



Parent Strands

La base molecular de la herencia

Tema 14.

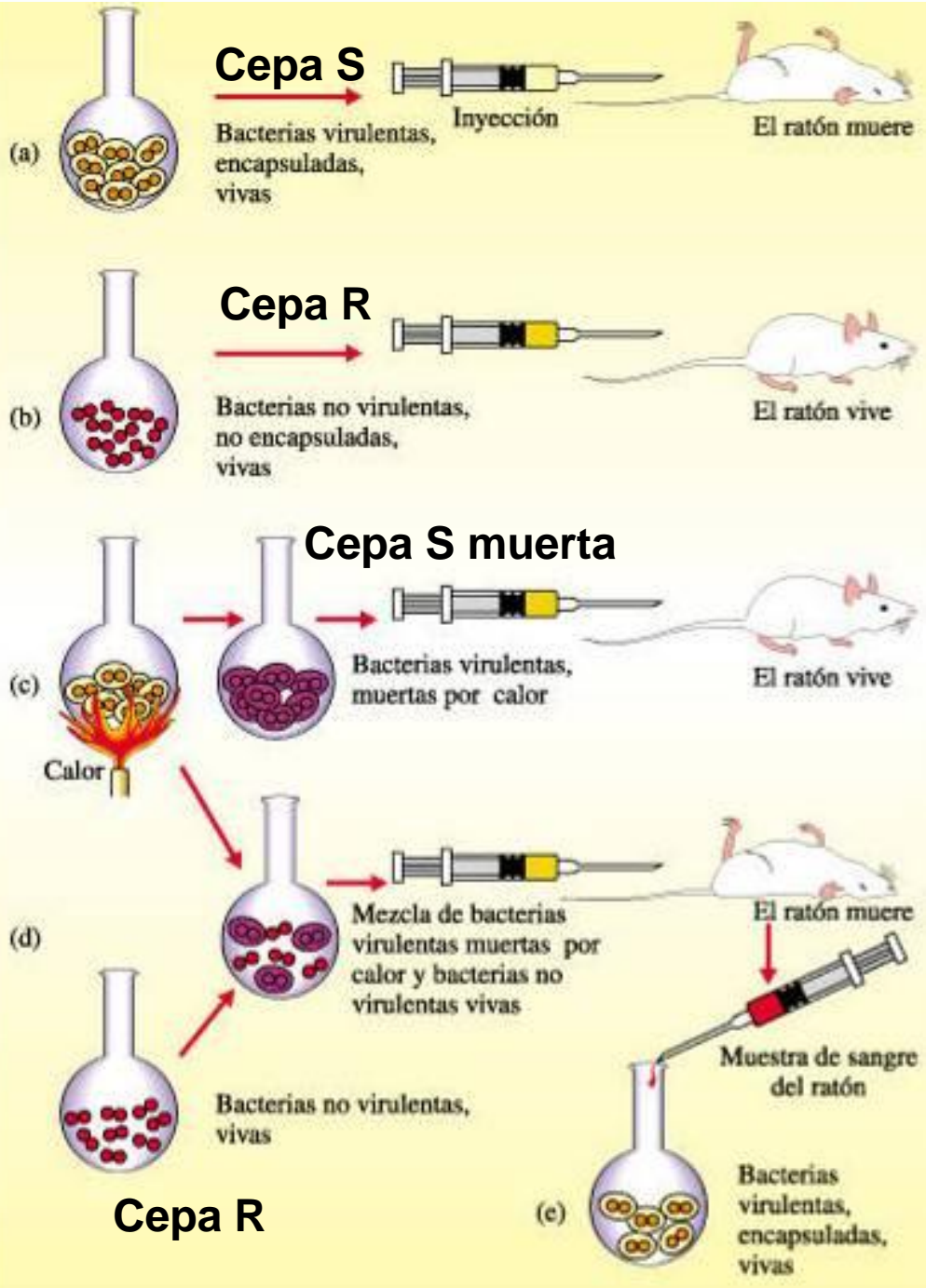
A Adenine
T Thymine
G Guanine
C Cytosine

I. E. S. Joaquín Turina
Departamento de CC.NN
2º Bachillerato. Biología

Tema 14.

La base molecular de la herencia

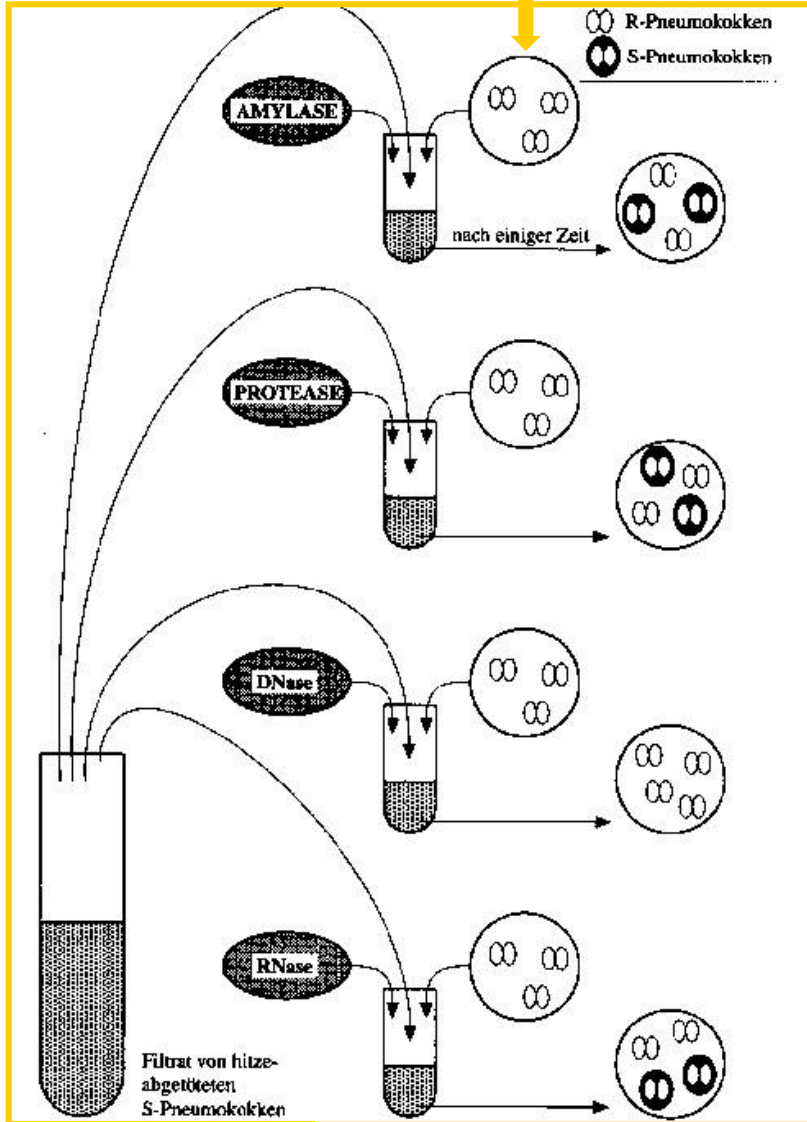
- ▶ *El ADN como material hereditario*
- ▶ *Flujo de información genética*
- ▶ *Duplicación del ADN*
- ▶ *Transcripción del ADN*
- ▶ *El código genético*
- ▶ *El proceso de traducción*



El factor transformador

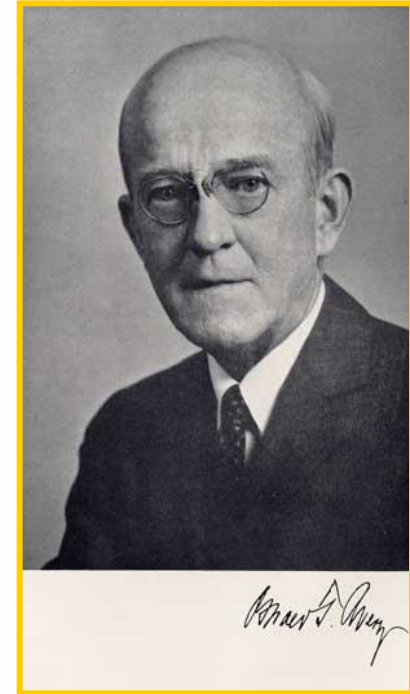
Griffith (1928) con *Streptococcus pneumoniae*

Cepa R

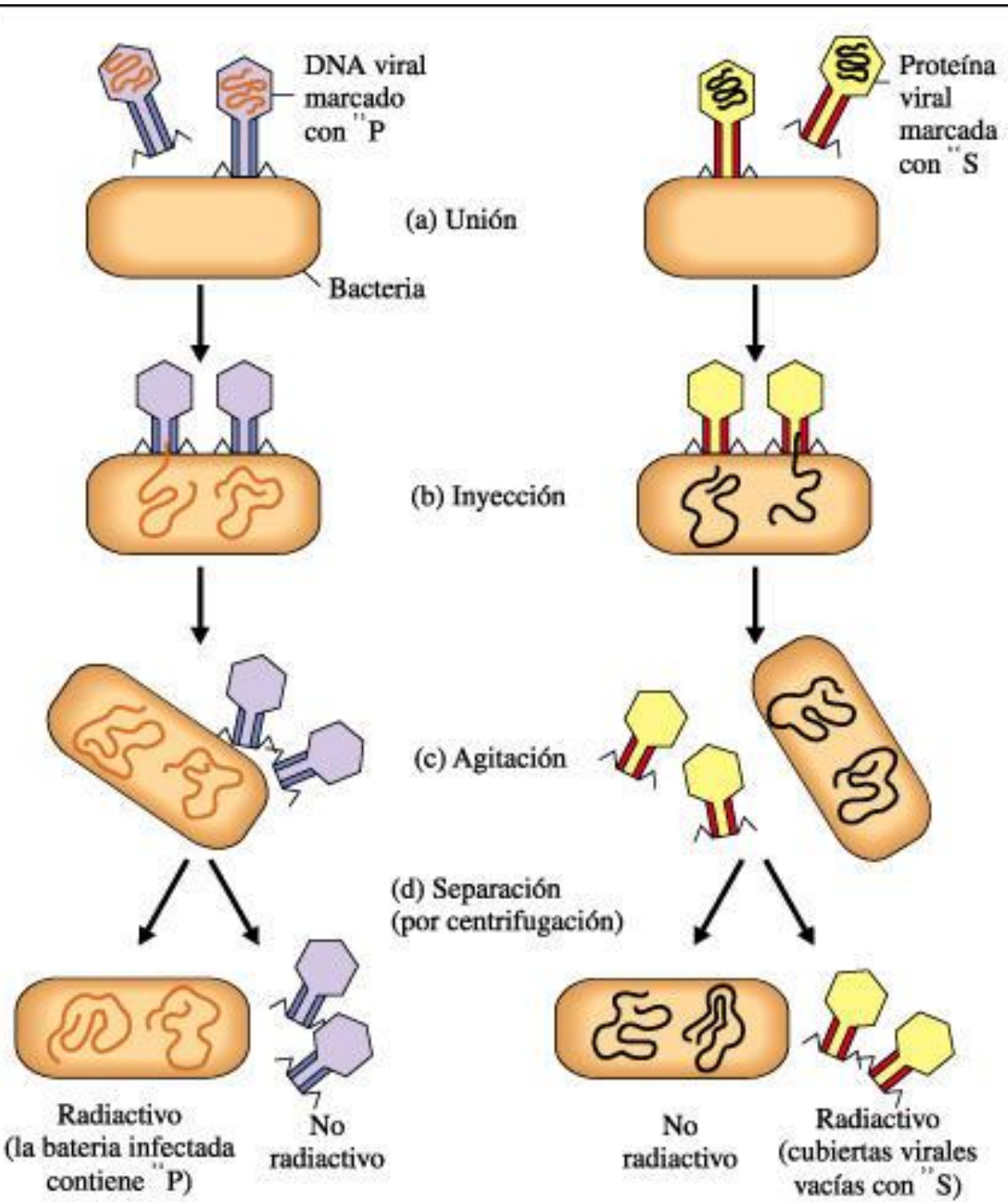


Extracto de S filtrado

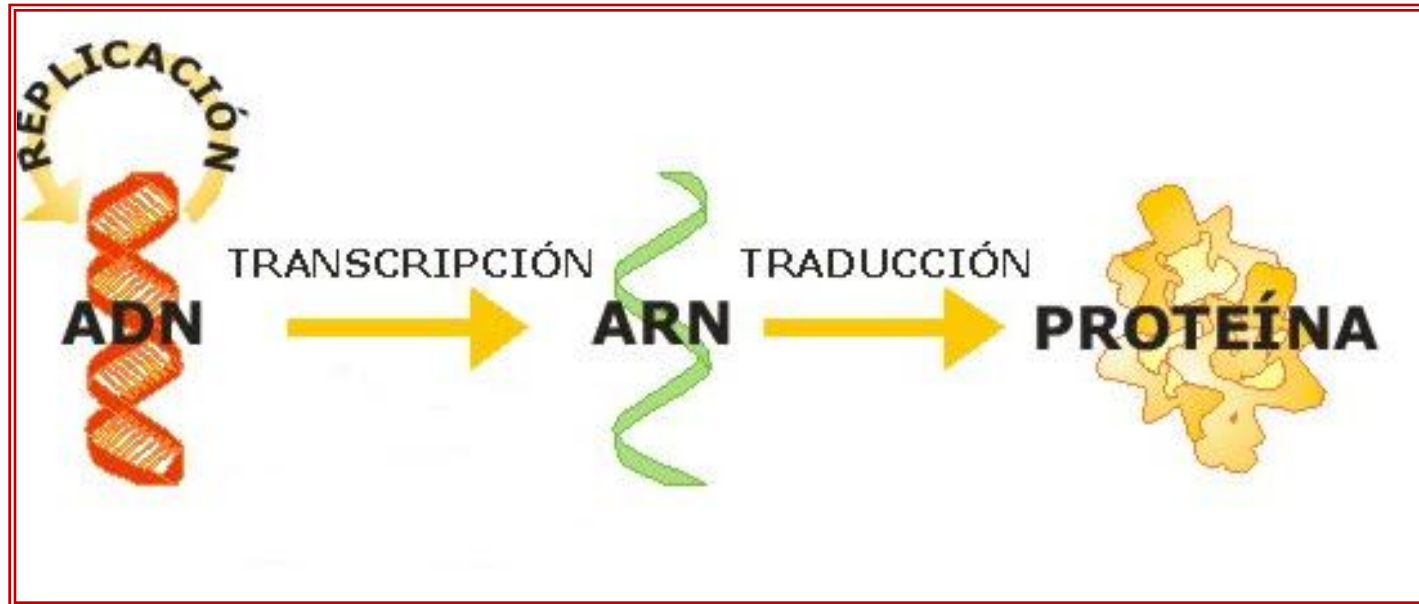
El ADN es el factor transformador



Avery (1944)
Identifica el ADN
como portador de la
información genética



Hershey & Chase (1952)



Flujo de información genética

Actualmente



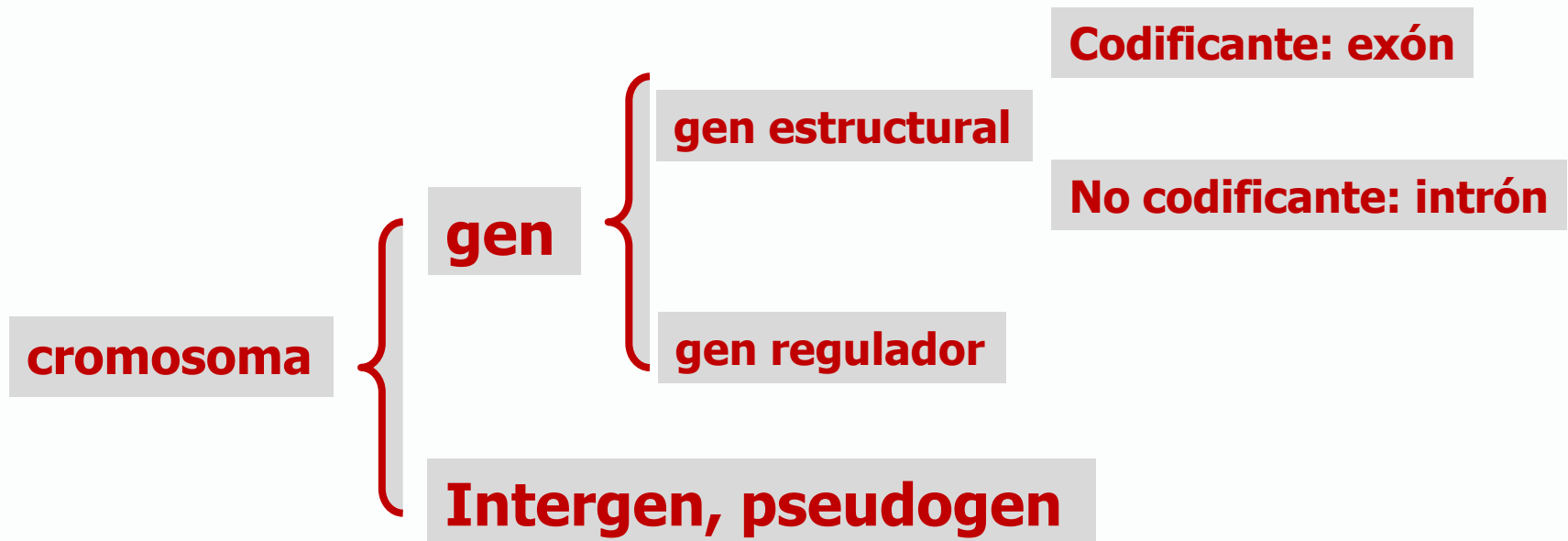
4. Retrotranscripción 5. Replicación del ARN (virus)

