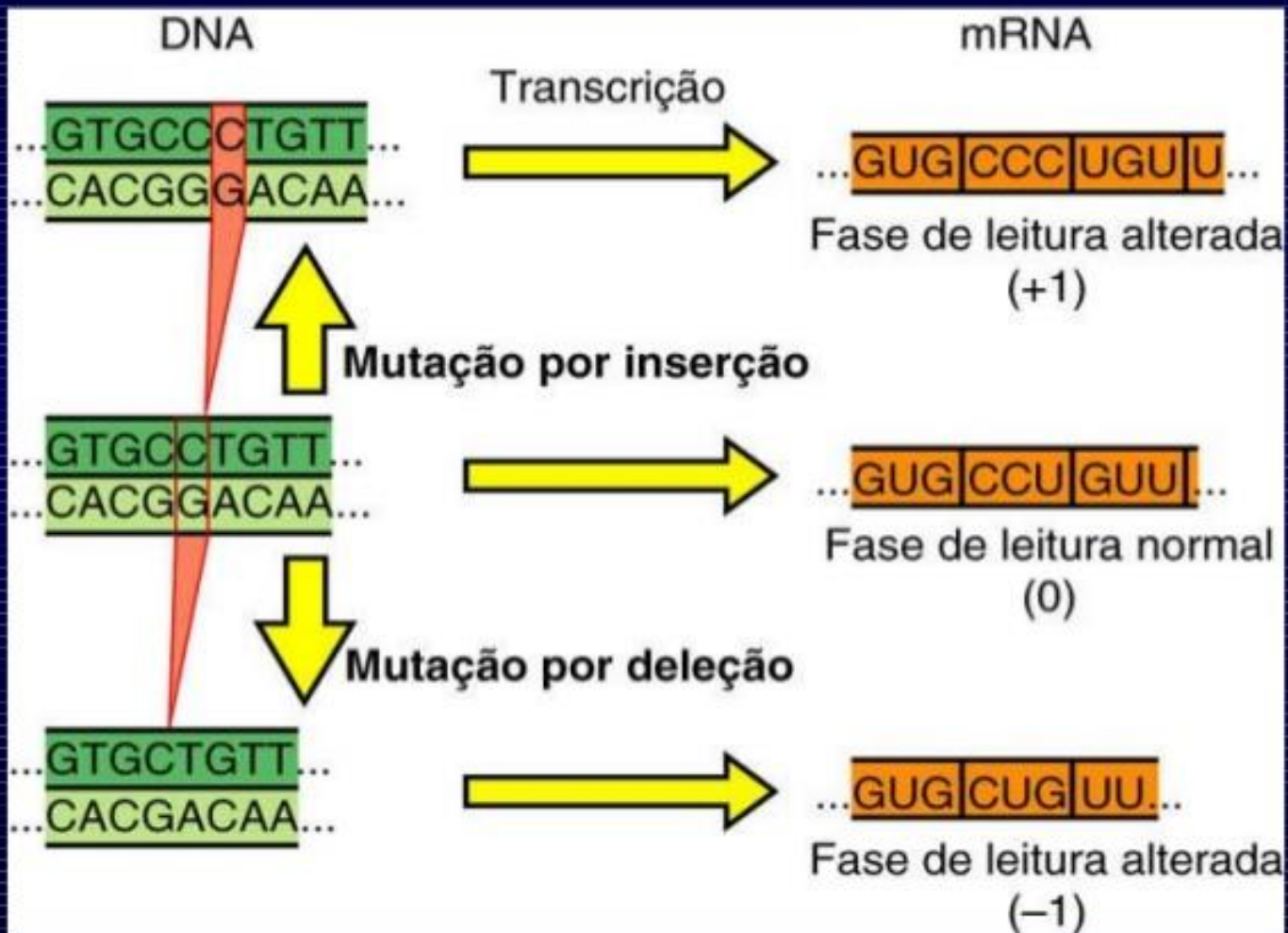
- Durante a replicação bactéria poderão ocorrer recombinações de sequencias ou moléculas de DNA.
- Ou poderão ocorrer erros os trocas de sequencias durante a leitura e síntese da molécula de DNA ocasionadas por vários fatores, nesse caso a sequencia de DNA bacteriano será alterada sem inserção de DNA exógeno.
- Ou está diversidade será gerada por inserções de DNA, através de transformação ou conjugação.
- Ou poderão ser incorporados DNA exógeno na célula.



- Reprodução bacteriana propriamente dita:
  - Reprodução assexuada por bipartição
- São consideradas formas de gerar diversidade: conjugação, transdução ou transformação.
- Mutação
- Recombinação: conjugação, transdução(natural) ou transformação(tecnologia).
- E ainda é possível gerar diversidade através dos **Transposons**: elementos transponíveis do DNA capazes de se translocarem na sequência de DNA gerando assim novas sequências e conseqüentemente alteração no código genético.

# 5 - Mutação e Recombinação

## Tipos de Mutação



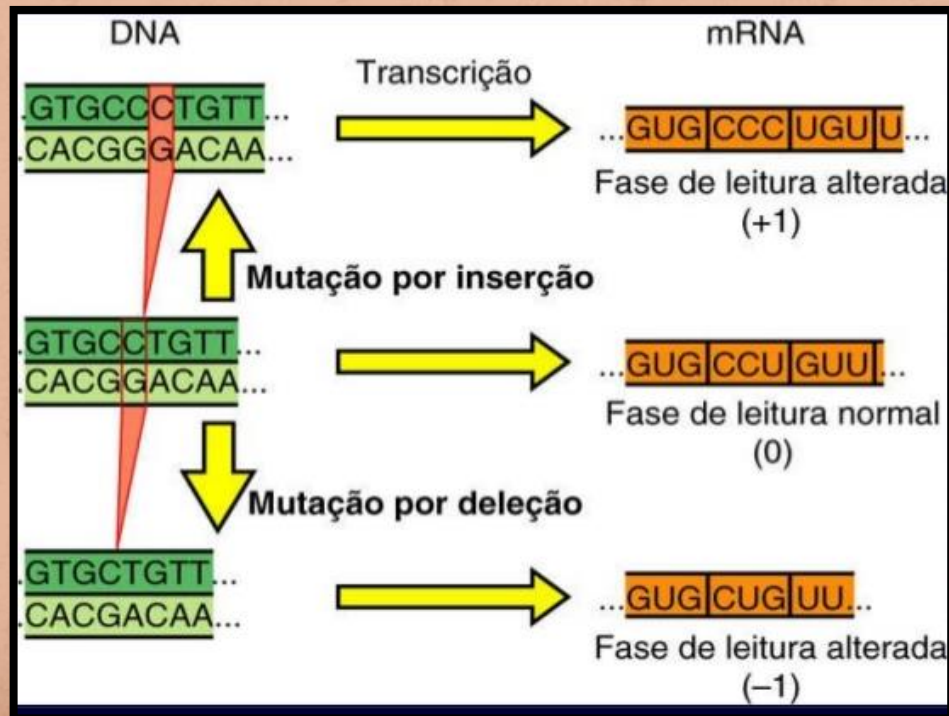


# Mutação

- Alterações na estrutura química ou física na estrutura física do DNA.
- Podem ser ocasionadas por agentes mutagênicos ou genotóxicos.
- Mutantes naturais são chamados selvagens, são fonte de grande variabilidade genética, sem exposição a agentes.
- Mutações desse tipo podem ser por erros durante a replicação, ou falha nas enzimas de reparo do DNA, por exposições aos meio adverso.