Definición de gen

- ▶ Un gen = un enzima o un gen = una proteína

Pero actualmente
un gen = varias proteínas
varios genes = una proteína

- ▶ Gen = unidad mínima de información hereditaria

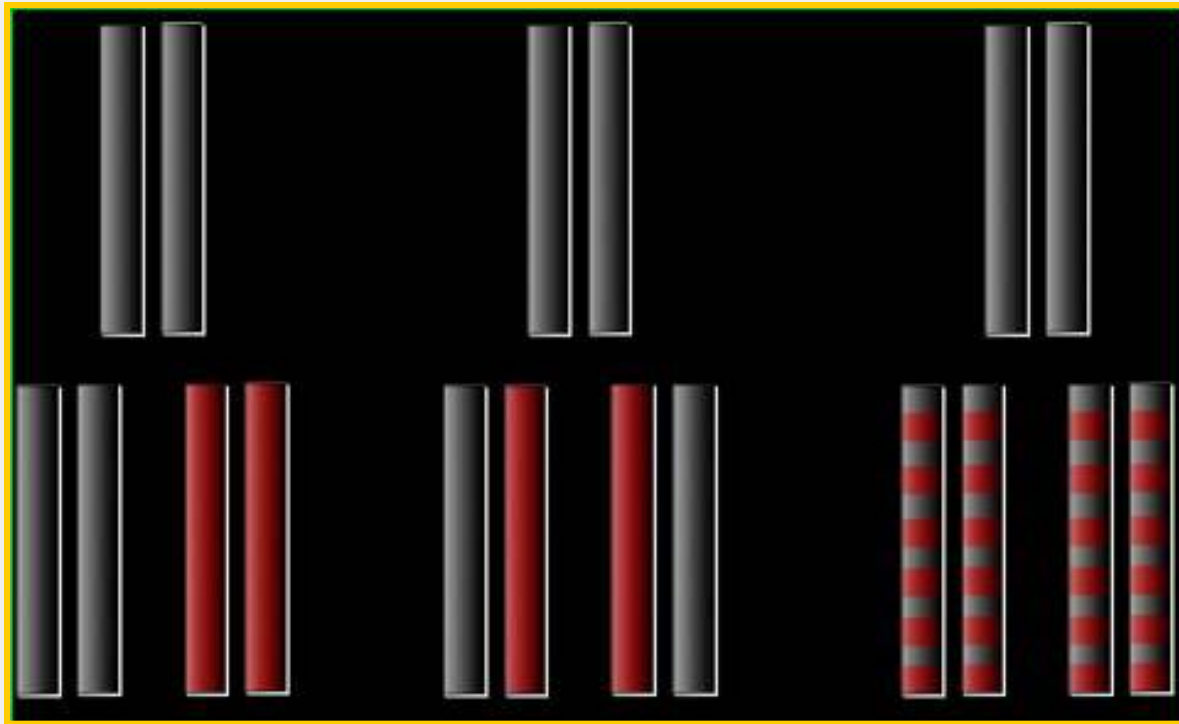


Modelos de replicación

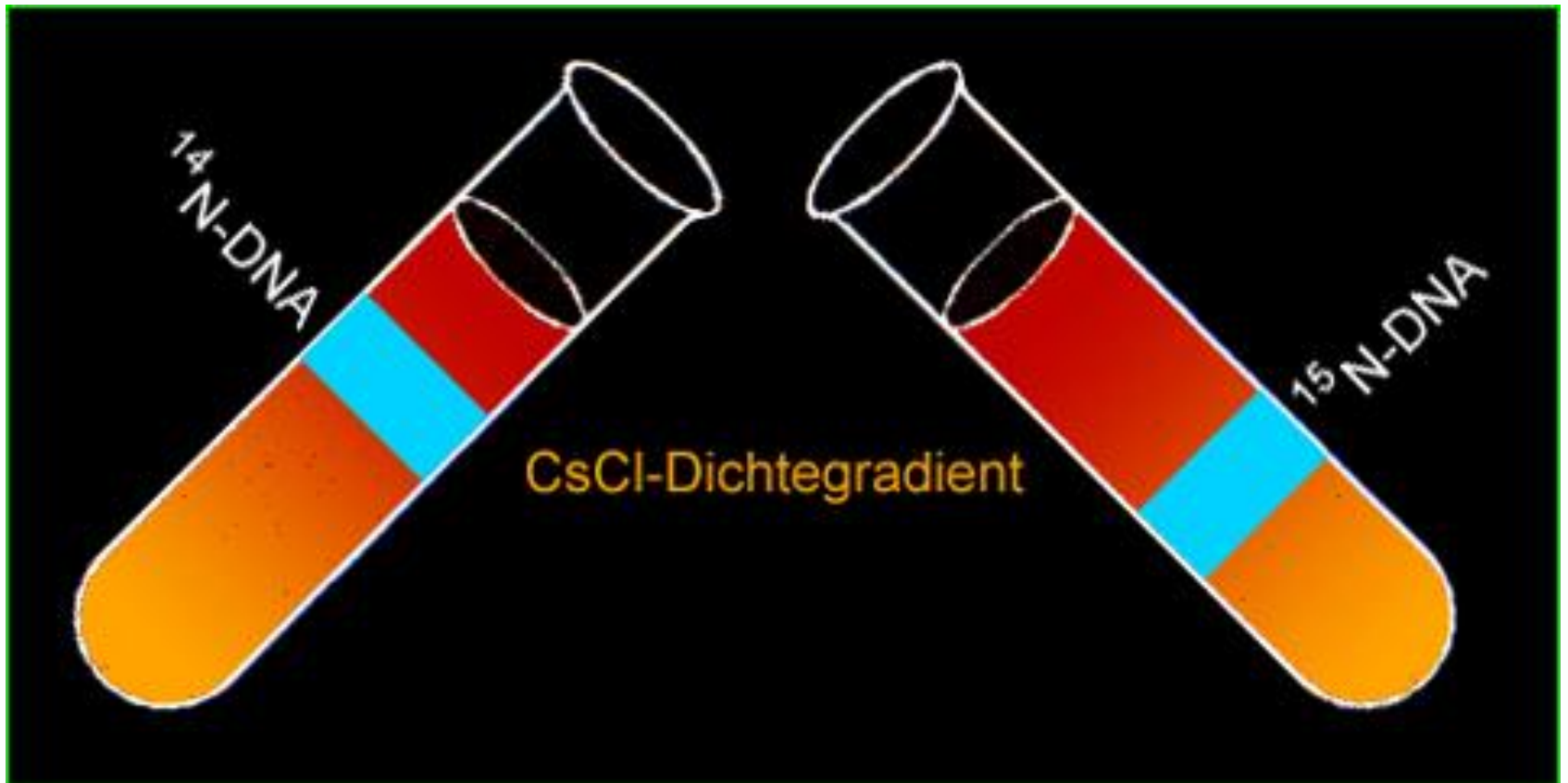
conservativa

semiconservativa

dispersiva



¿Cuál es cual?



Experimento de Meselson y Stahl (1957)

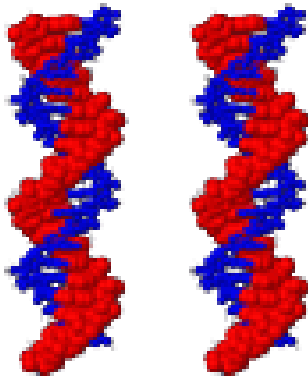
0



Heavy



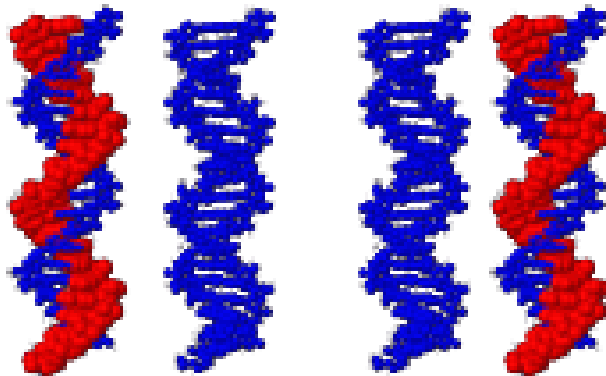
1



Hybrid



2



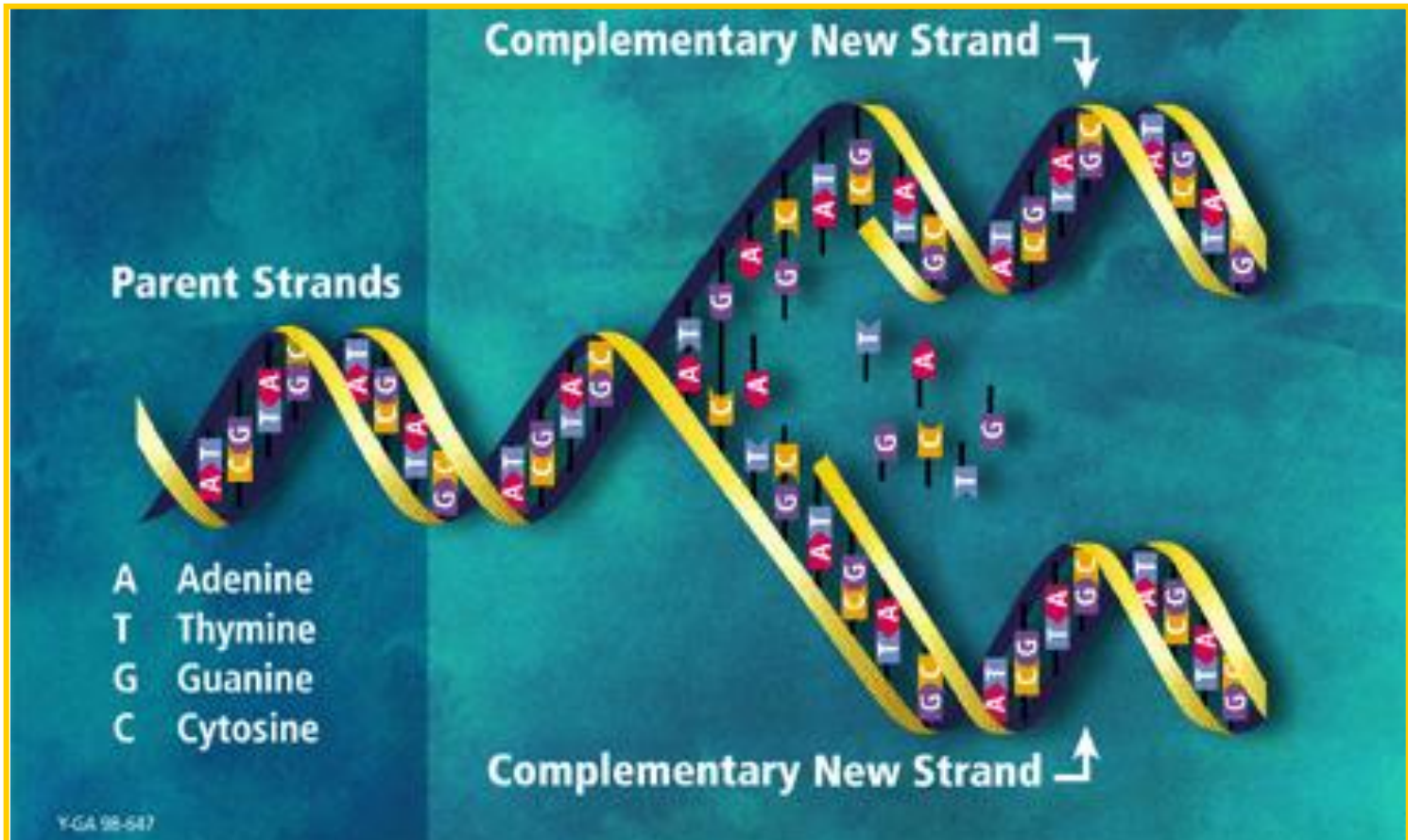
Light

Hybrid



semiconservativa

Duplicación del ADN

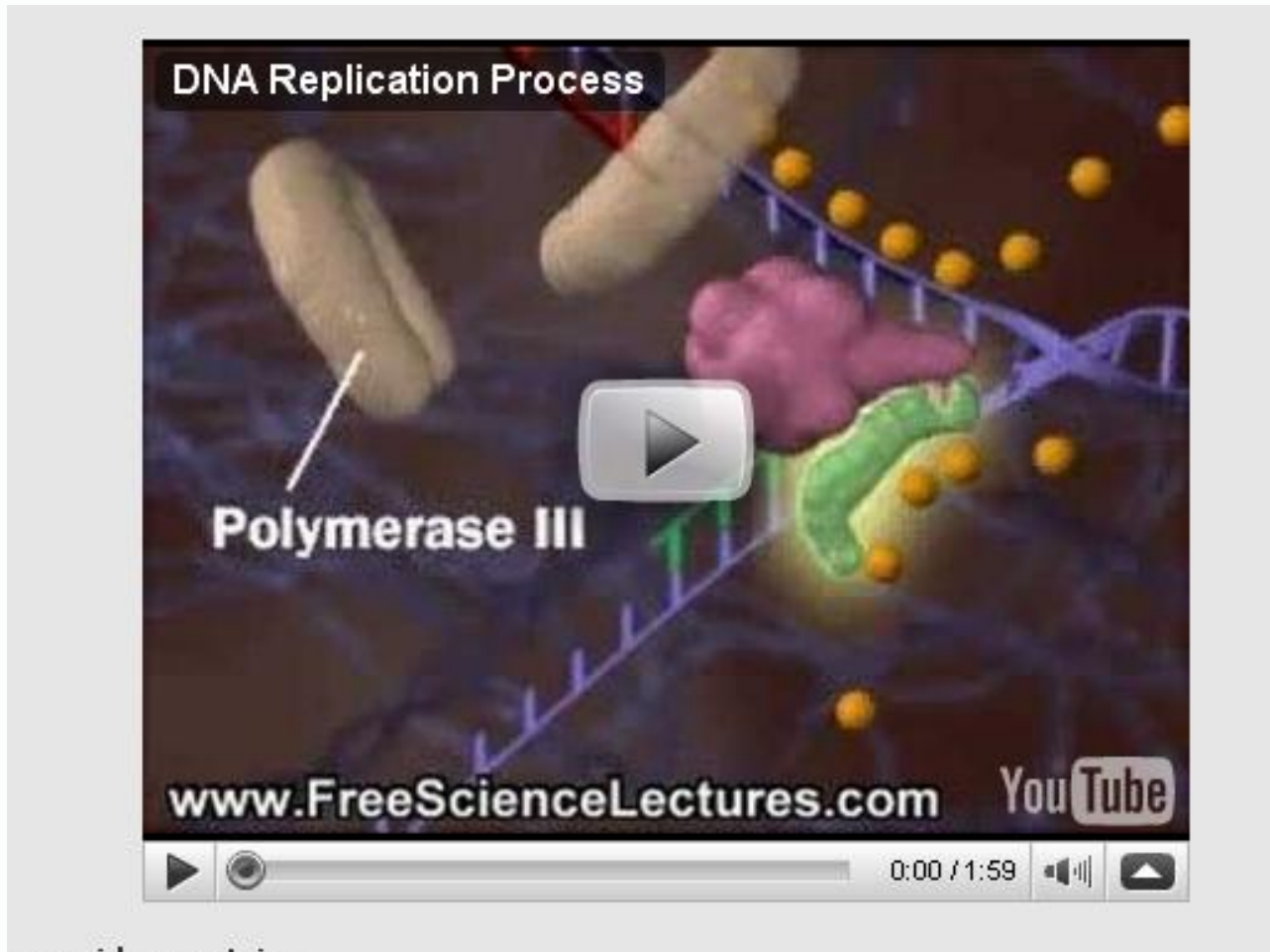


Complementariedad de las bases nitrogenadas

DNA Replication Process

<https://replicación DNA en castellano>

<http://www.youtube.com/watch?v=ItBJ5pRgvIA>

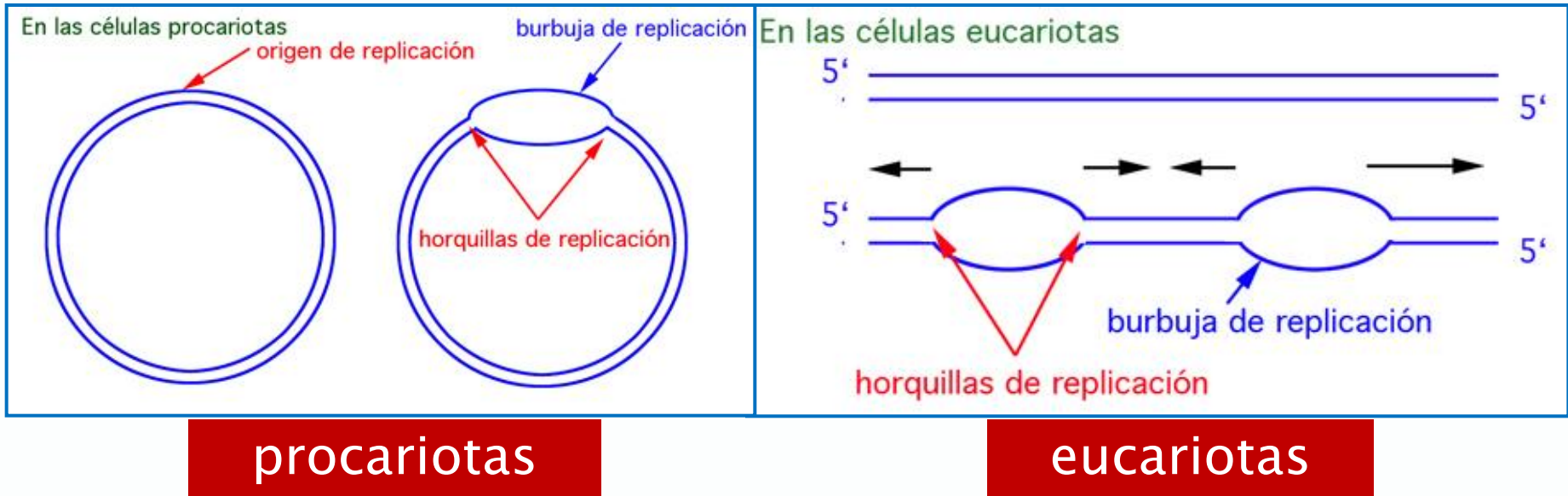


www.youtube.com/watch?v=ItBJ5pRgvIA

Duplicación: enzimas necesarias

- **Girasa (topoisomerasa)**: desenrolla la doble hélice
- **Helicasa**: rompe los puentes de H, abre la doble hélice
- **Proteínas SSB**: (single-stranded DNA binding) mantienen abiertas y separadas las cadenas, para que actúen las polimerasas
- **ARN-primasa**: sintetiza el cebador o primer para empezar la replicación, que es el fragmento de ARN inicial. Usa el molde de ADN
- **ADN-polimerasa**: une cada nucleótido a la hebra en formación
- **ADN-ligasa**: enlaza fragmentos de nucleótidos de una misma hebra
- **ADN-endonucleasa**: corta enlaces entre nucleótidos de una misma hebra
- **ADN-exonucleasa**: elimina fragmentos de nucleótidos erróneos de una hebra

Duplicación: modelos



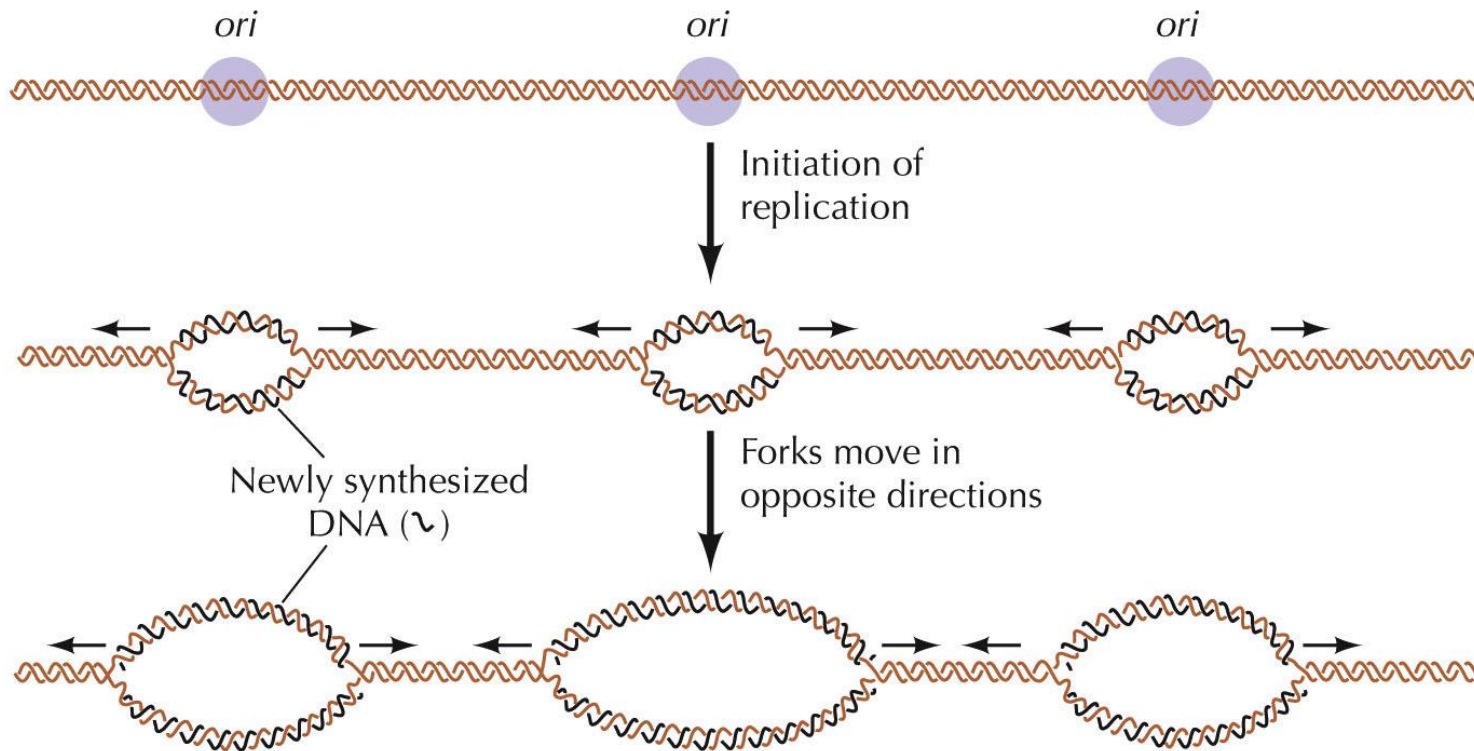
Origen de replicación (ori)