# Mutação

- Mutações induzidas a radiações ou substâncias químicas, essas não são naturais podem ser substituição de pares de bases, de fases de leitura.
- Todas essas podem gerar: troca de aminoácidos transcritos, deleção de genes, codificação de genes alterados.





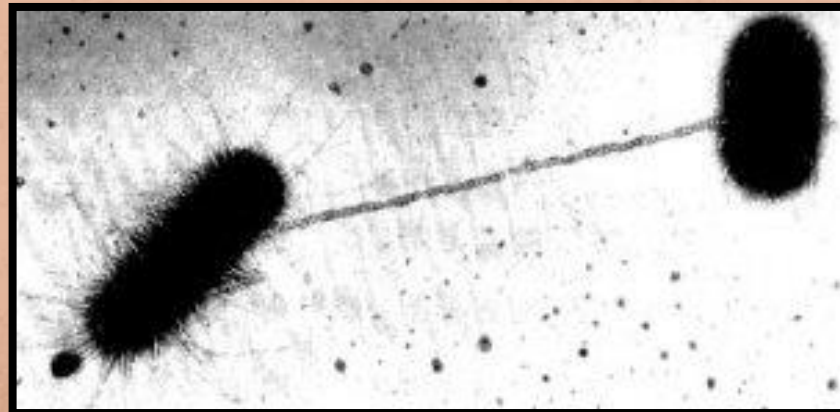
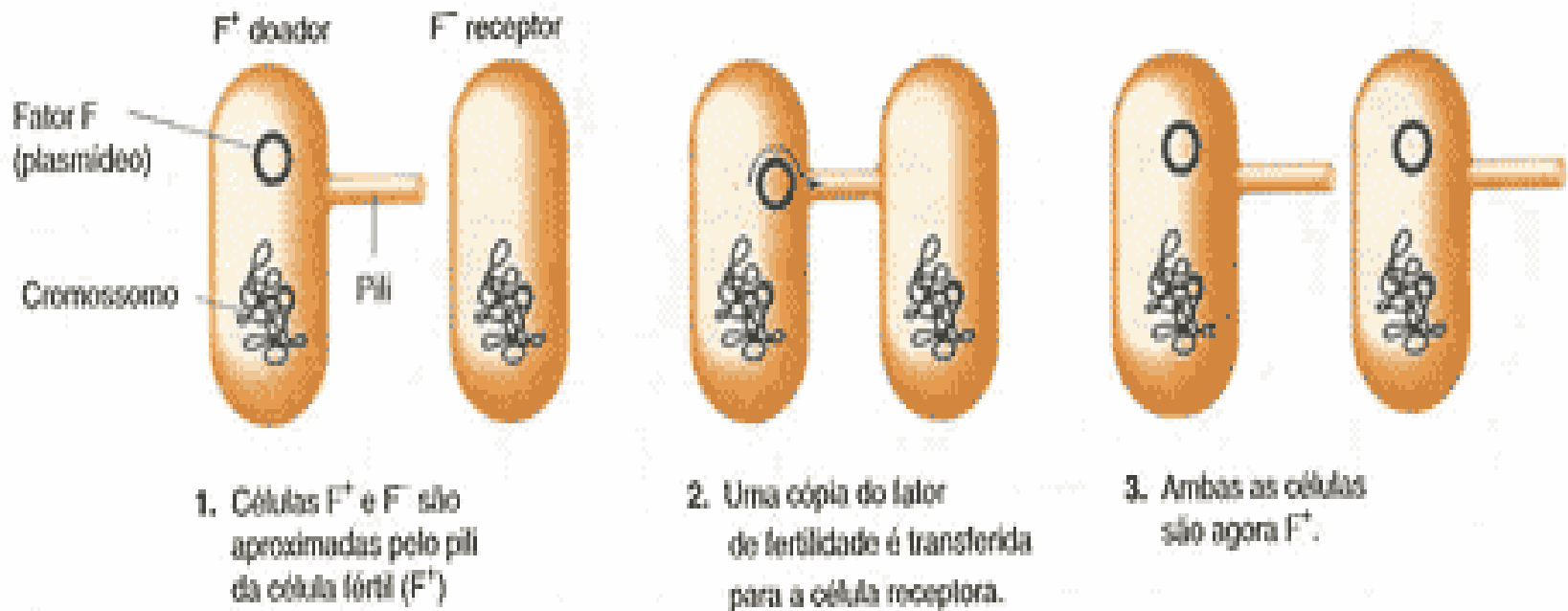
- Reprodução “Sexuada” (só por haver troca de material genético):
- Modos de diversidade genética!!!
- Conjugação: Consiste na passagem (ou troca) de material genético entre duas bactérias através de uma ponte citoplasmática formada pelas fímbrias ou pili. Em geral o material genético são plasmídeos.