Burbuja de replicación

Horquilla de replicación

Replicones

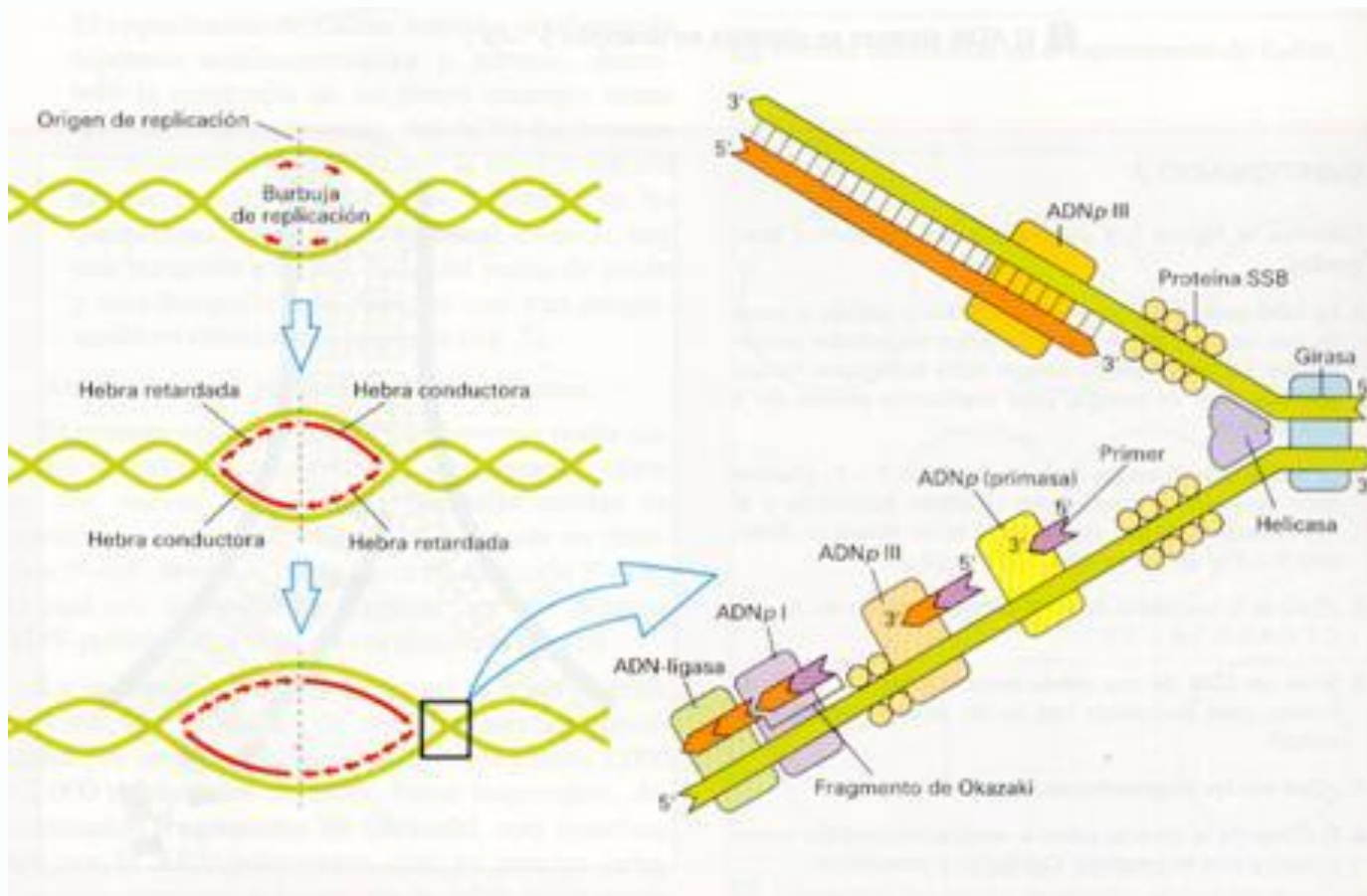
Múltiples orígenes de replicación en los cromosomas eucarióticos



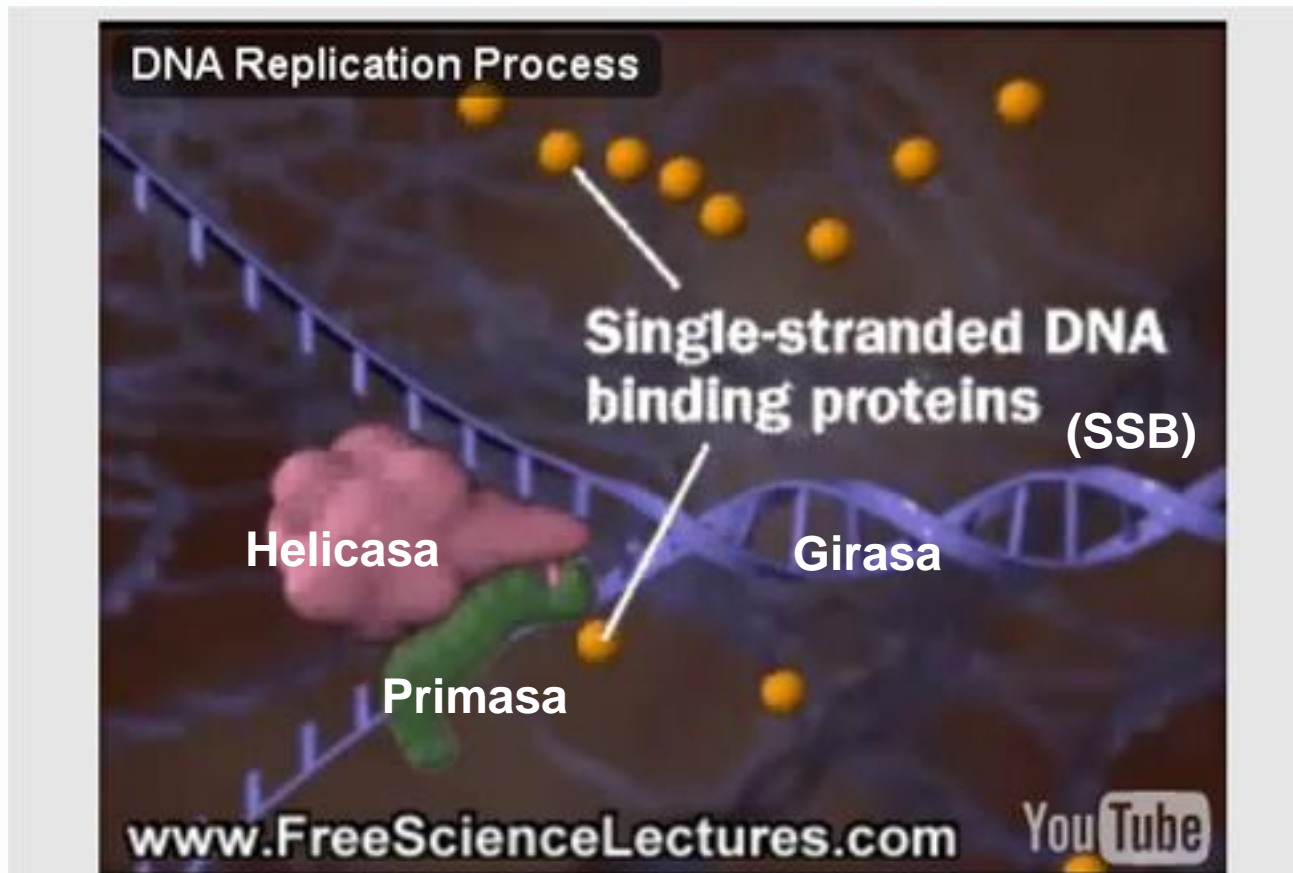
ORI, burbuja y horquilla

La ADN polimerasa

- Necesita un cebador para empezar a unir nucleótidos
- Sólo trabaja en dirección 5' → 3'



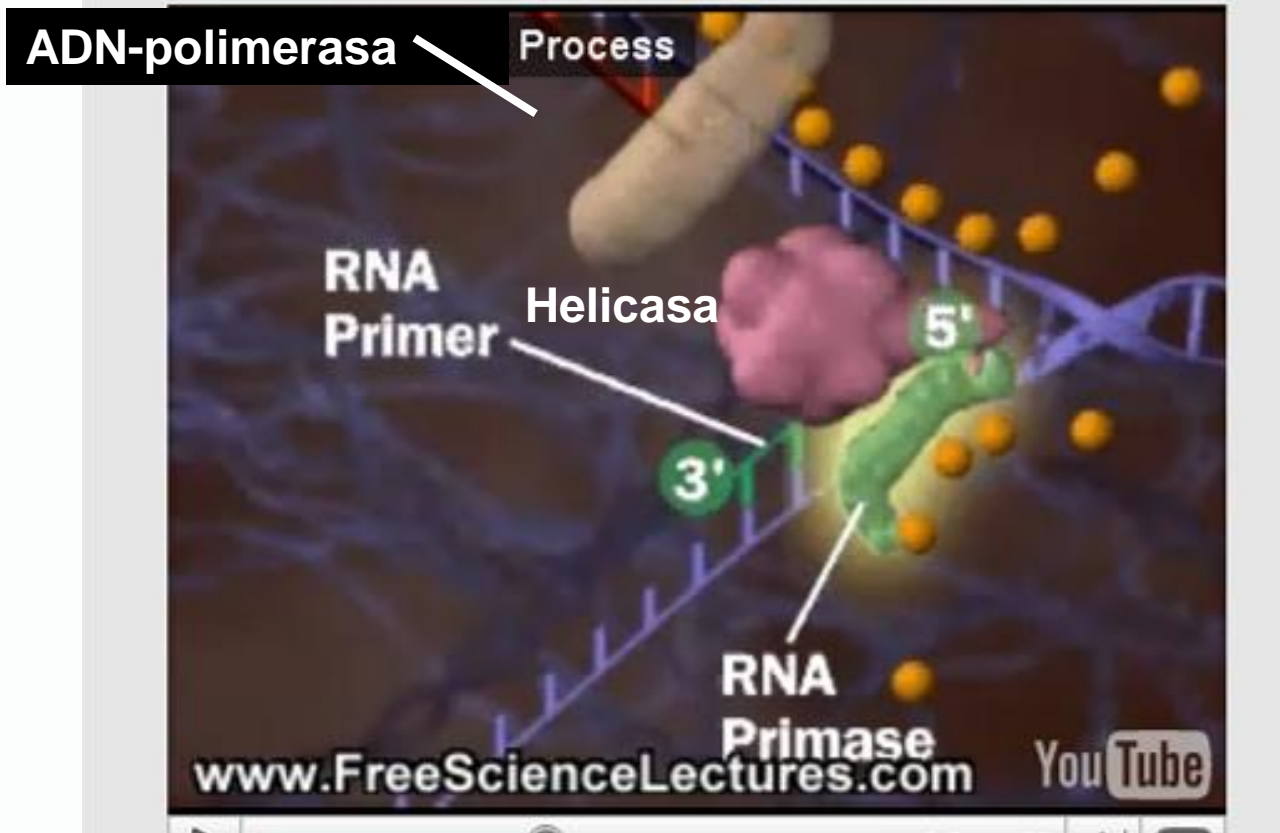
Replicación ADN: iniciación



<https://www.youtube.com/watch?v=TEQMeP9GG6M>

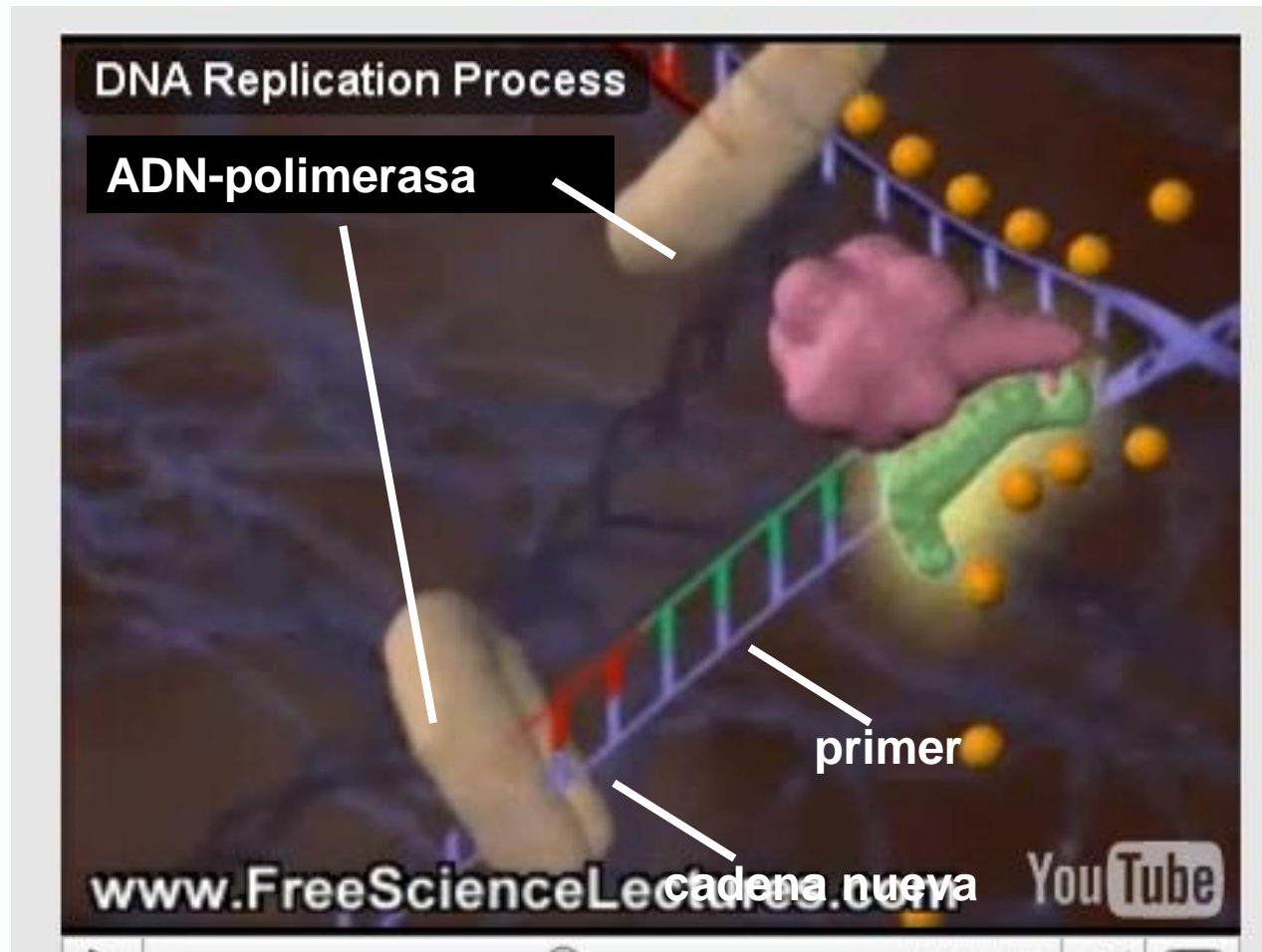
Duplicación: elongación

1. Inicio con el **ARN primasa**: forma ARN cebador o primer



2. Sigue el **ADN polimerasa** que inserta los NTP en sentido 5' - 3'

Duplicación: ADN polí III



¡Hazlo tú!

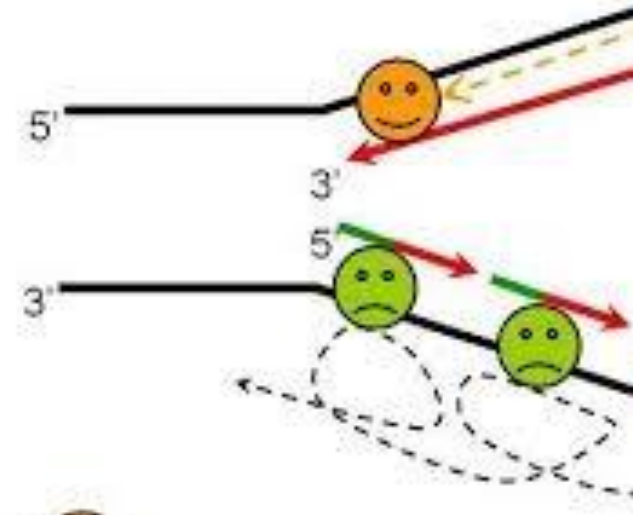
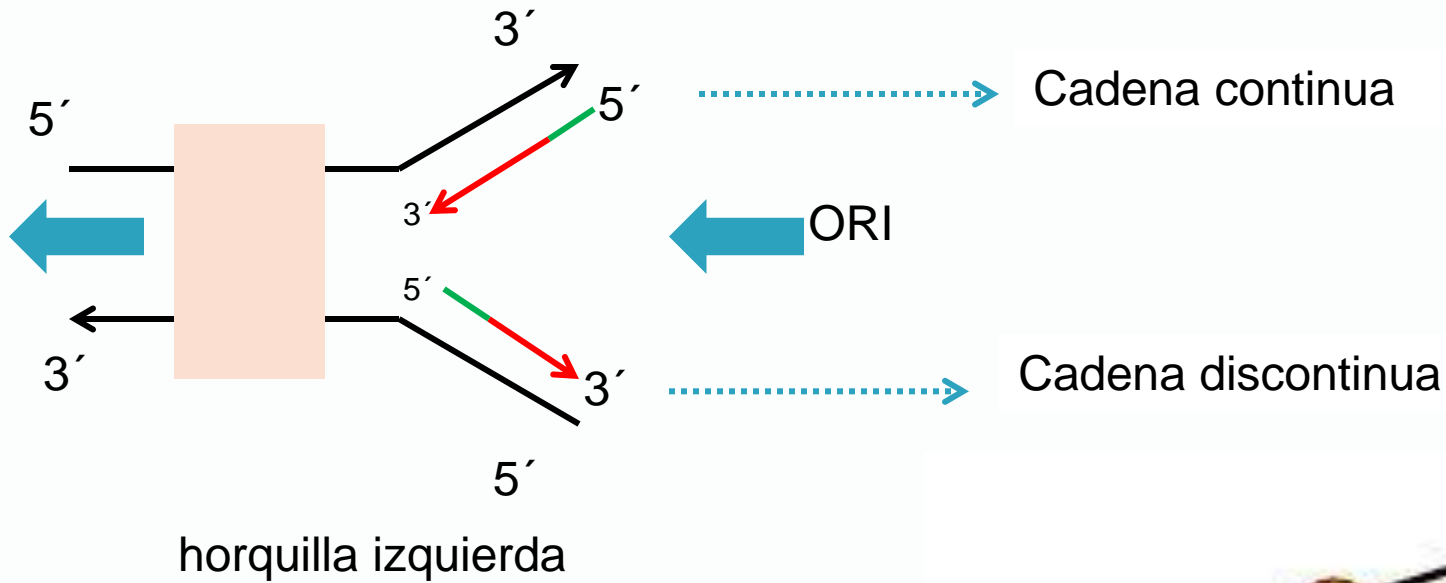
<http://www.mindspacesolutions.com/html/dnact.html>