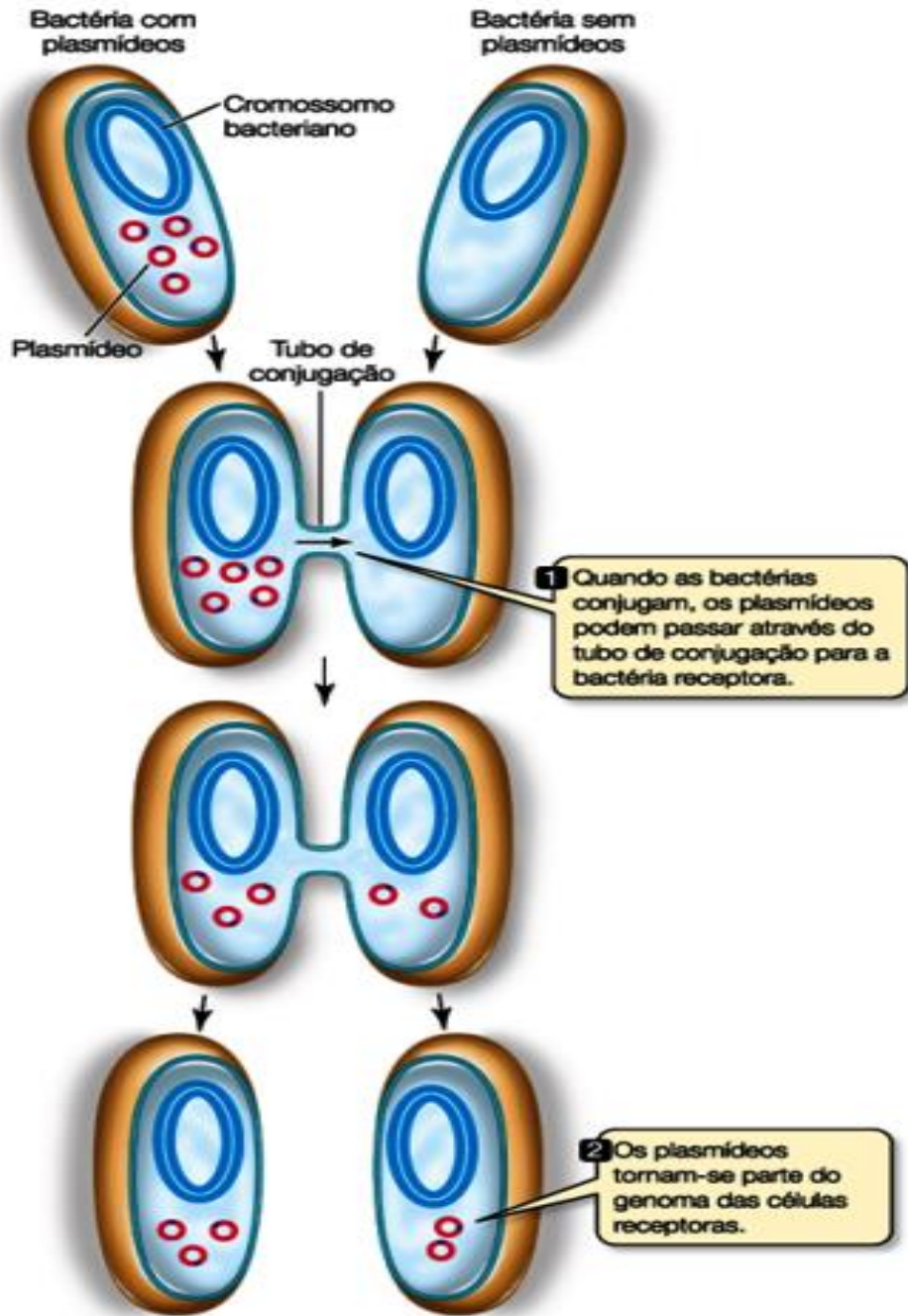
# Conjugação

- Processo complexo estudado em *Escherichia coli*. Que possui duas cepas F+ e F-, sendo que a F+ possui o plasmídeo de fertilidade e as F- são as receptoras.
- As cepas F+ sintetizam um pili modificado, que é o pili sexual pelo qual o material genético pode ser transferido ao ligar-se as cepas F-.
- Após a transferência do DNA uma nova fita é sintetizada e a célula receptora é convertida em Bactéria F+.
- Originando diversidade e novas cepas bacterianas.

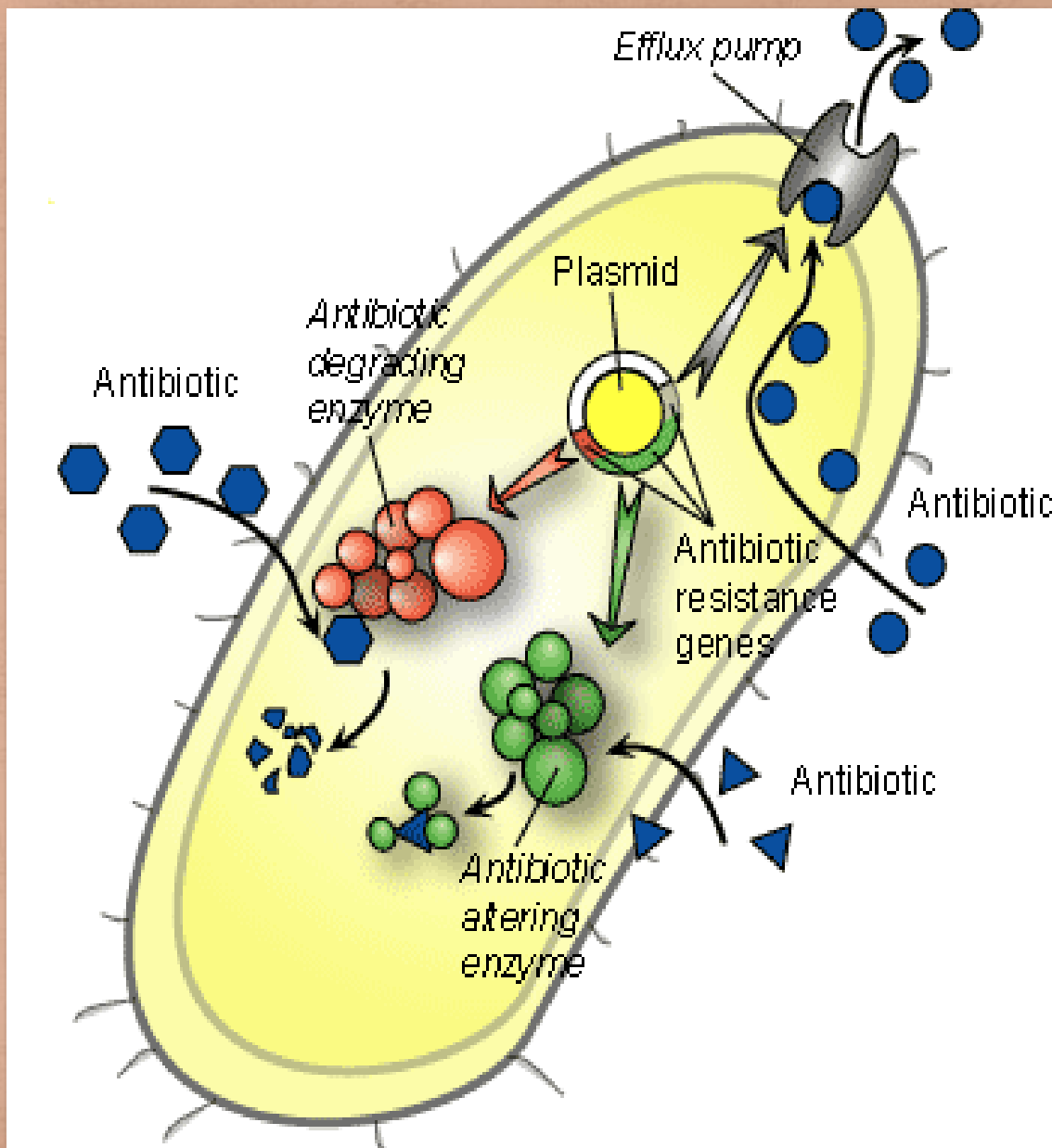


# Conjugação








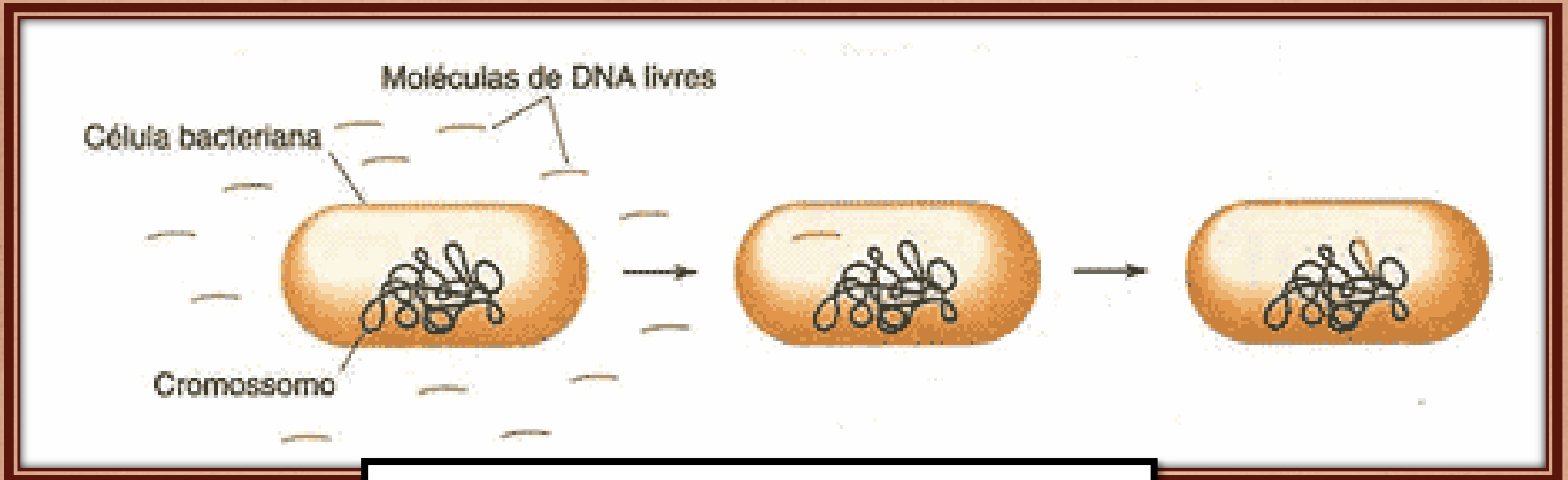


# Transformação

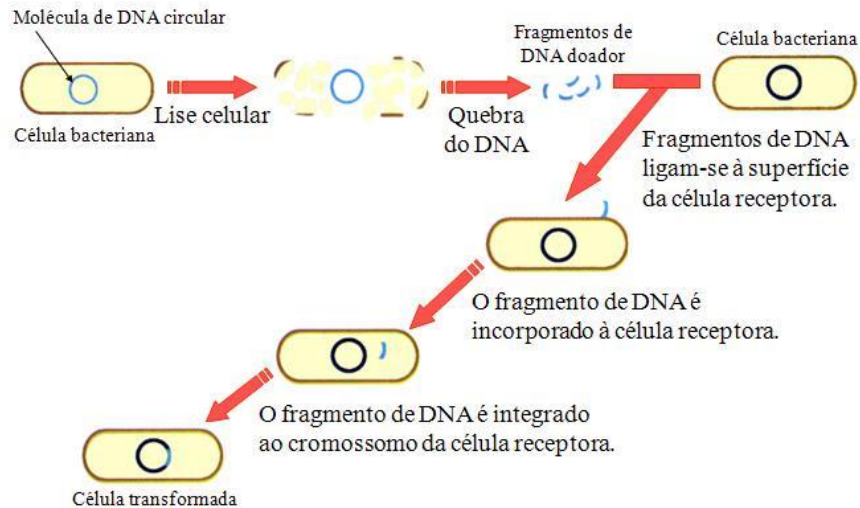
- A bactéria absorve moléculas de DNA disperso no meio.
- Esse DNA pode ser proveniente, por exemplo, de bactérias mortas ou lisadas, para uma bactéria receptora, integrando ao seu cromossomo e expressando os produtos codificados (forma de diversidade genética).
- Naturalmente pode acontecer.
- Ou através de tecnologia recombinante. 
- Usado para “clonar pedaços” de DNA em plasmídeos e através de mecanismos que abrem poros na célula ou injetam DNA numa bactéria transformando - a.
- Ex: *Escherichia coli*



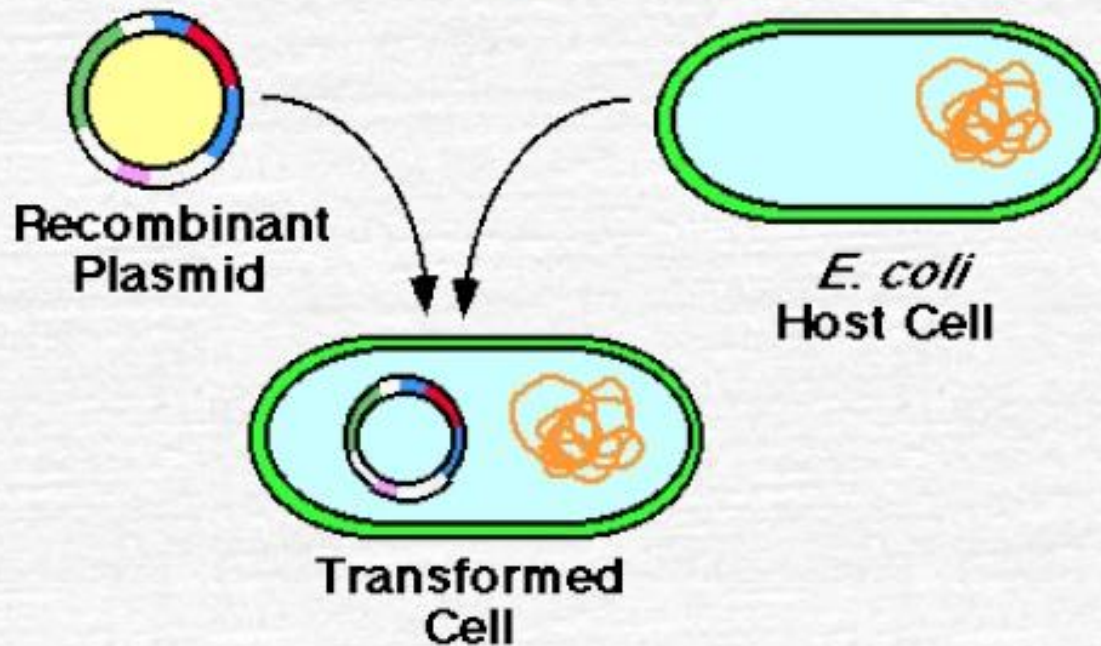
# → Transformação~ ex: *Escherichia coli*