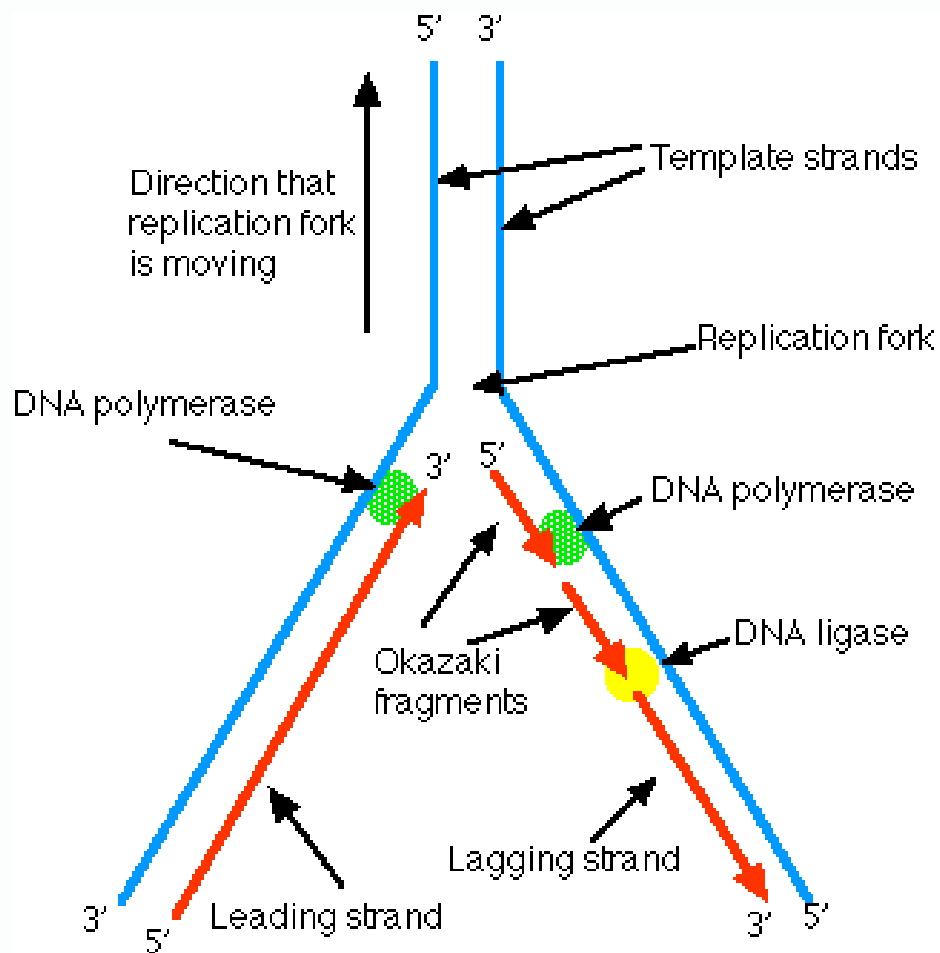
A partir de un fragmento de ADN

1. señala un *ORI*
2. abre una burbuja de replicación
3. escoge una de las horquillas de replicación
4. inicia la replicación (abre la doble hélice unos 10 nucleótidos)
5. señala la ARN-polimerasa (unos 3 nucleótidos) y la ADN-polimerasa en ambas hebras (unos 7 nucleótidos)
6. Avanza y abre más las cadenas, al menos tienes que incluir dos fragmentos de Okazaki

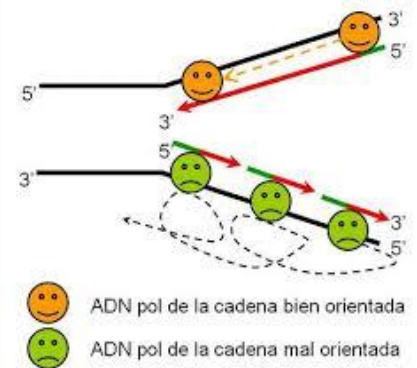
Mas complejo <https://www.youtube.com/watch?v=-SCnqmJpfp4> min 2,26

Inicio de la duplicación





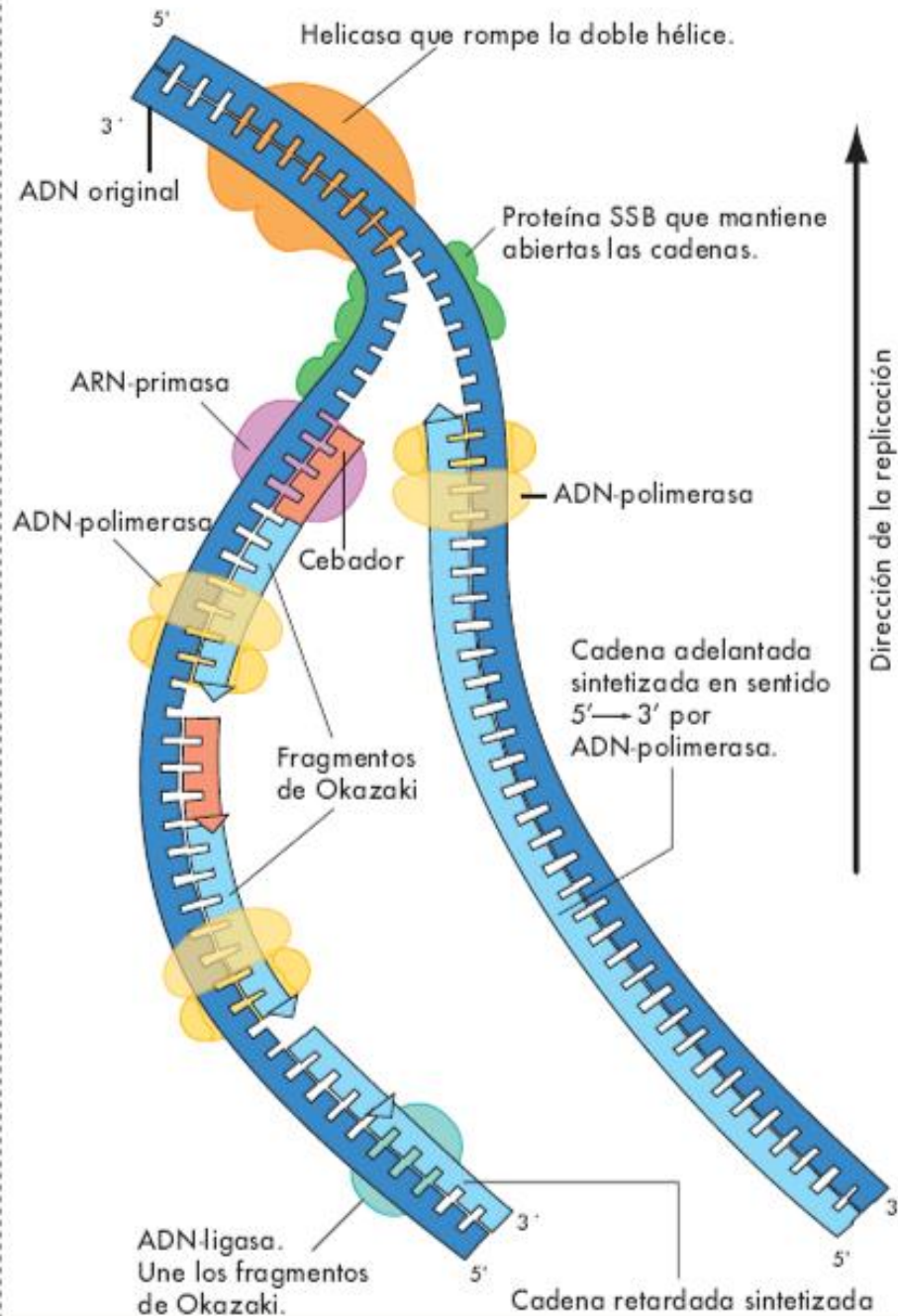
Fragmentos de Okazaki



Se forman dos cadenas:

1. cadena continua: **conductora** o adelantada
2. cadena discontinua: **retardada**

Duplicación



Duplicación: eliminando errores

Autocorrección

El ADN polimerasa III al insertar un nuevo nucleótido revisa el anterior, si es erróneo lo elimina

Por tanto, el ADN-polimerasa tiene función exonucleasa

Duplicación: finalización

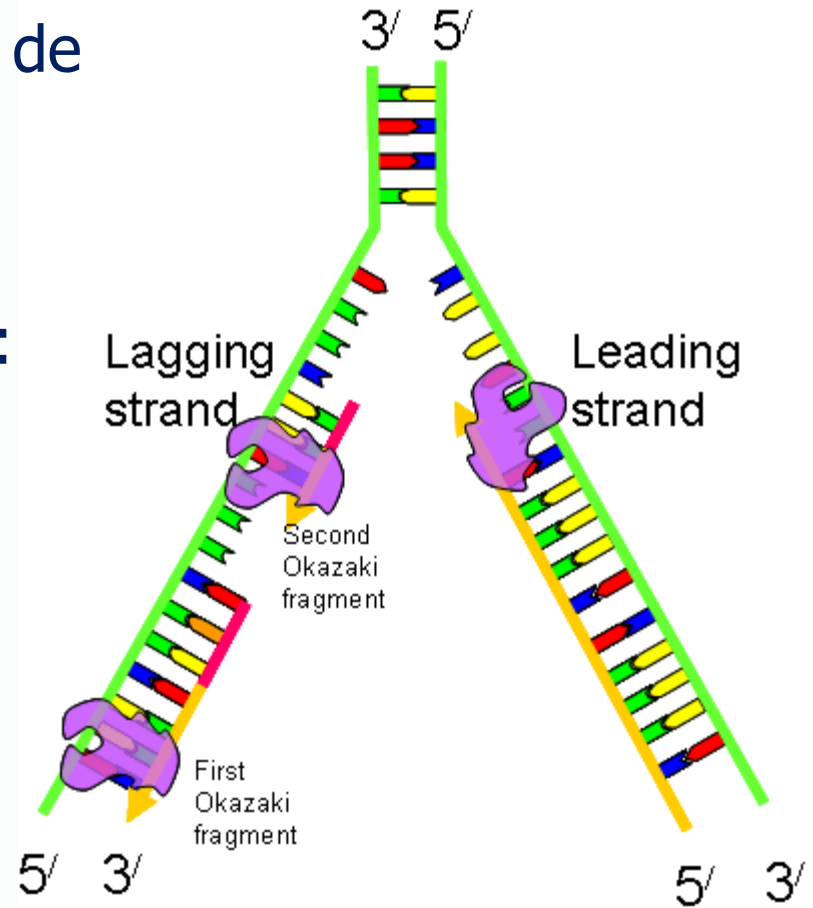
- **Ligasa**: conecta fragmentos de Okazaki

- **Corrección** de errores final:

Endo y exonucleasas

ADN polimerasa,

Ligasa



Resumen duplicación

- ▶ Semiconservativa
- ▶ Avance 5'—3'
- ▶ Bidireccional
- ▶ Semidiscontinua
- ▶ Puntos de inicio

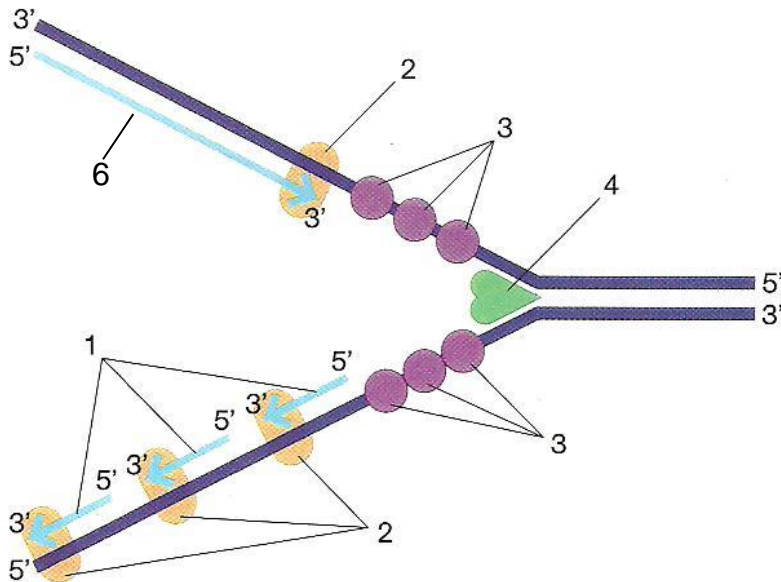
Parent Strands

A Adenine
T Thymine
G Guanine
C Cytosine

¿Qué me pueden preguntar?



El esquema adjunto corresponde a un importante proceso biológico



- ¿Qué proceso representa? ¿En qué fase del ciclo celular se produce?
- ¿Qué finalidad tiene este proceso?
- 1 y 6 son las cadenas de nueva síntesis, indique la denominación de cada una de ellas.
- ¿Qué representan 2, 3 y 4?
- ¿Por qué tiene que producirse la estructura marcada como 1?

¿Qué me pueden preguntar?



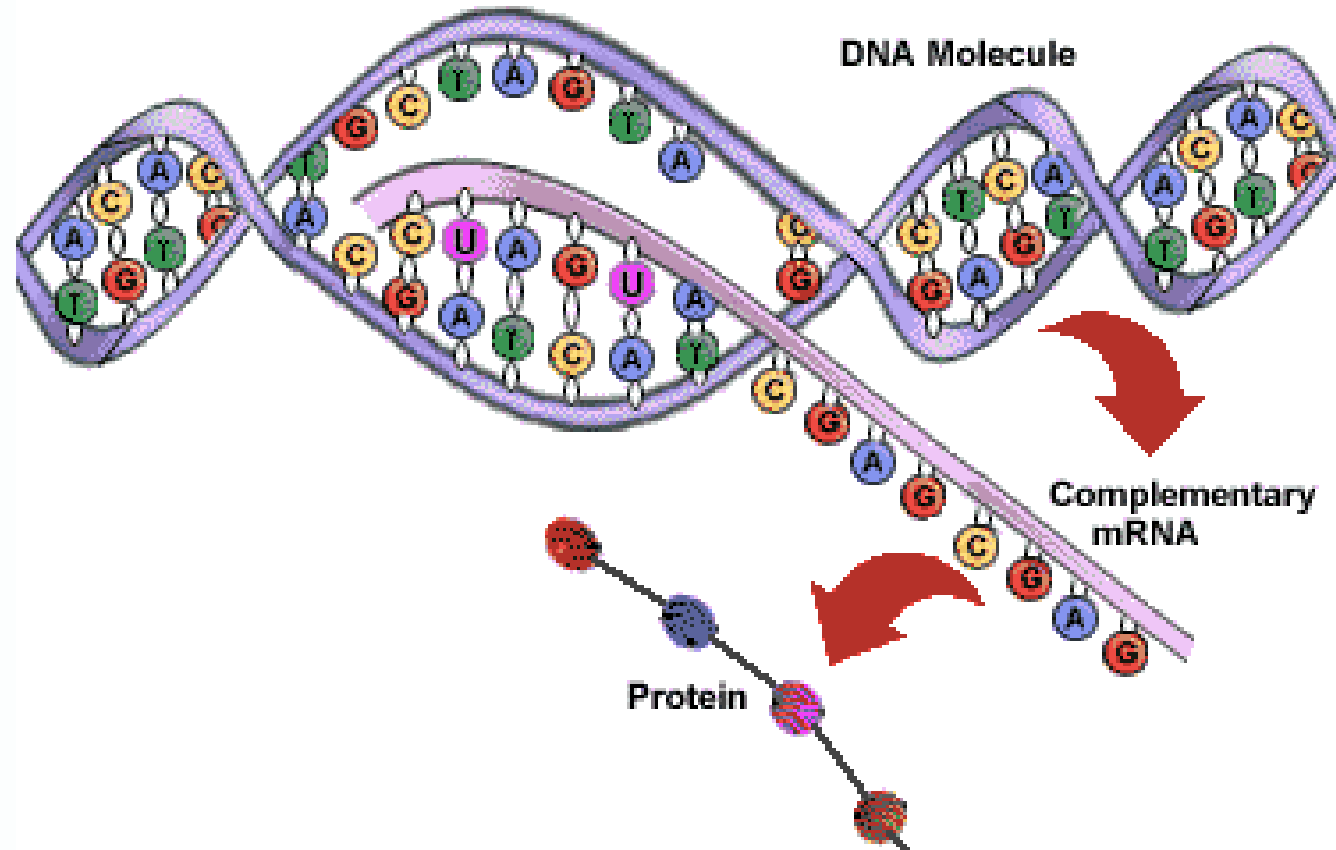
Relacione cada uno de los nombres de los enzimas con los de acciones

- Primasa
 - Endonucleasa
 - ADN Ligasa
 - ADN polimerasa
-
- Enzima que une desoxirribonucleótidos y necesita molde de ADN y cebador
 - Enzima que corta una hebra de ADN por enlaces fosfodiester internos
 - Enzima polimerasa de ARN que actúa dirigida por un molde de ADN sin cebador
 - Enzima que une extremos fosforilo 5' de ADN con hidroxilos 3' libres

Diferencias procarionotas-eucariotas

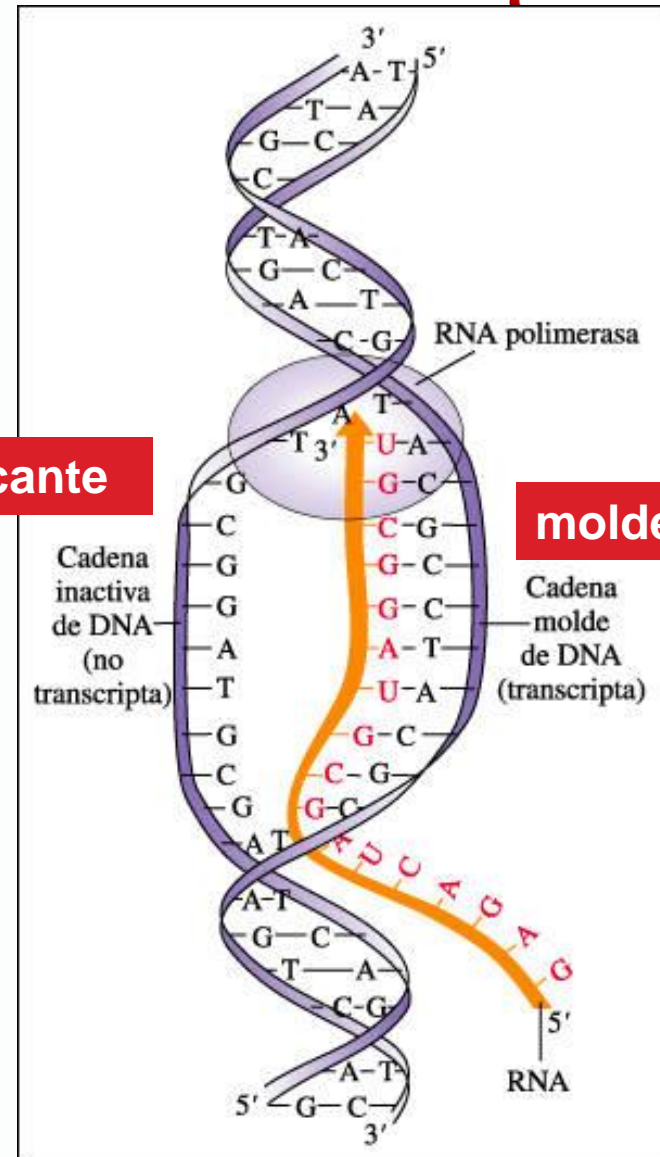
procarionotas	eucariotas
DNA polimerasa III y I	DNA polimerasa α , β , γ , δ , ϵ
Un solo ORI, circular	Varios ORI, replicones, lineal
No histonas	Coordinada con la síntesis de histonas
No telómeros	Si telómeros