## Transformação

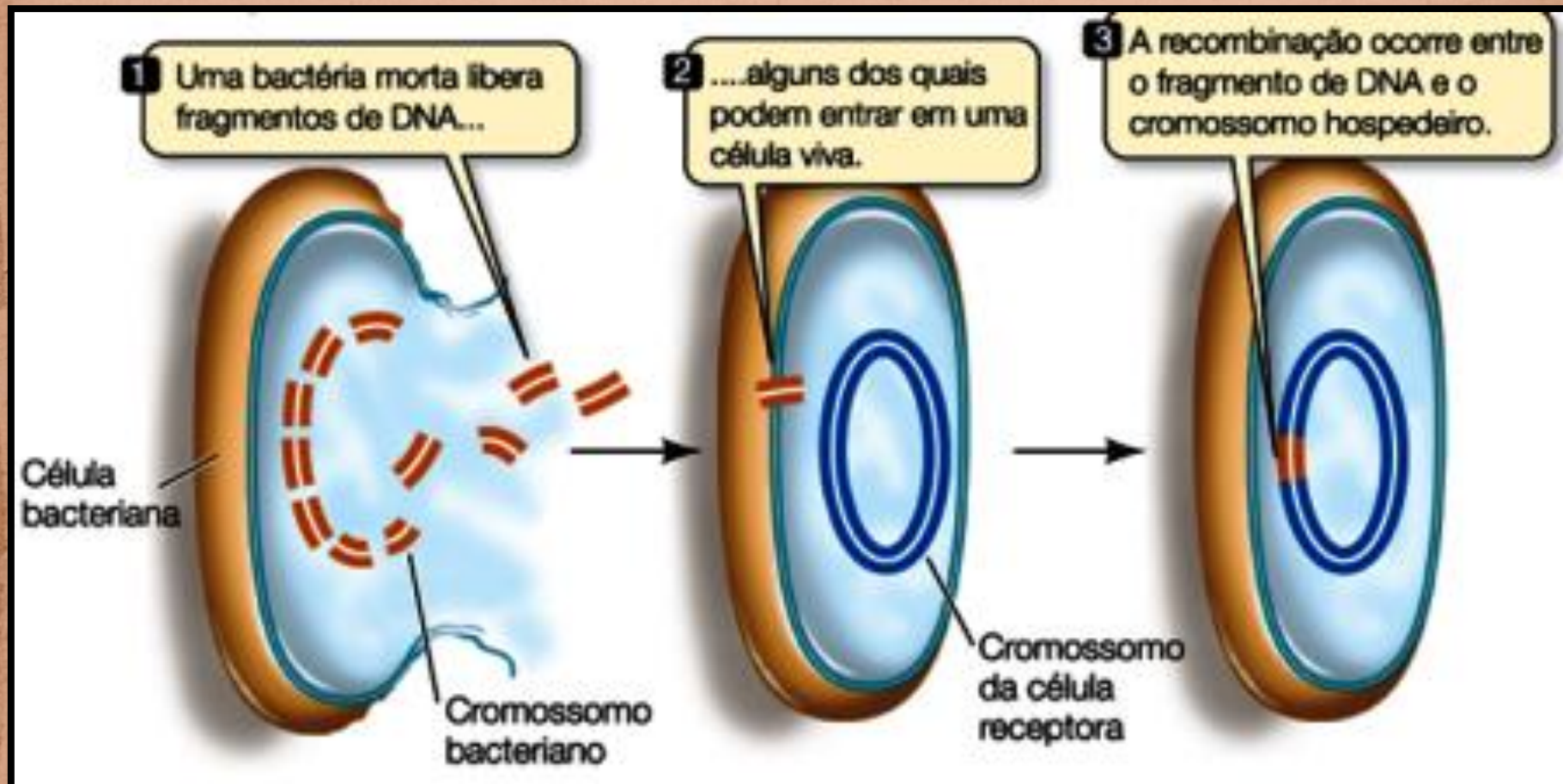


# Transformação Bacteriana



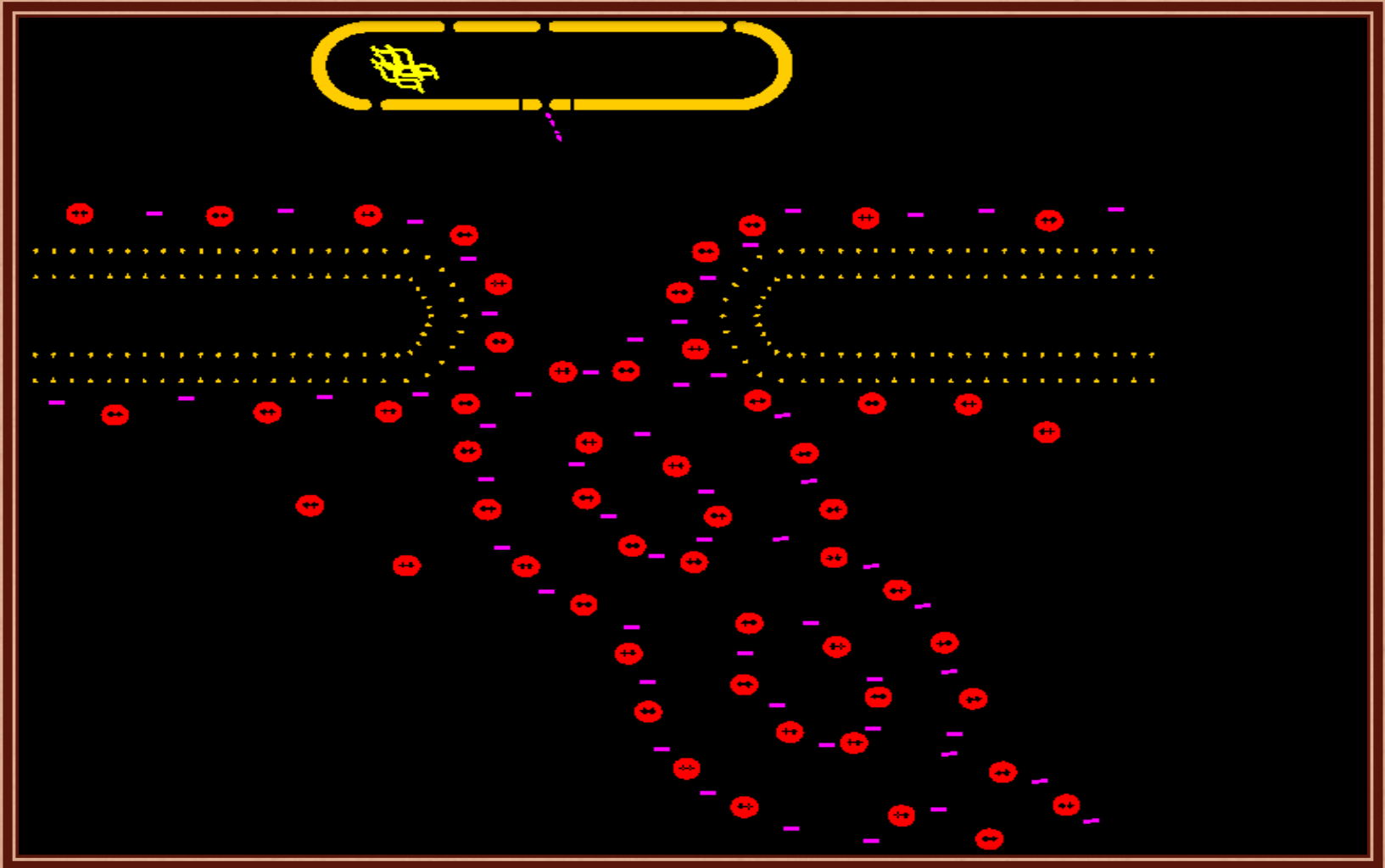
Células podem ser selecionados em placas com antibiótico.  
Alguns plasmídios utilizam o gene da B-galactosidase.







# Tecnologia recombinante

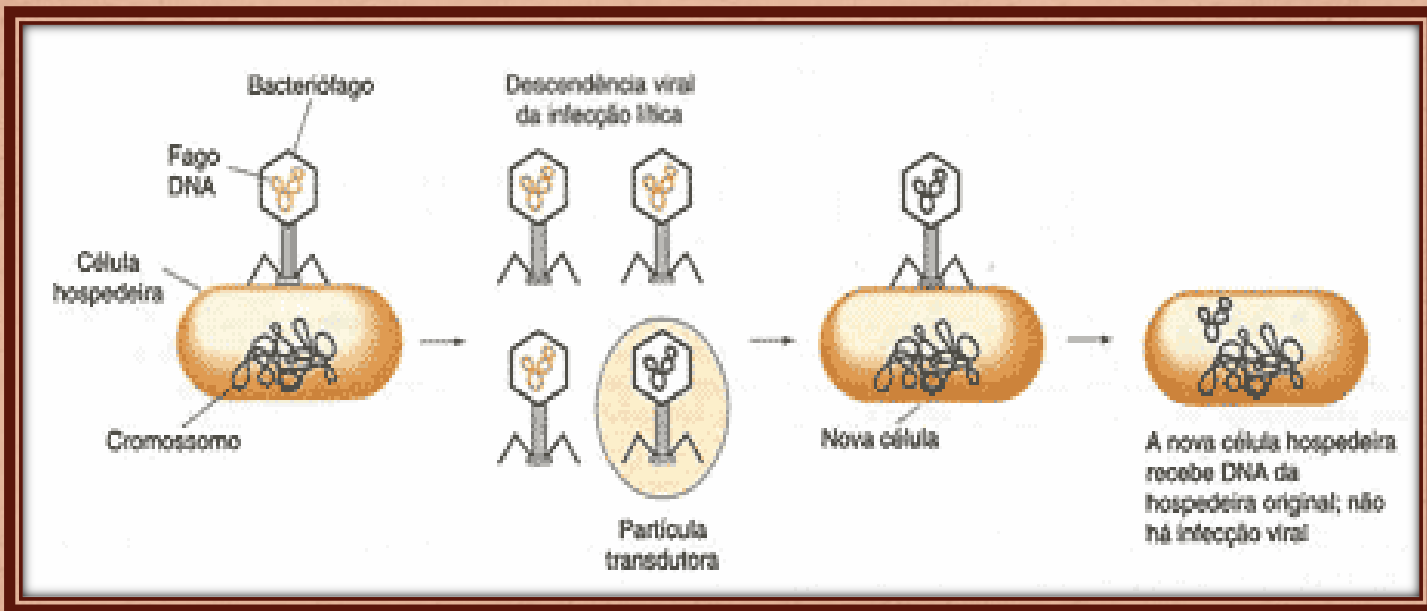


# Transdução:

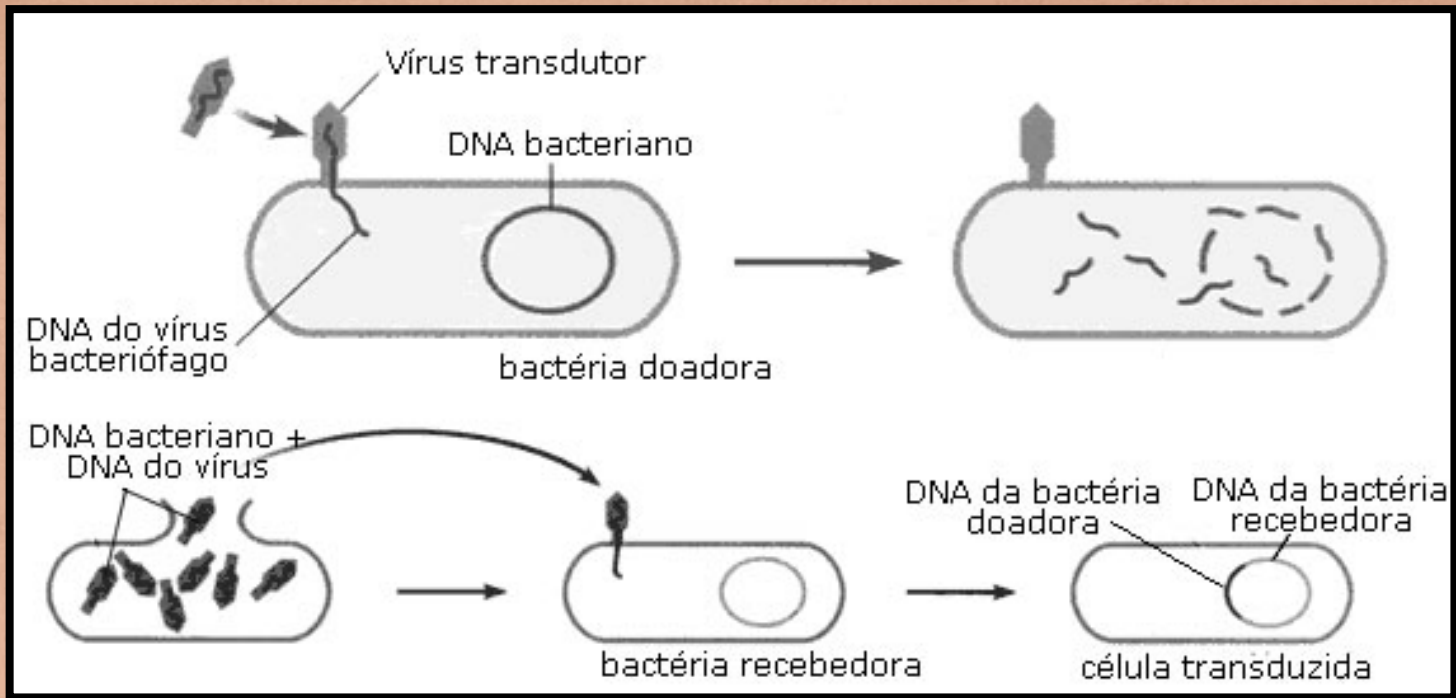
- O DNA de uma bactéria doadora é incorporado no ácido nucléico de um fago (vírus) para células receptoras suscetíveis.
- O DNA do hospedeiro também pode ser incorporado no genoma do fago.
- Pode ocorrer com fagos líticos ou temperados.
- No caso de fagos líticos é chamado de transdução generalizada.

# Transdução:

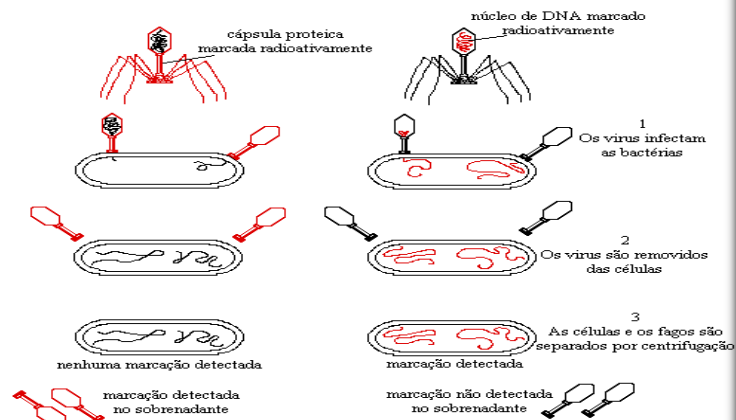
As moléculas de DNA são transferidas de uma bactéria a outra usando vírus como vetores, o vírus em questão é bacteriófago (forma de diversidade genética).