Transcripción: de ADN a ARN



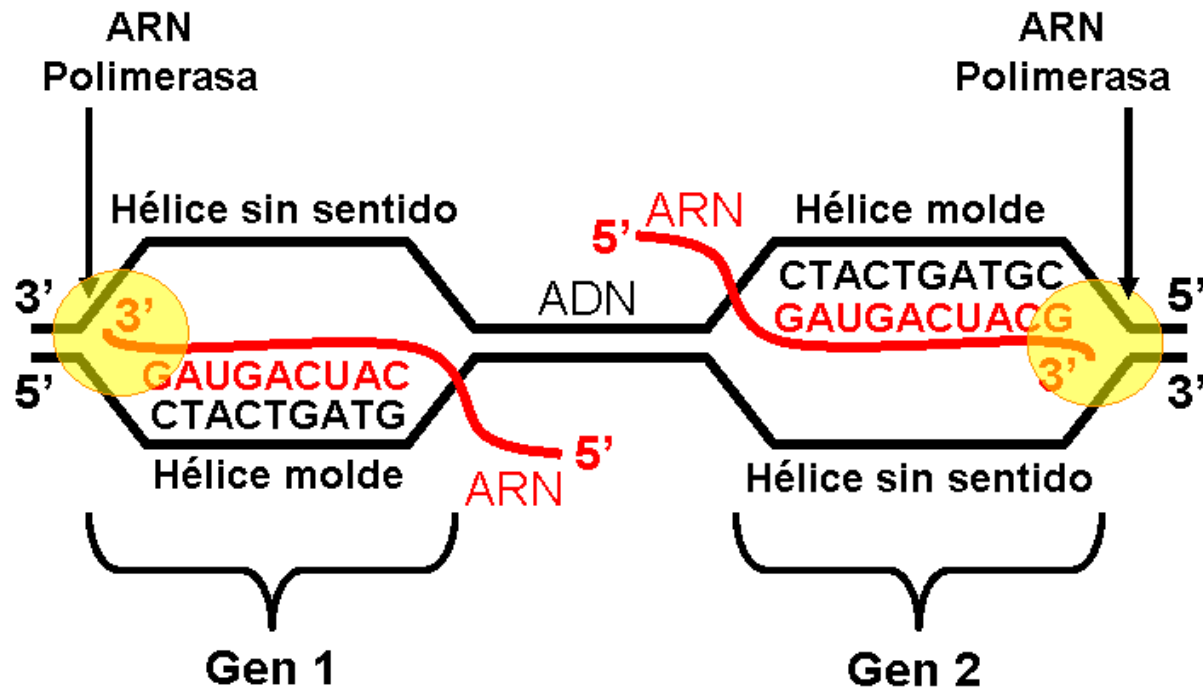
Transcripción

- ▶ Selectiva
- ▶ Reiterativa
- ▶ Sólo 1 hebra molde (la otra es la codificadora)
- ▶ Asimétrica
- ▶ Componentes:
 - ADN molde,
 - NTP
 - Enzimas: ARN-polimerasa



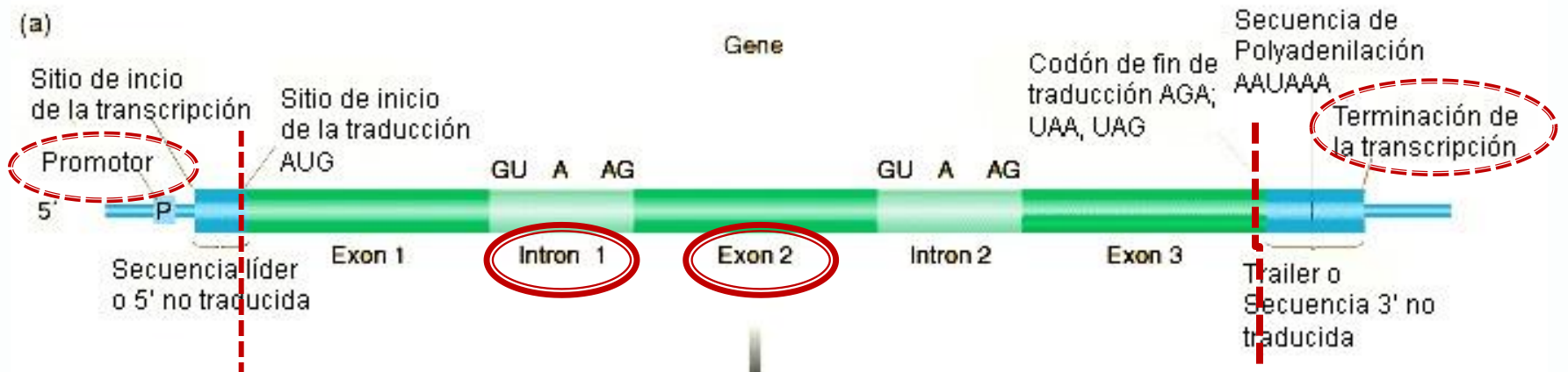
Asimétrica

Asimetría de la Transcripción



El ARN siempre se transcribe a partir de la hebra molde

Regiones del gen estructural



promotor

región codificante

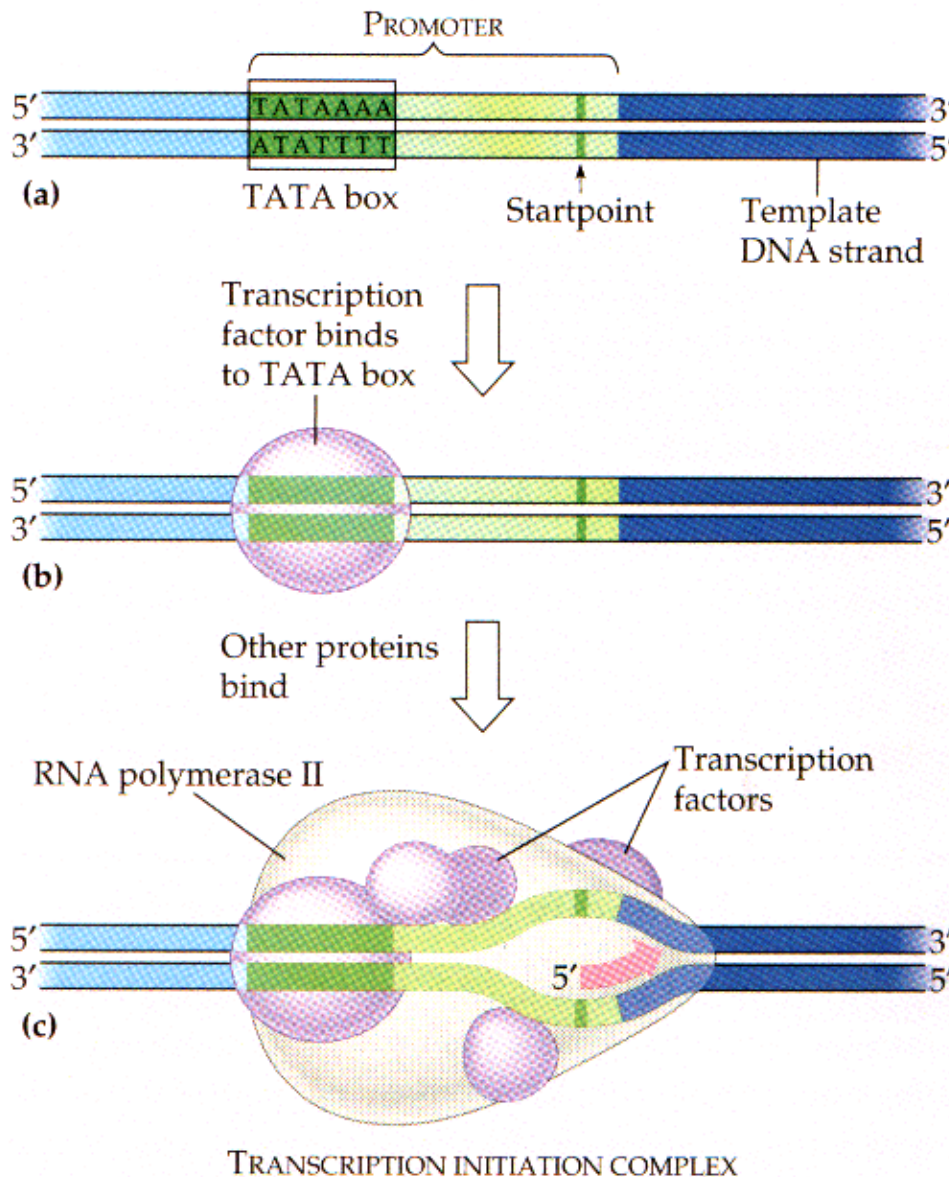
señal
terminación

Transcripción

Iniciación

- Señal de promotor (TATA): burbuja de transcripción
- Actuación del **ARN-polimerasa (+factor sigma*)**

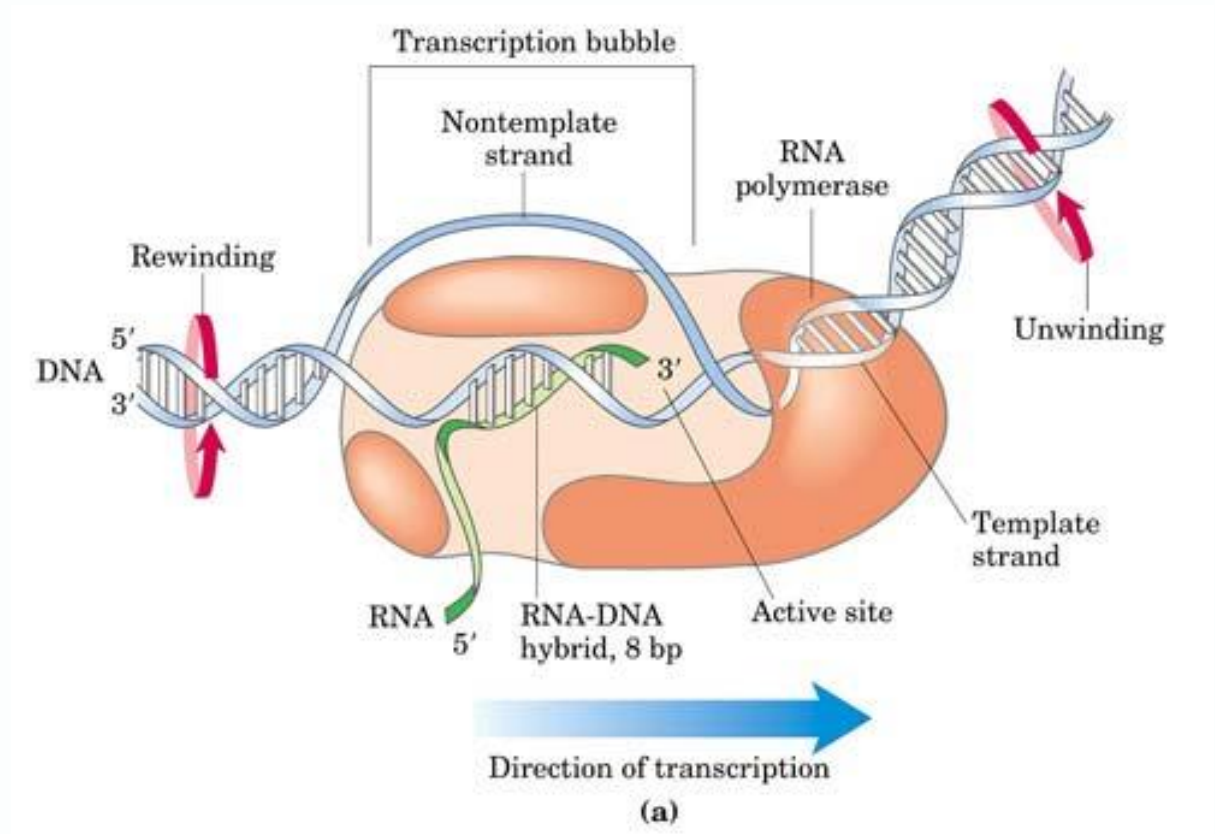
sigma* en procariotas



Transcripción: elongación y final

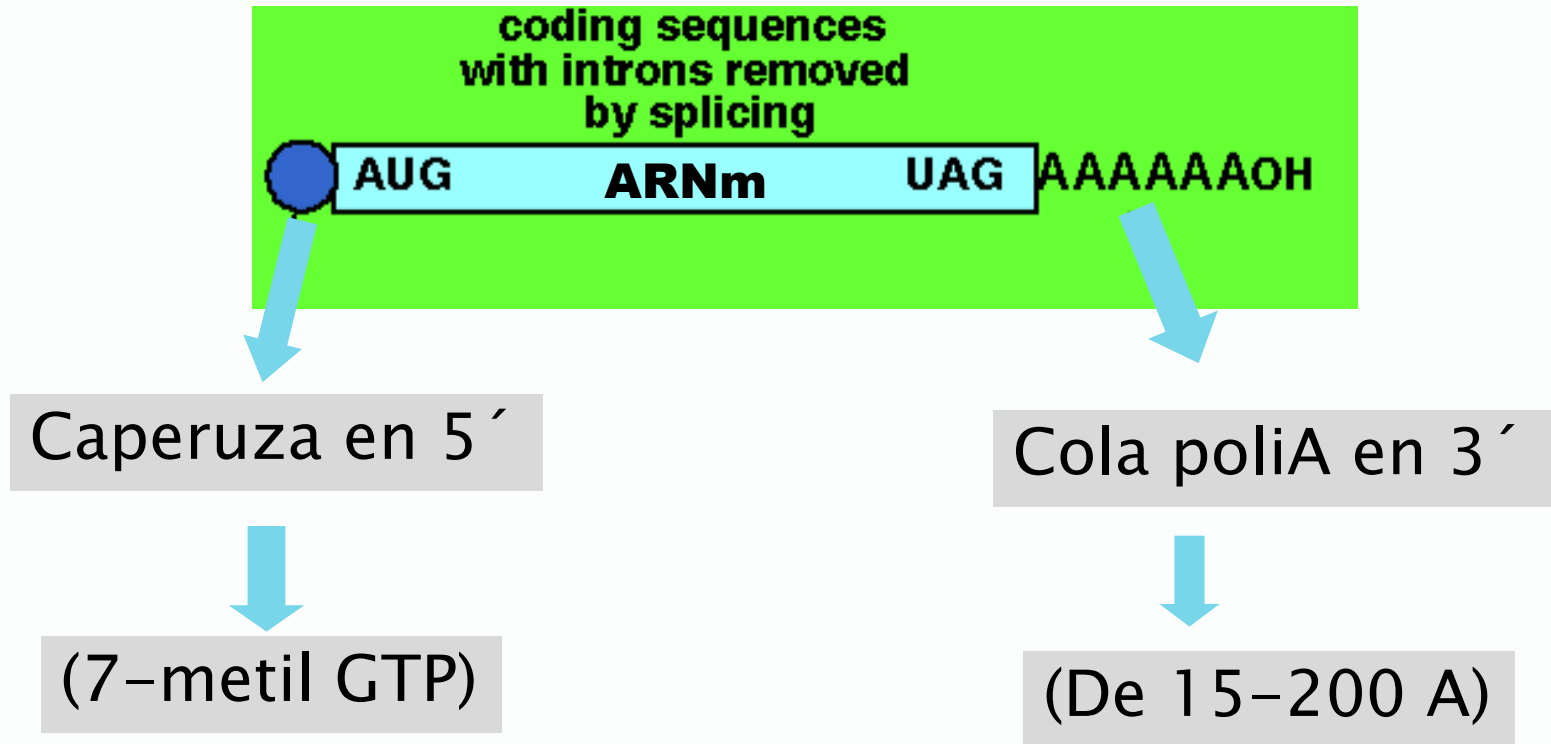
- Proceso:

- Elongación (se libera sigma)
- Y rebobinado
- Señal de terminación: TTATTT
- Liberación



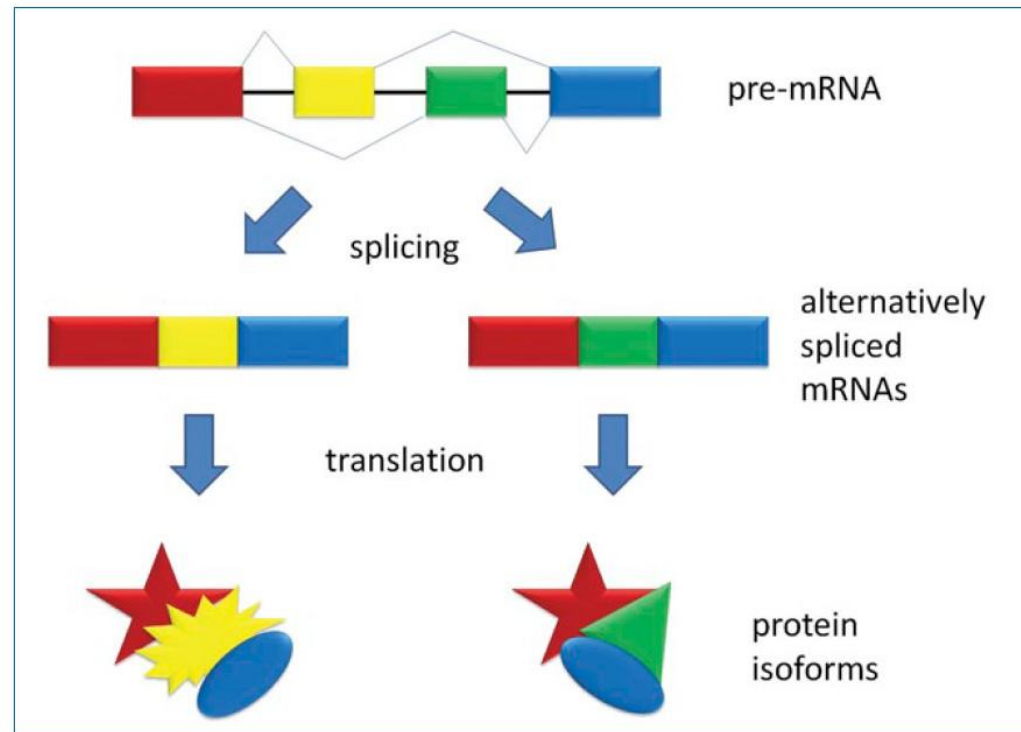
Preparación

Se añade:



Maduración del ARNm

En eucariotas : **maduración**



Se separan intrones de exones

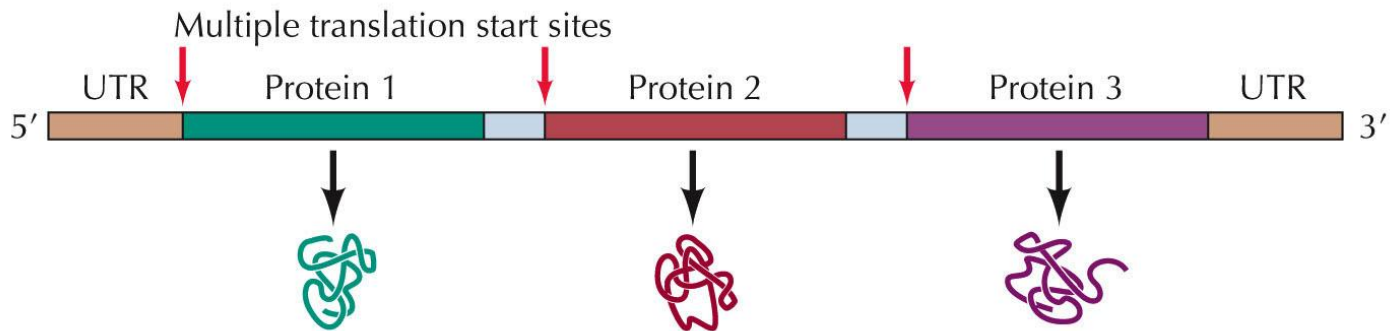
Hay distintas posibilidades

Diferencias procarionotas-eucariotas

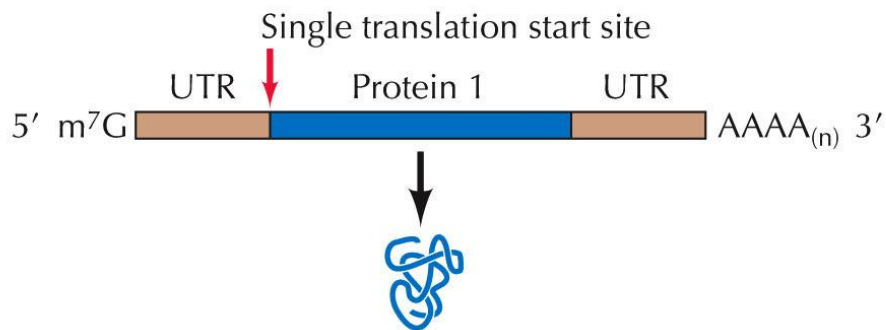
procarionotas	eucariotas
ARN polimerasa única	Varias ARN polimerasas
Promotor diferente	Promotor: TATA box
Señal de terminación: palíndromo	Señal de terminación: TTATTT
Policistrónico	Monocistrónico
Hay maduración en ARNt y ARNr	Maduran todos los ARN

Policistrón vs monocistrón

Prokaryotic mRNA



Eukaryotic mRNA



Código genético

Es la **correspondencia** entre el ARNm y los aminoácidos

¿Cuántos nucleótidos son necesarios para sintetizar un aminoácido?