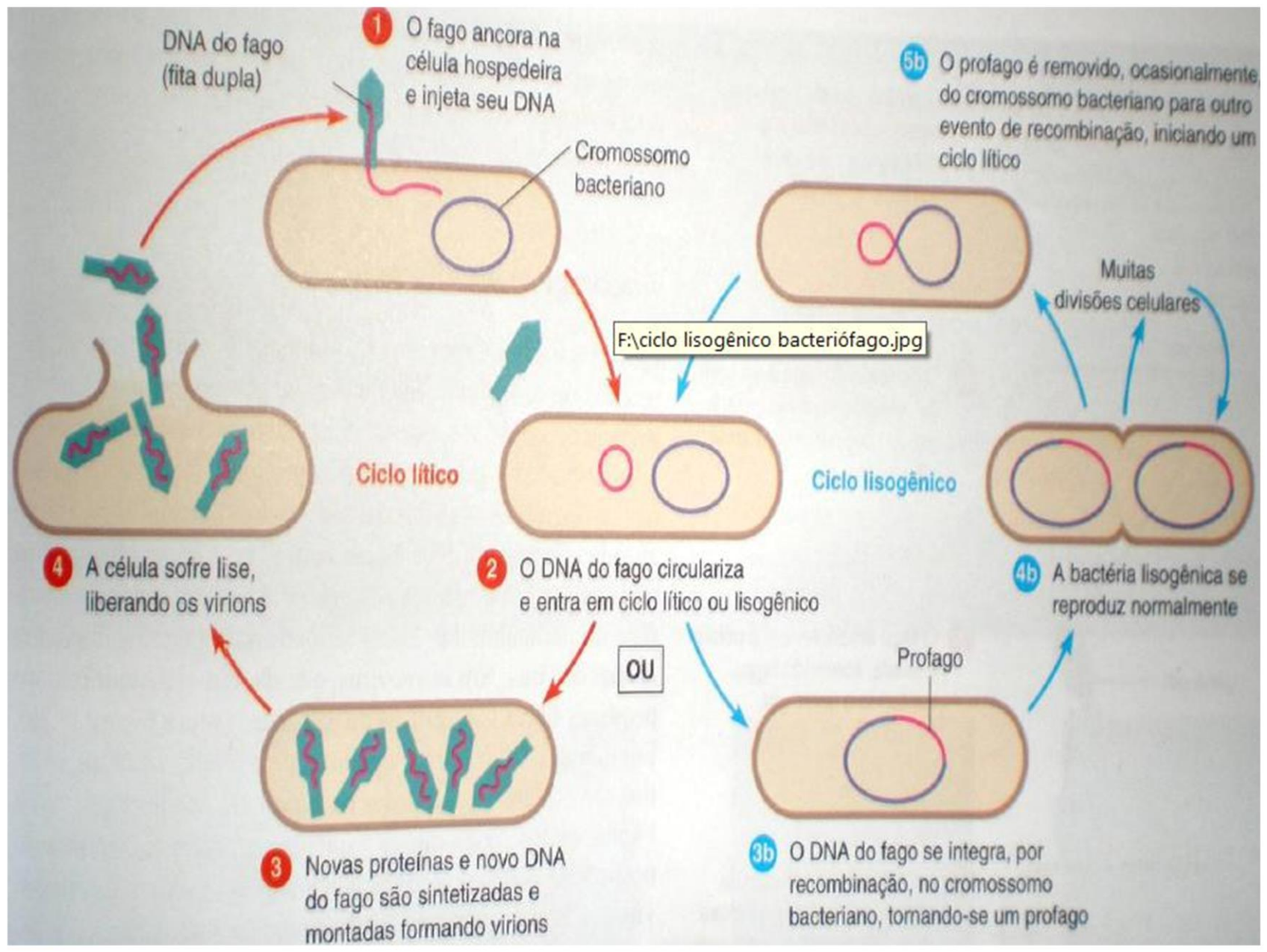






### Experimento de Hershey-Chase



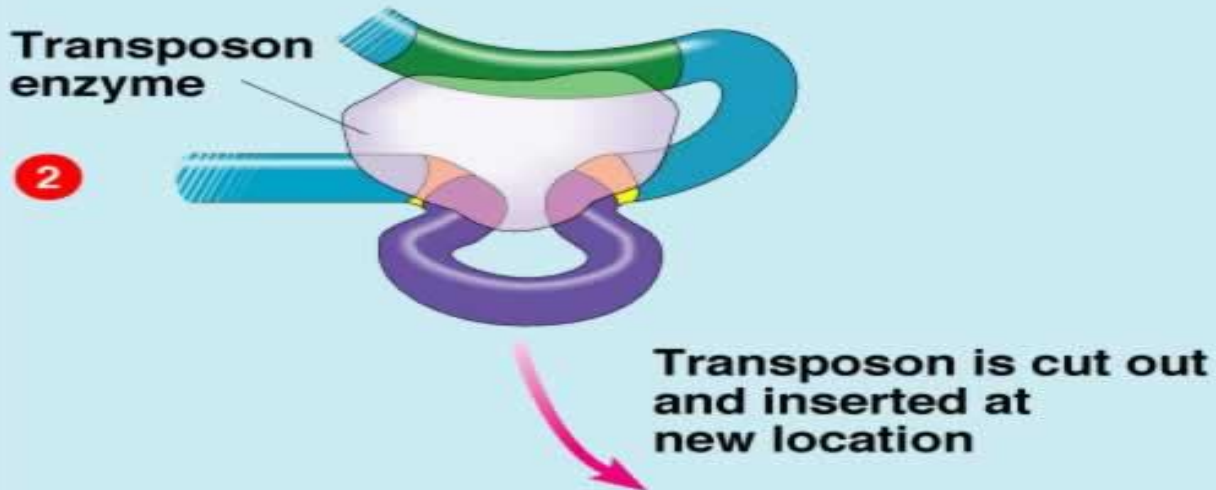




## Outras formas que geram diversidade ~ Transposons –

- O que são **transposons**: Elementos genéticos, são chamados de “genes saltadores”, podem mover-se de um lugar para o outro no genoma e tornar-se integrados no DNA plasmidial.
- Transposons simples, chamados de sequências de inserção, têm somente aqueles genes necessários à incorporação em novos locais.
- Os complexos possuem genes adicionais, como os que codificam resistência a antibióticos.
- A replicação ocorre somente durante o processo replicativo do cromossoma bacteriano ou plasmídeo ao qual estão inseridos.