**A
U
G
C**



20 aminoácidos



Descifrando el código

**polinucleótido
fosforilasa**

nucleótido

ARNm



Severo Ochoa (1955)

Características

- **Universal**
- **Degenerado**
- **Arbitrario**
- **Específico**
- **No solapamiento**
- **Señales de principio y fin**

		Segunda base				
		U	C	A	G	
Primera base	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	U C A G
	C	CUU } Leu CUC } CUA } CUG }	CCU } Pro CCC } CCA } CCG }	CAU } His CAC } CAA } Gin CAG }	CGU } Arg CGC } CGA } CGG }	U C A G
	A	AUU } Ile AUC } AUA } AUG Met	ACU } Thr ACC } ACA } ACG }	AAU } Asn AAC } AAA } Lys AAG }	AGU } Ser AGC } AGA } Arg AGG }	U C A G
	G	GUU } Val GUC } GUA } GUG }	GCU } Ala GCC } GCA } GCG }	GAU } Asp GAC } GAA } Glu GAG }	GGU } Gly GGC } GGA } GGG }	U C A G
						Tercera base

¿Qué me pueden preguntar?



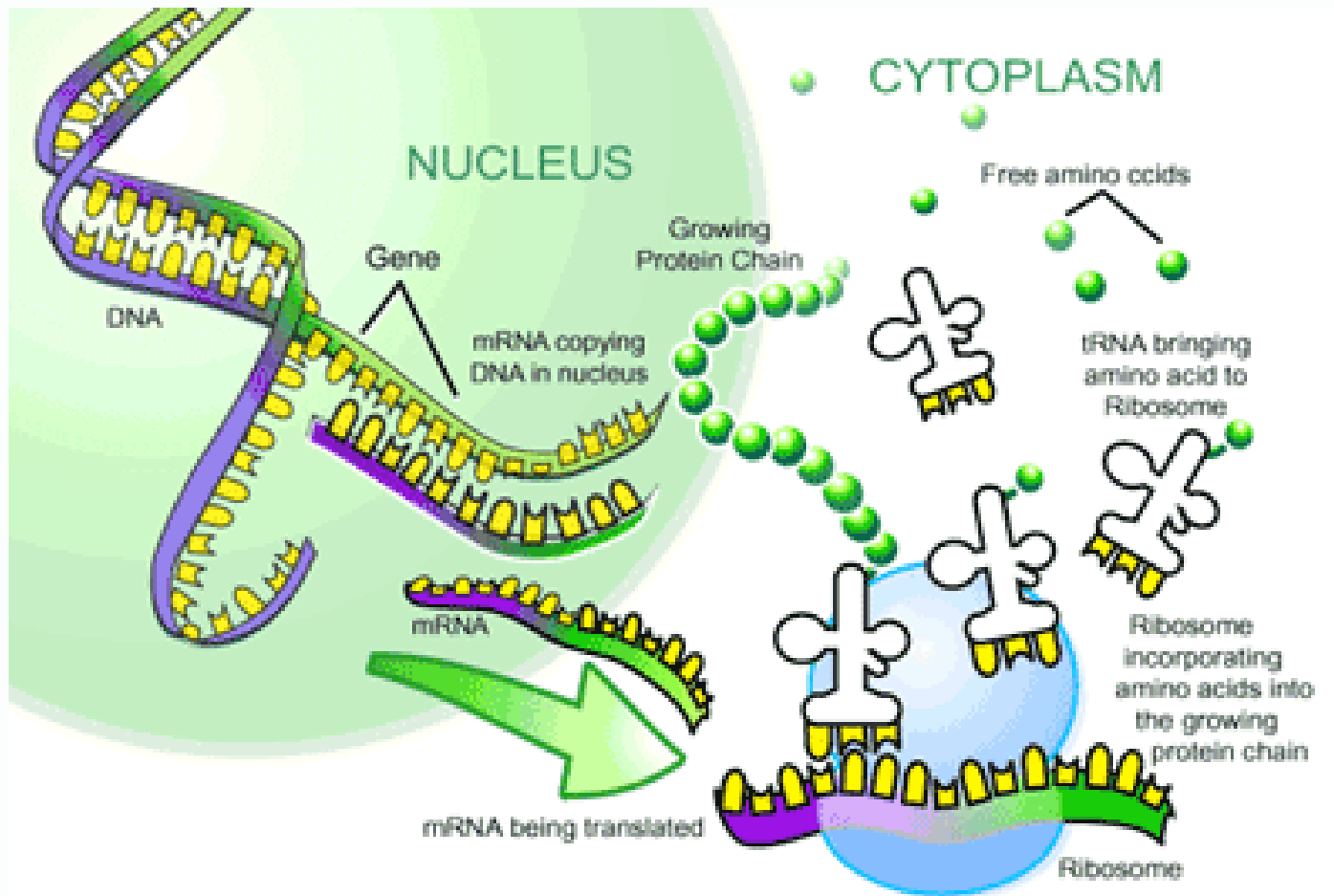
La siguiente secuencia de un fragmento de ADN corresponde al inicio de un gen bacteriano:

5'– ATGTTAAGGGCCCGTTGTGTG – 3'

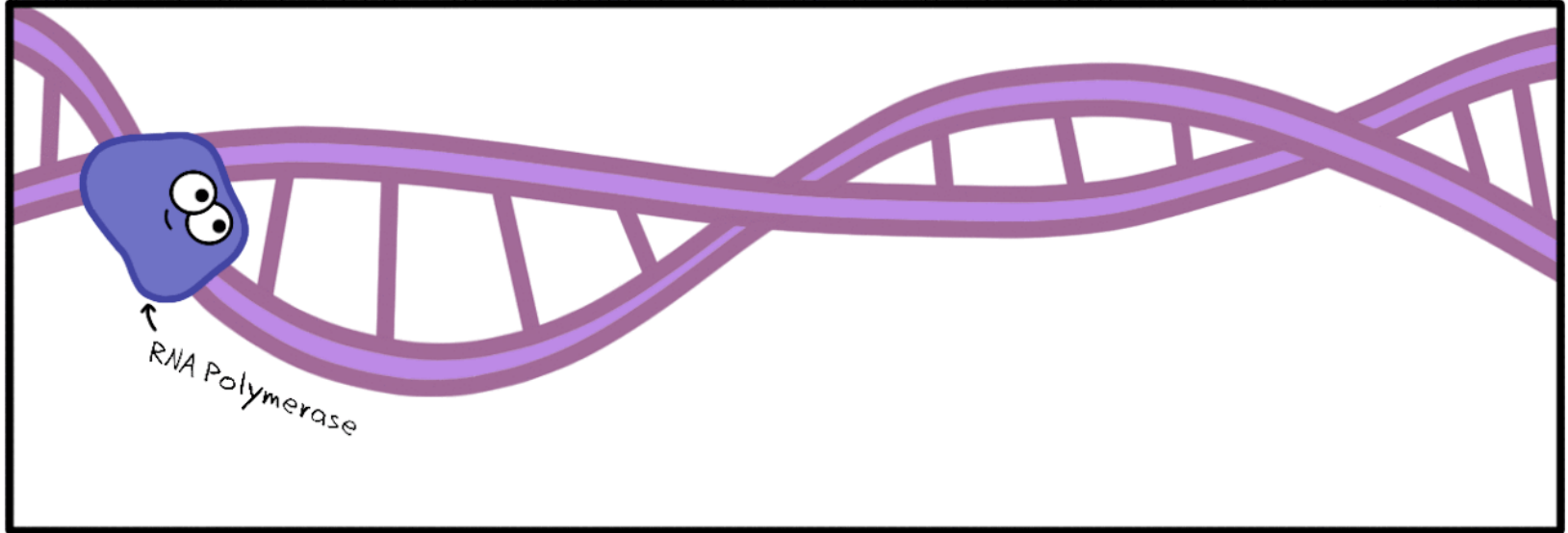
3'– TACAATTCCCGGGCAACACAC – 5'

- ▶ a) Escriba la secuencia del ARNm correspondiente, indicando su polaridad. (2)
- ▶ b) ¿Cuántos aminoácidos puede codificar este fragmento? (2)
- ▶ c) ¿Qué características del código genético hay que aplicar para calcular el número de aminoácidos? (3)
- ▶ d) ¿Qué tipo de variación/es debería suceder en este fragmento de ADN para que produjera un polipéptido de 5 aminoácidos? Razone la respuesta. (3)

Traducción: los tres ARN



Protein Synthesis



Step 1: Transcription

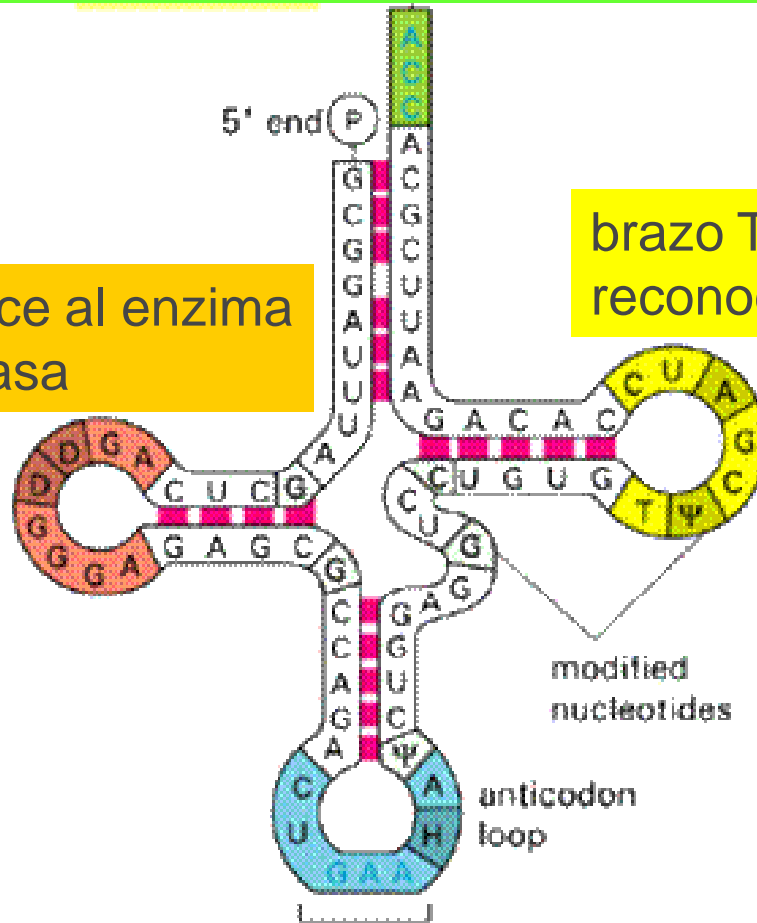
Forma en hoja de trébol,
bases apareadas

ARNt

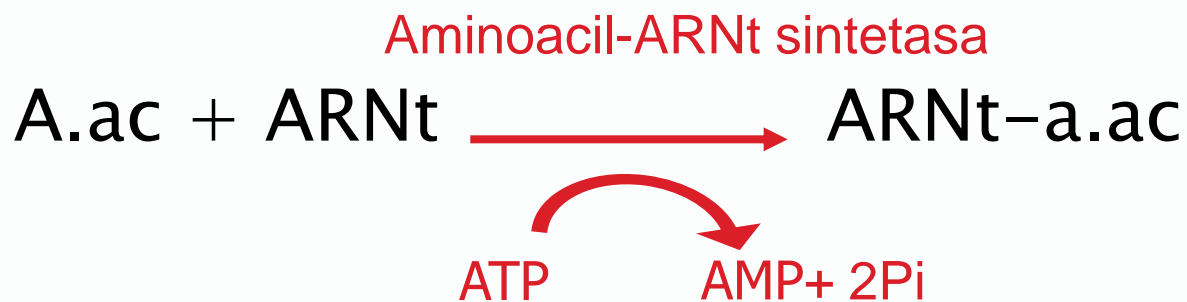
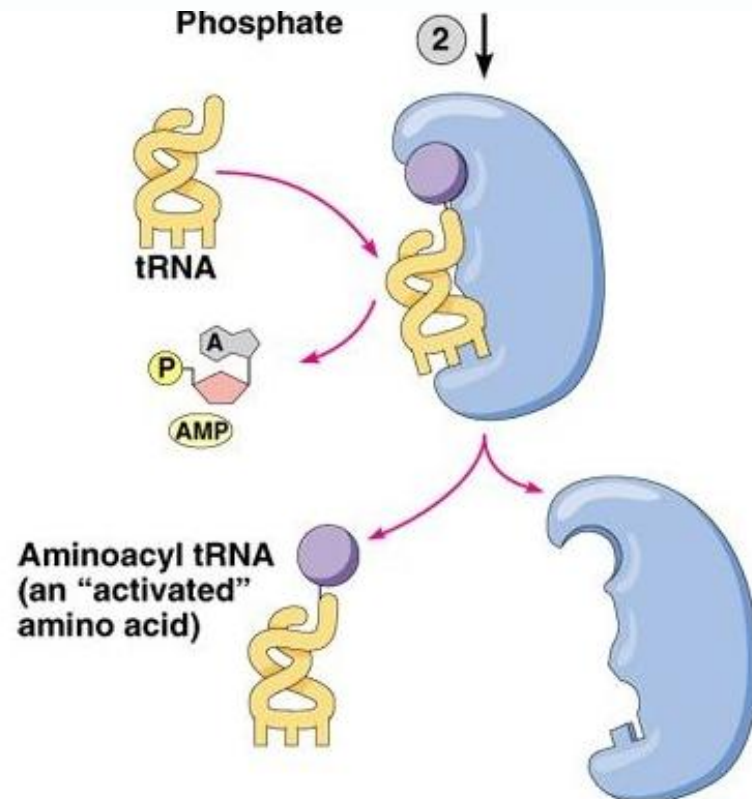
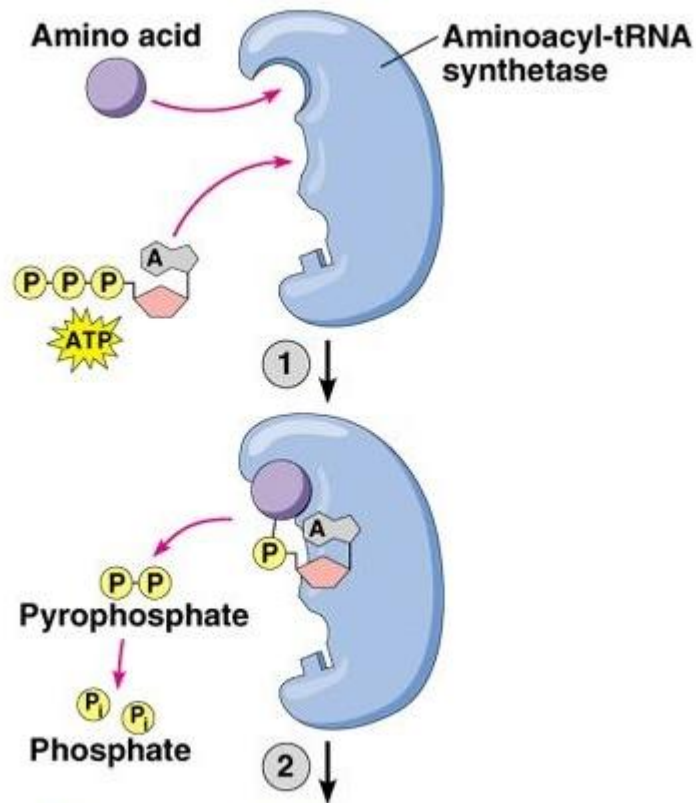
extremo 3': Unión extremo CCA + a.ac: brazo aceptor

brazo D: reconoce al enzima
aminoacilsintetasa

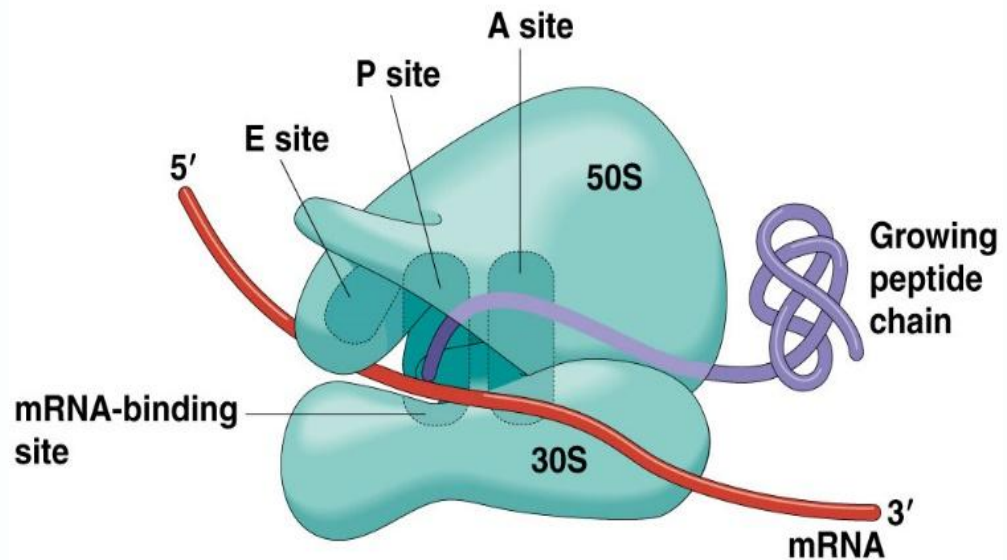
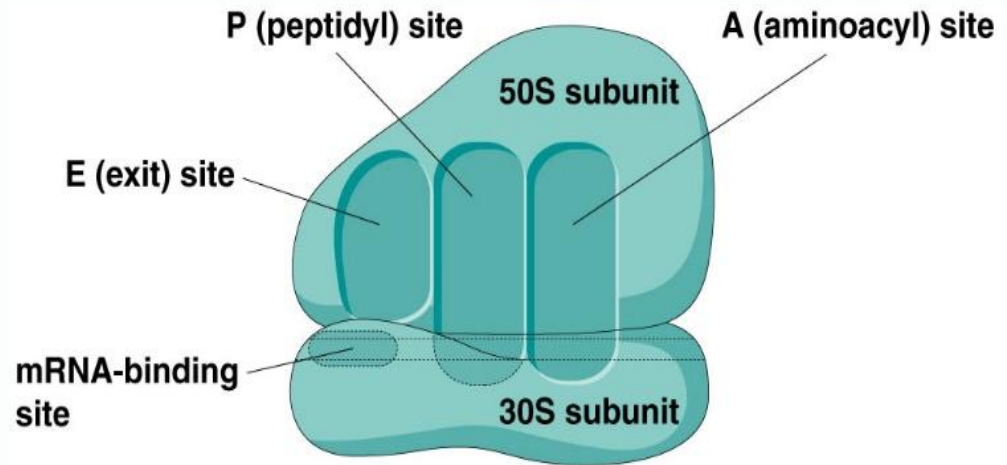
brazo T:
reconoce lugar del ribosoma



brazo del anticodón: específico de cada a.ac



El ribosoma



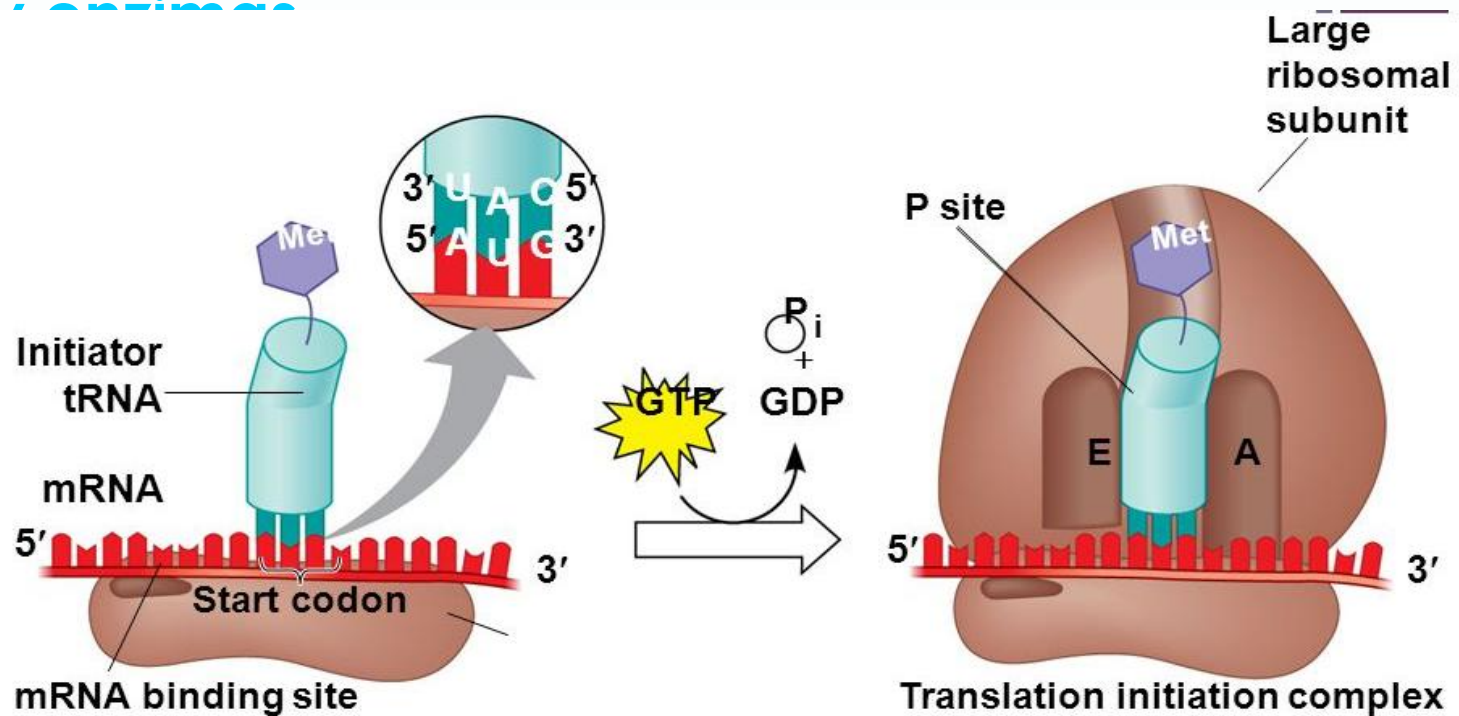
Traducción del mensaje

Paso del ARNm a proteína

<https://www.youtube.com/watch?v=lkq9AcBcohA>

Componentes: Ribosomas, ARNm, ARNt, aminoácidos

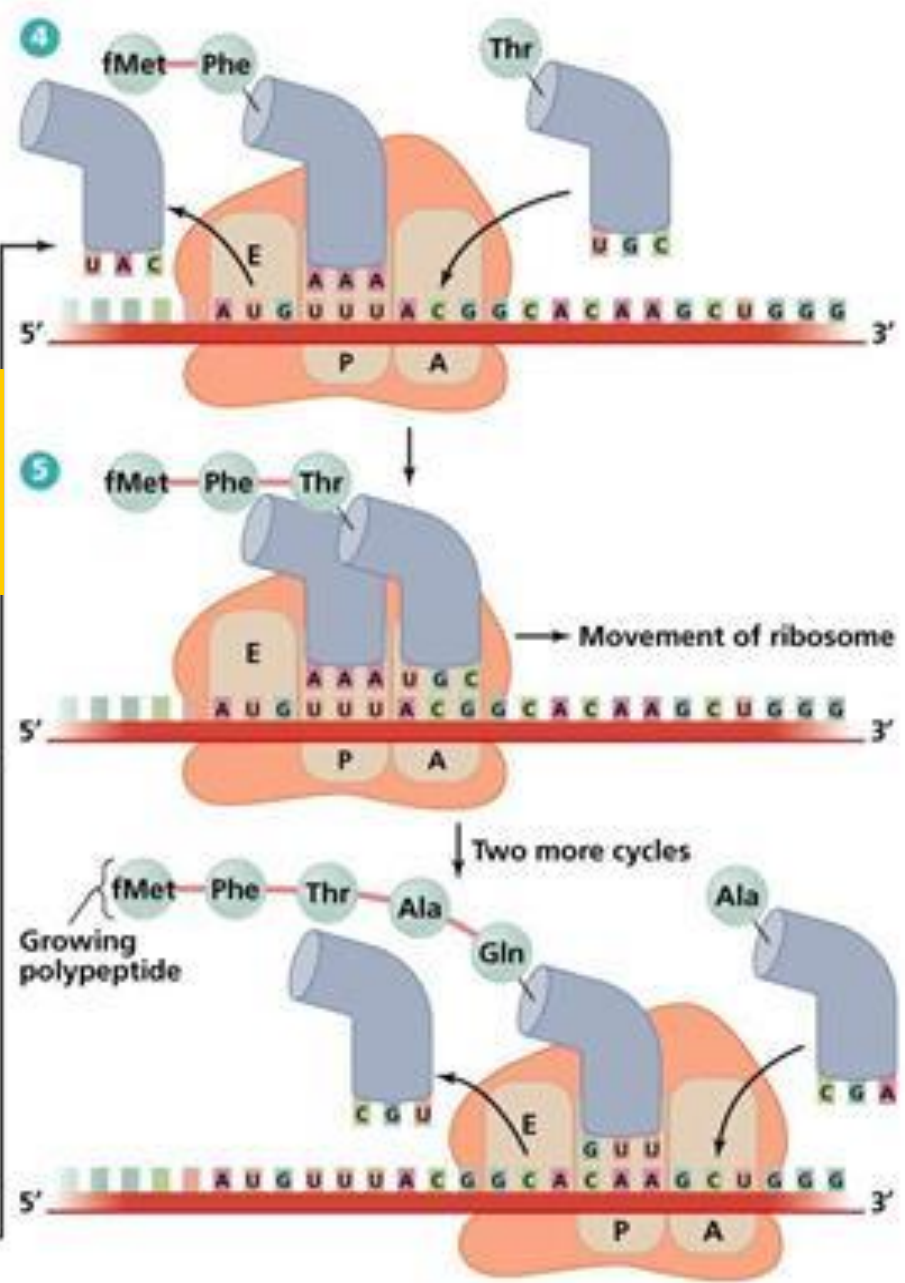
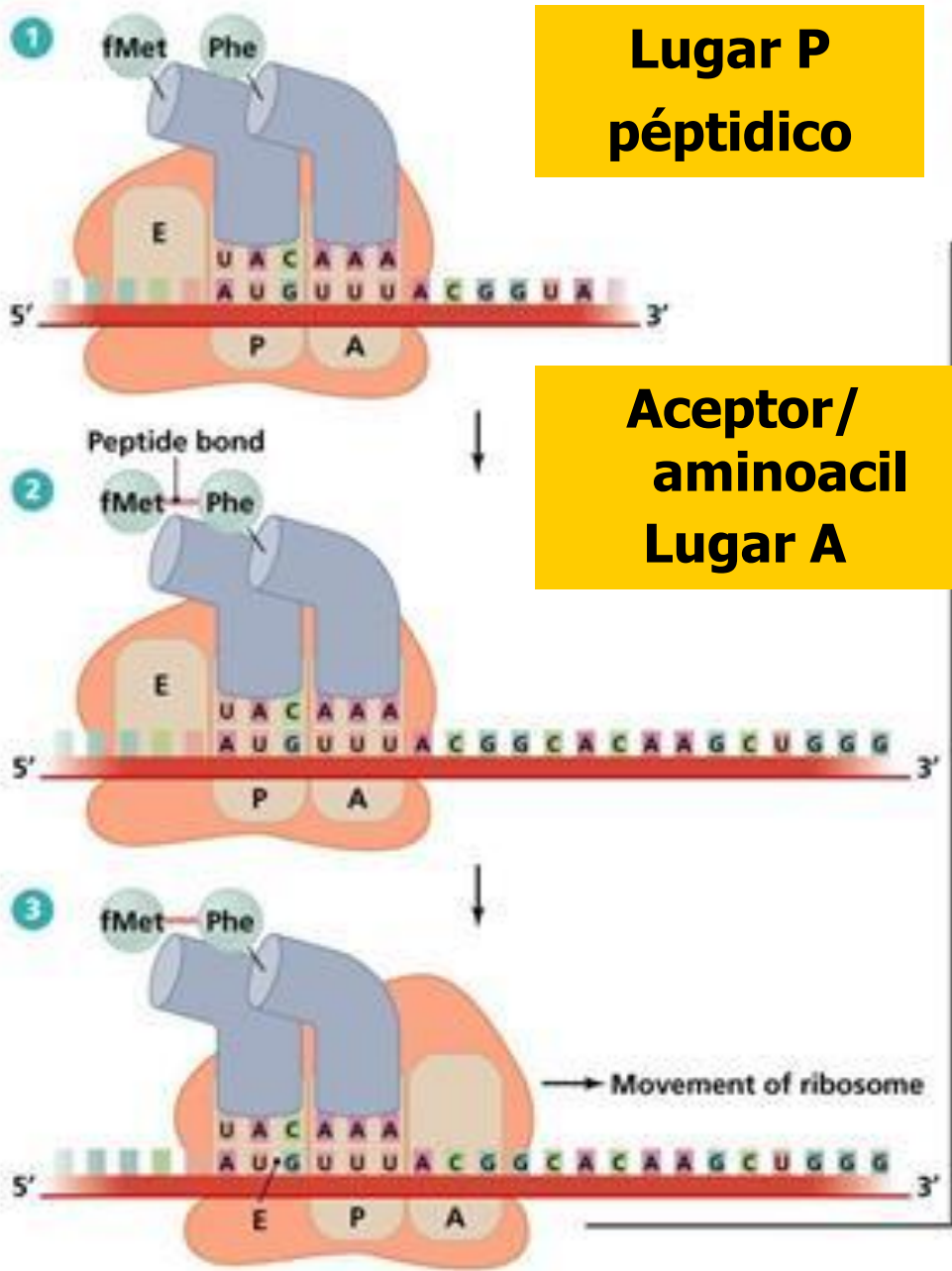
... y enzimas



© 2011 Pearson Education, Inc.

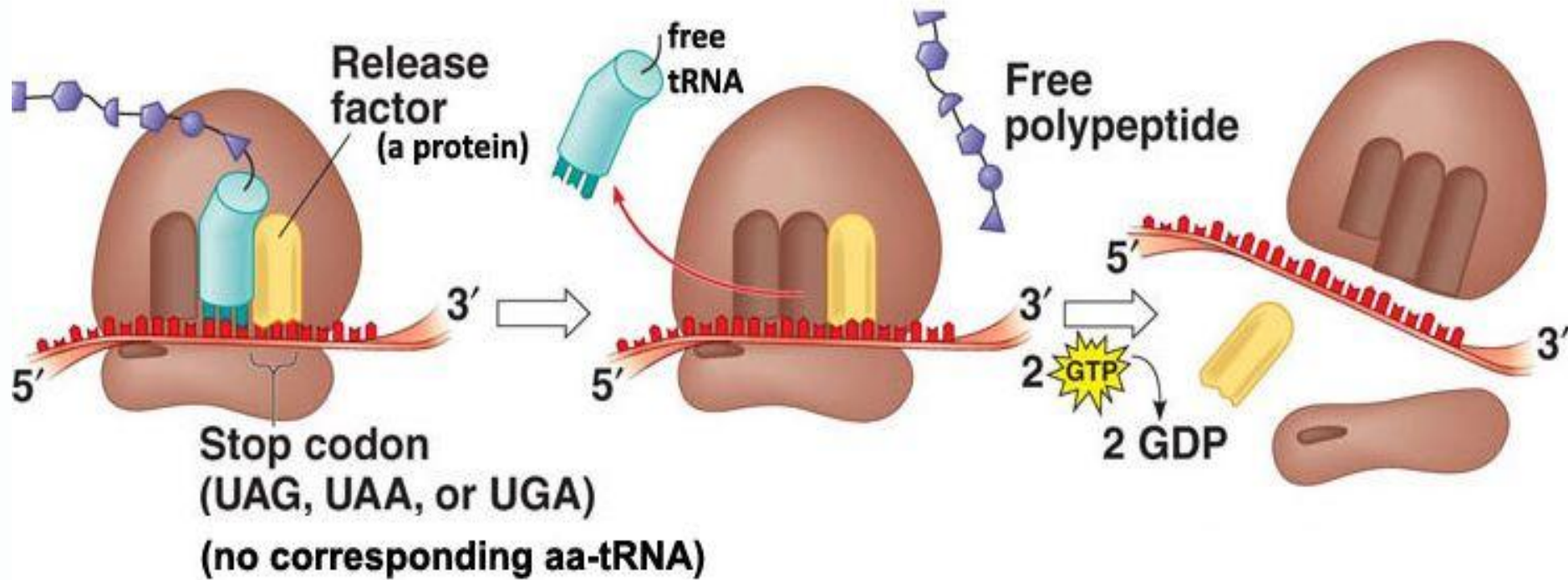
Iniciación

- ▶ ARNm con caperuza metil-GTP y codón AUG
 - (dirección de lectura 5'-3')
- ▶ Unión con la subunidad menor
- ▶ Entra ARNt-met (sitio P)
- ▶ Unión con la subunidad mayor
 - (Factores de iniciación Fi)



Elongación

- ▶ Sitio P ocupado por ARNt-met
- ▶ Sitio A ocupado por ARNt-aac
- ▶ La met salta y se une al ARNt-aac: met-aac,
 - reacción catalizada por el enz. **peptidil transferasa**
- ▶ (Provisional) Sitio P con ARNt vacío, sitio A con ARNt-cadena
- ▶ El ribosoma se mueve 3 nucleótidos (5'-3'):
 - el ARNt vacío pasa a E y se marcha
 - el sitio P queda ocupado por ARNt con la cadena en formación
 - sitio A vacío
 - (Factores de elongación Fe)



Terminación

- ▶ Codón sin sentido: no entra ARNt
 - entra RF (factor proteico de terminación)
- ▶ Salta la cadena para formar enlace peptídico y se libera
- ▶ Se separan los componentes del ribosoma
- ▶ Maduración posterior de la proteína

¡Hazlo tú!

▶ **A partir de un fragmento de ARNm**

5' AUG CGC AGU UAA 3'

Indica y haz un dibujo esquemático de todos los pasos para formar el polipéptido correspondiente

¿Qué me pueden preguntar?



Dadas las secuencias de polinucleótidos siguientes:

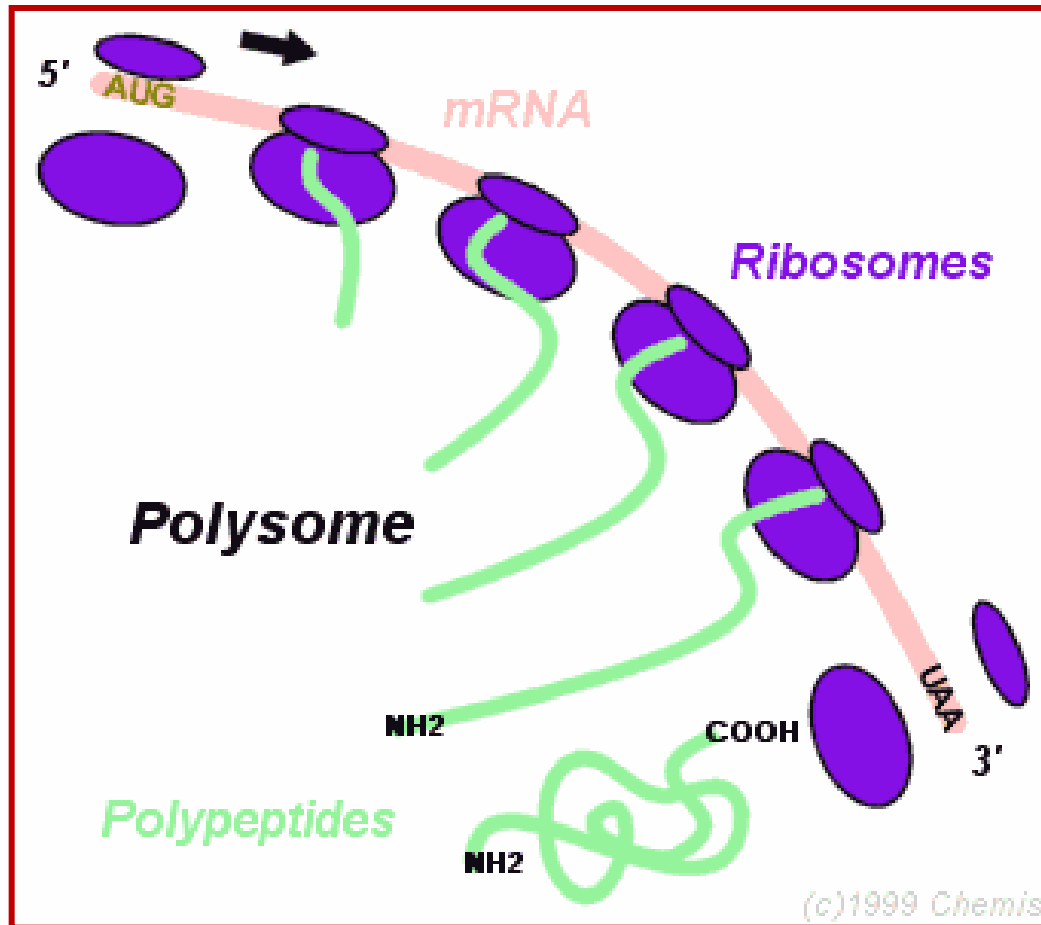
I) 5'-AGGCTACCTAAG-3'

II) 5'-AGCGAUCAUGACA-3'