## Gene Transfer Facilitates the Spread of Drug Resistance

Resistant and non-resistant bacteria exist

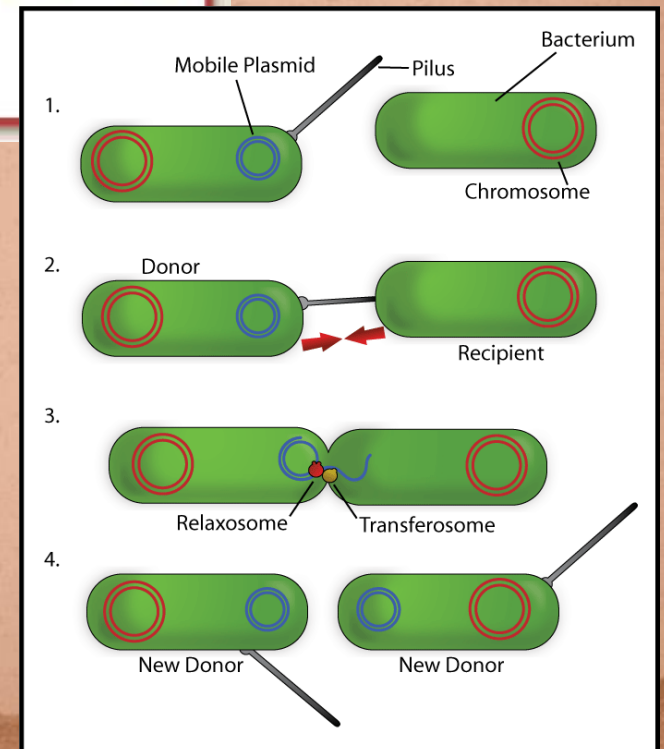
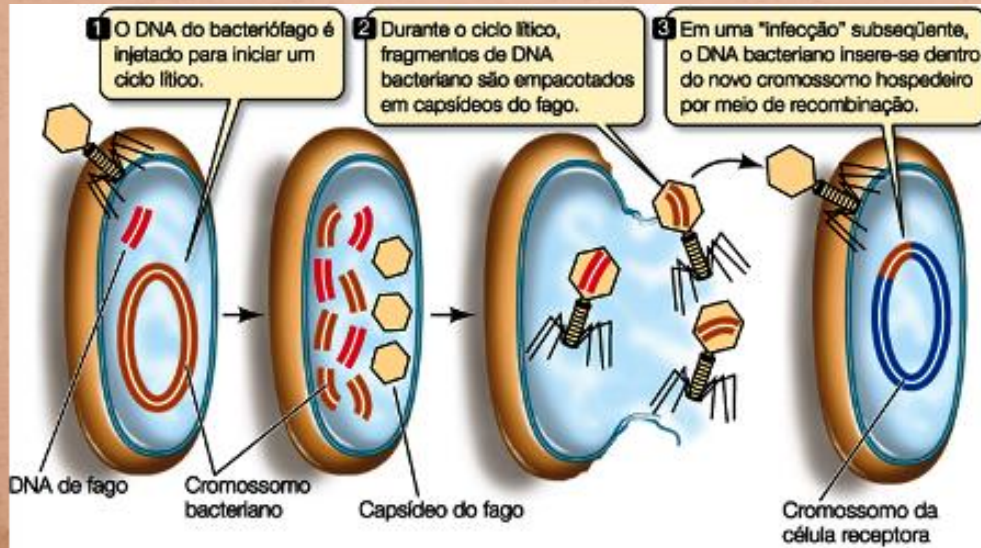
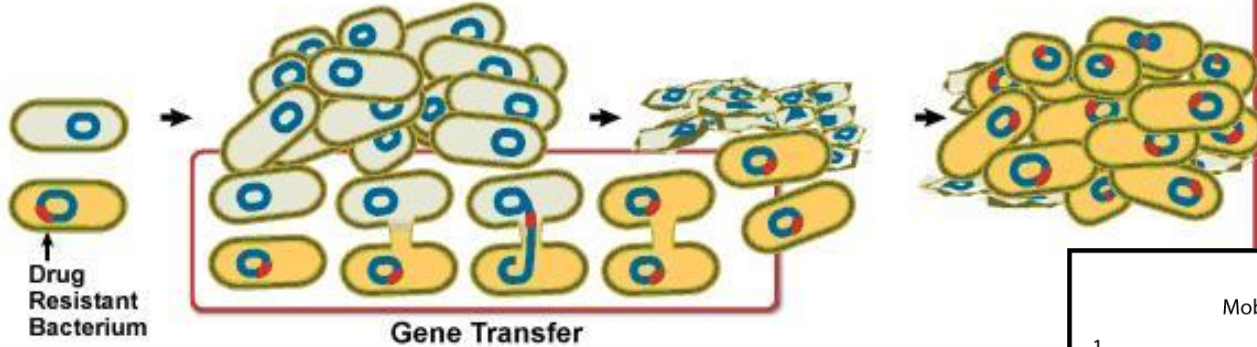
Bacterium multiply by the billions

Non-resistant bacteria receive new DNA.

Drug resistant bacteria multiply and thrive.

Bacteria that have drug resistant DNA may transfer a copy of these genes to other bacteria.

Non-resistant bacteria become resistant. In the presence of drugs, only drug-resistant bacteria survive.







Muito  
obrigada





# *Influências sobre a sobrevivência de microrganismos na natureza*



*Microbiologia*

*Prof<sup>a</sup>. Larissa Picada Brum*

# Referente ao meio ambiente:

- Determinantes relacionados com o ambiente:
  - Presença de luz
  - Temperatura
  - Nutrientes para sobrevivência
  - Pressão osmótica
  - Umidade
  - pH
  - Presença ou ausência de oxigênio: presença ferimentos, tipos de soluções de continuidade.  
Ex: Tétano (bactéria anaeróbica ferimentos profundos e em condição de anaerobiose.)



O ambiente e as condições de susceptibilidade do hospedeiro e tipo de agente podem influenciar de que forma???

- Alguns agentes são capazes de infectar um grande número de espécies de hospedeiros.
- Isto tem particular importância para a sobrevivência dos agentes e alguns hospedeiros podem funcionar como portadores ou reservatórios naturais do agente.
- A susceptibilidade à infecção está relacionada com a capacidade do agente se estabelecer no hospedeiro.
- Alguns agentes têm maior especificidade do que outros e ao estado imunológico do hospedeiro.



- **Raça, idade e sexo:** são os fatores intrínsecos mais importantes.
- **Estado Imunitário da população:** a disseminação ou persistência da doença depende não só da natureza do agente causal, mas também no estado imunitário dos indivíduos. Ex:



- **Dose do agente recebida:** Mesmo que o modo de exposição seja o adequado se não existir um número mínimo de partículas infectivas o agente pode não se estabelecer.
  - Ex: A *Salmonella typhi* por exemplo é infectiva apenas com poucas células bacterianas, enquanto a *Salmonella typhimurium* são necessário muitas células bacterianas como por exemplo 250.000.



- **Concentração do hospedeiro:** quando os hospedeiros estão muito próximos a probabilidade da infecção se estabelecer num grupo de indivíduos é maior do que aquela que seria de esperar se os animais estivessem à distancia.
- **Variação antigênica:** diferenças entre cepas e amostras, que podem apenas serem diferentes ou terem evoluído na patogenia, para tornar-se adaptada a um novo hospedeiro.

# Determinantes do agente da doença:

- **Infectividade:** capacidade do agente da doença em estabelecer-se no hospedeiro.
- **Virulência:** capacidade de um agente infeccioso de causar doença num hospedeiro em termos de frequência e severidade.



- **Patogenicidade:** Particularidade de um agente de conhecida virulência de produzir doença em um conjunto (variado) de hospedeiros num conjunto (variado) de condições ambientais.
- **Mudanças mutagênicas:** para tornar-se mais virulenta ou infectiva a um novo agente.

Nota: Embora alguns autores preferem considerar uma categoria separada para o agente na triade hospedeiro-agente-ambiente, o ideal é tratar o agente como componente do ambiente.

## Outros fatores da bactéria e do organismo, como por exemplo:

- **Alteração de pH** : infecções vaginais, estomacais e intestinais.
- **Solução de continuidade na pele**: porta de entrada para bactéria comensal ou patogênica, ex: *Staphilococcus aureus*.
- **Doenças autoimunes e virais**: alteração em vasos sanguíneos, alvéolos, células de diversos órgãos, lesão primária, ex: gripe (Influenza, rotavírus).
- **Modificações genéticas**: mudança genética da bactéria para aumentar a patogenicidade.



- **Lesões predisponentes:** alterações alérgicas para depois a colonização.
  - Ex: bronquite alérgica.
- **Doenças metabólicas:** diabetes.