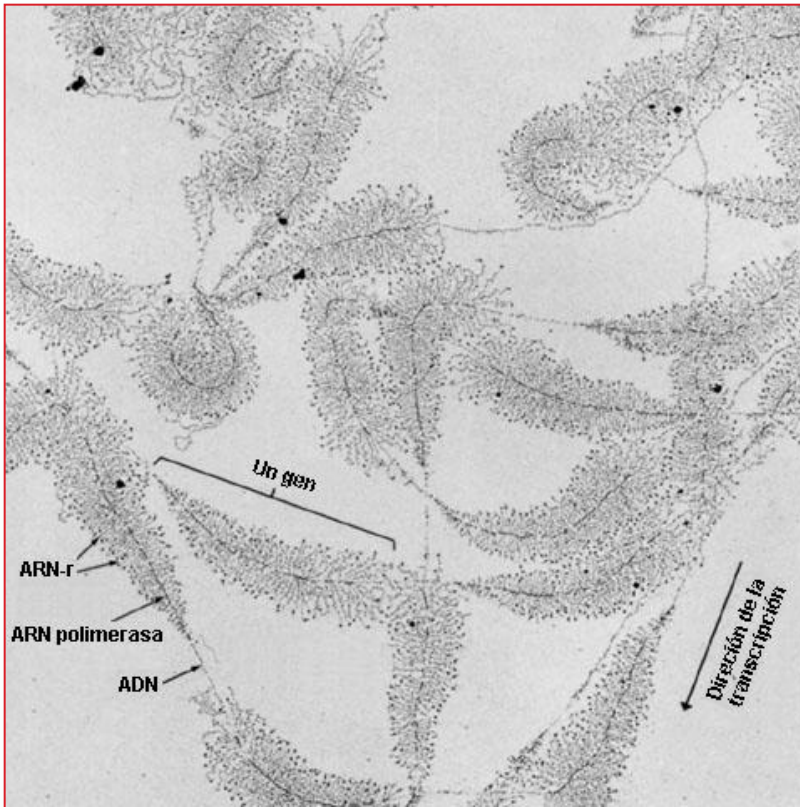
III) 5'-CACCGACAAACGAA-3'

- Indique razonadamente, en cada caso, si se trata de ADN ó ARN (1)
- ¿Son iguales las dos cadenas que componen la doble hélice del ADN? Razone la respuesta (3)
- Dado el siguiente fragmento de ADN
5'-CGA TAT AGC CGT TAA-3'
escriba cuál será su ARN mensajero y la secuencia peptídica sintetizada a partir de él, señalando con claridad cual será el extremo N- y C-terminal del péptido producido (6)

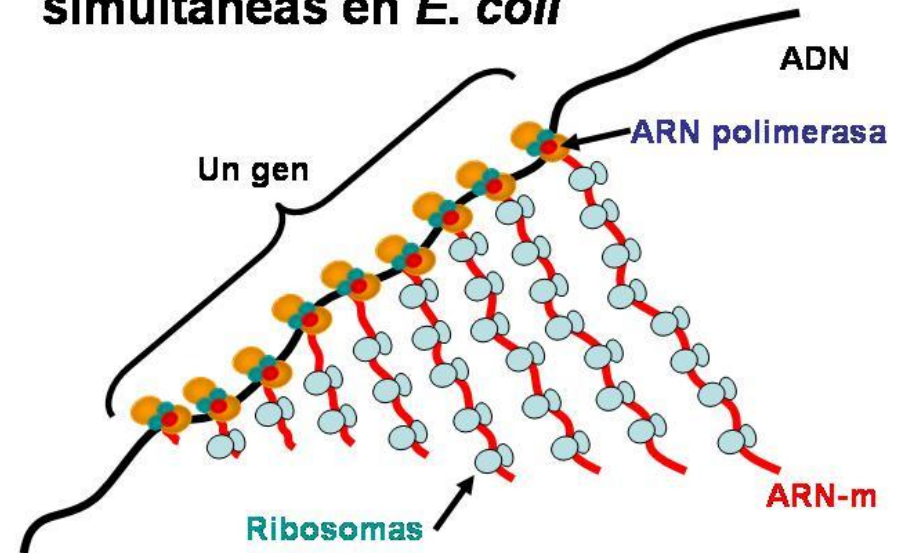
Polisomas



Polisomas en acción



Transcripción y Traducción simultáneas en *E. coli*

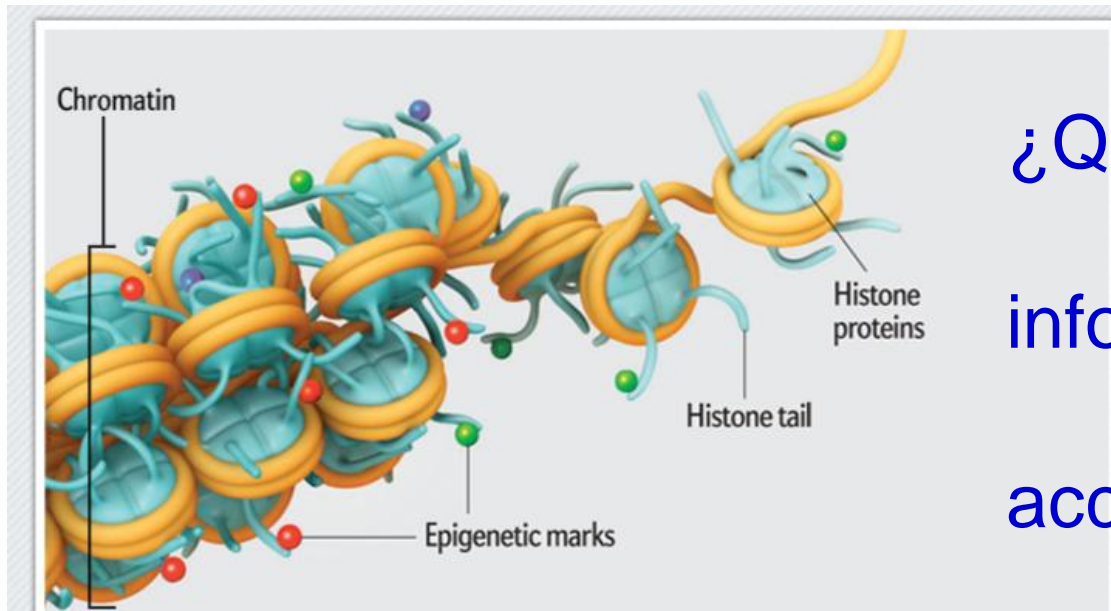


Nuevos conocimientos

Cada vez se conocen más procesos de regulación

- Cromatina: marcadores epigenéticos
- Modificaciones de la transcripción y traducción:
ARN reguladores, incluido microRNAs (miRNAs)
- Maduración del ARNm: splicing alternativo
- Modificaciones post-traduccionales de la proteína

Código epigenético



¿Qué
información es
accesible?

interacciones entre genotipo, epigenotipo y ambiente contribuyen a la adaptación

<https://www.youtube.com/watch?v=W3Kg9w-srFk> (music)

<https://www.youtube.com/watch?v=7hWUhEA6hvk> (more text)

Epigenética

- ▶ Estudia
 - Comportamiento de los genes en el contexto de su ambiente
 - Cambios heredables en la función génica que se producen sin un cambio en la secuencia del ADN

- ▶ Hay varios mecanismos de regulación epigenética:
 - metilación del ADN,
 - modificación de las histonas

¿Cómo se regula el proceso?

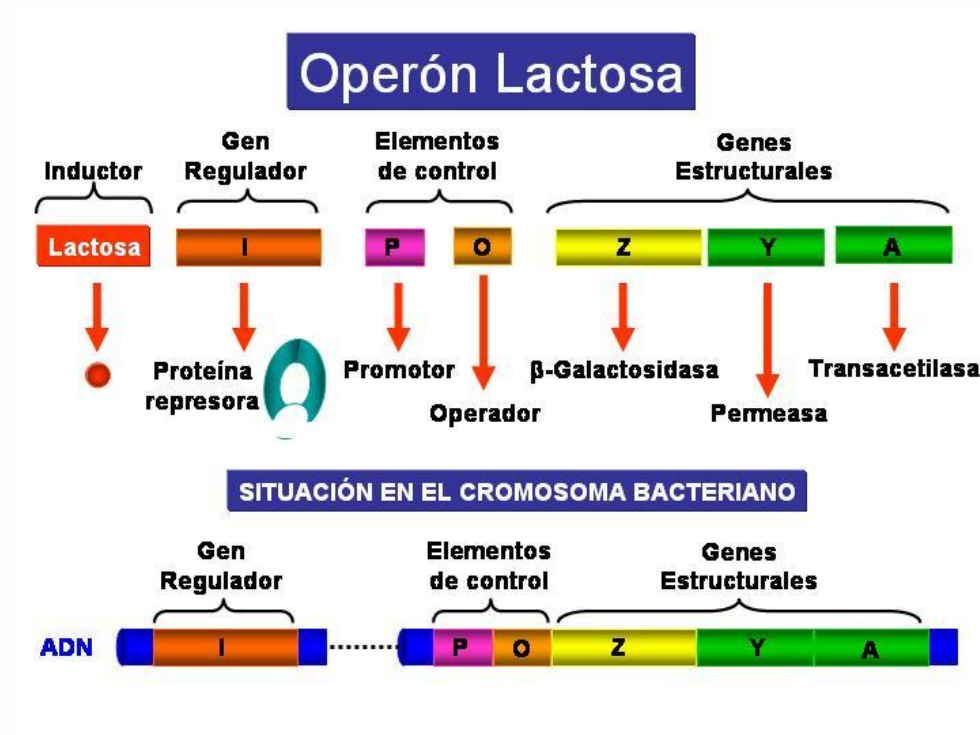


**F. Jacob & J. Monod
Nobel 1965**

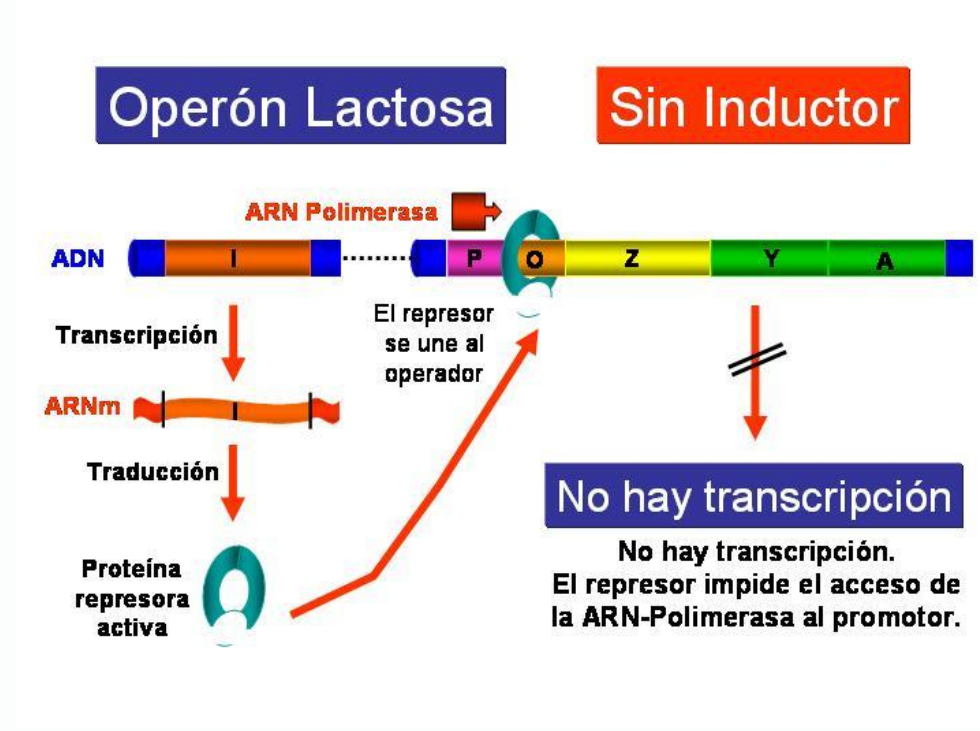


**El azar y la necesidad
Monod 1970**

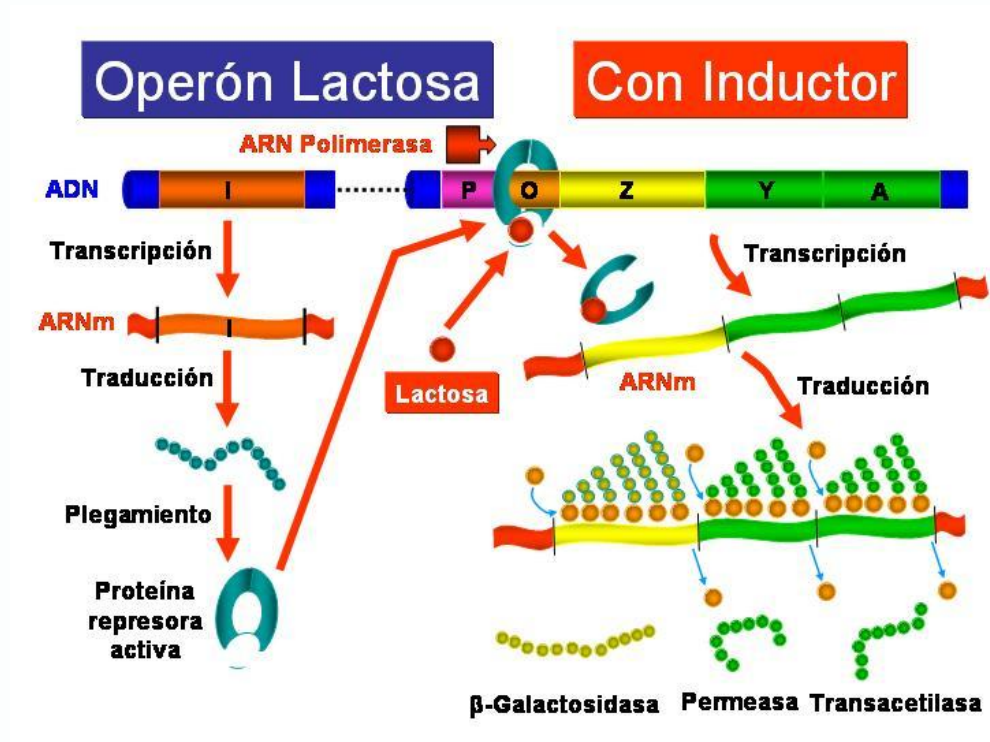
Operón lac



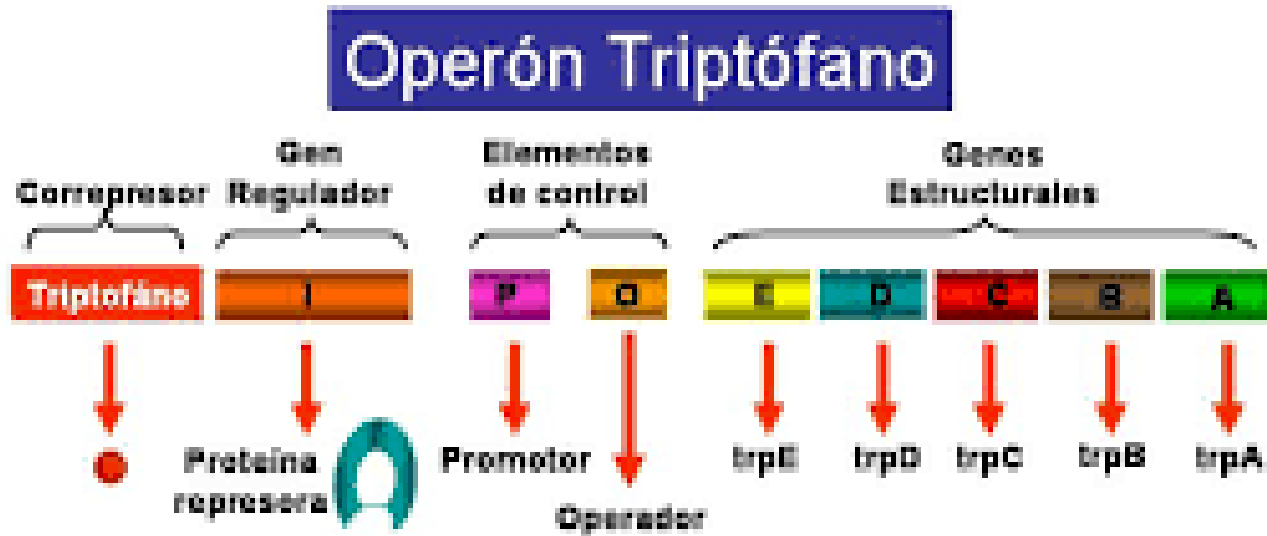
Sin lactosa



Con lactosa



Operón *trp*



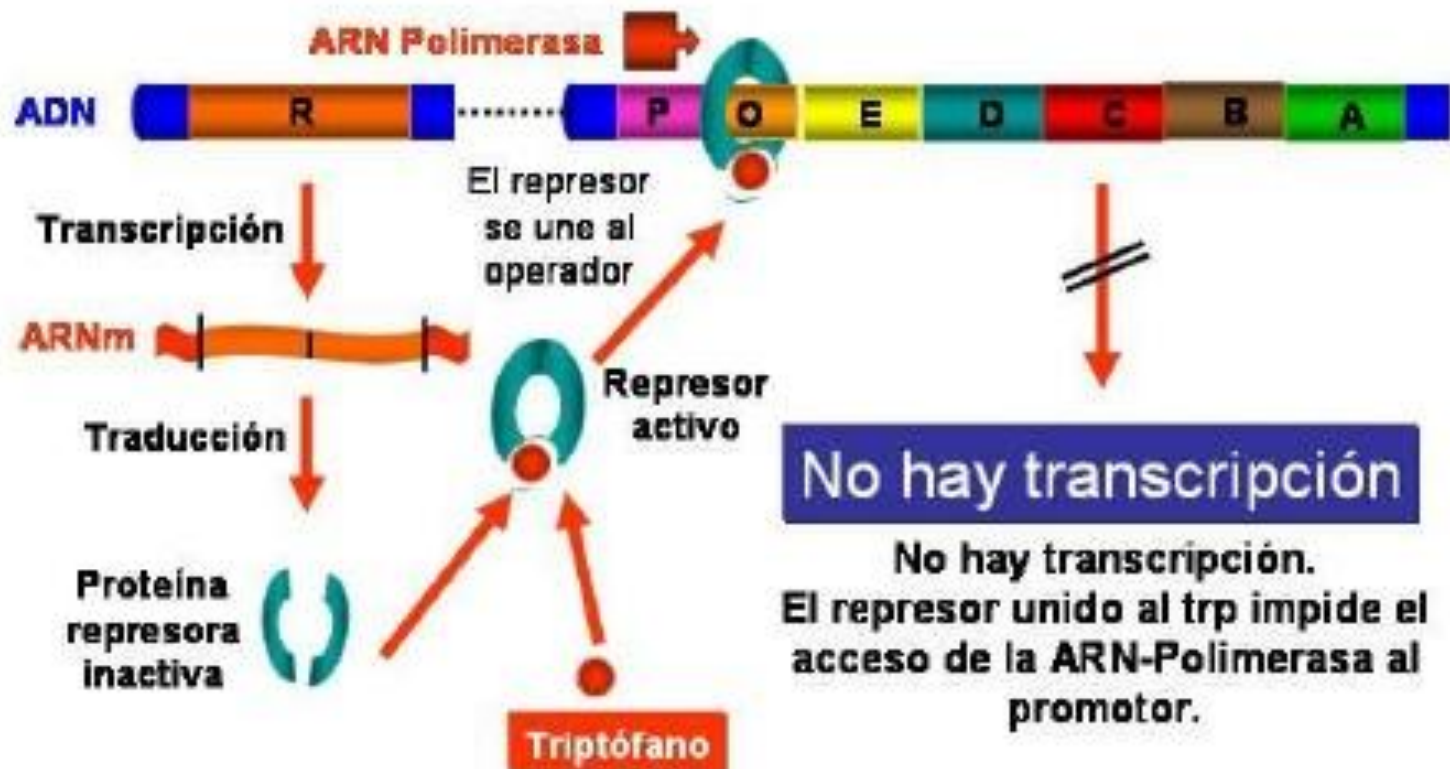
SITUACIÓN EN EL CROMOSOMA BACTERIANO



Con triptófano

Operón Triptófano

Con Correpresor



sin triptófano

