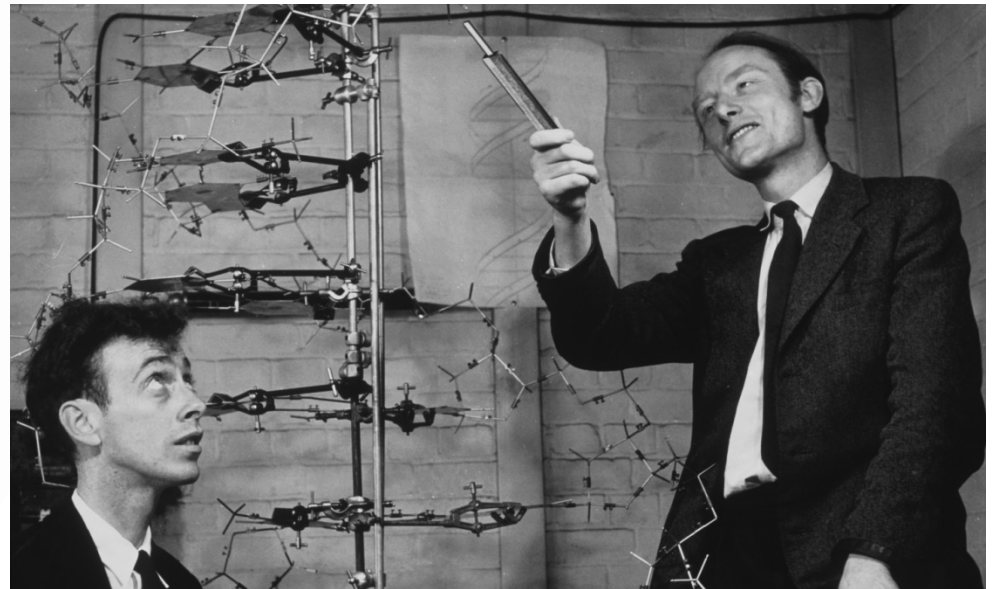
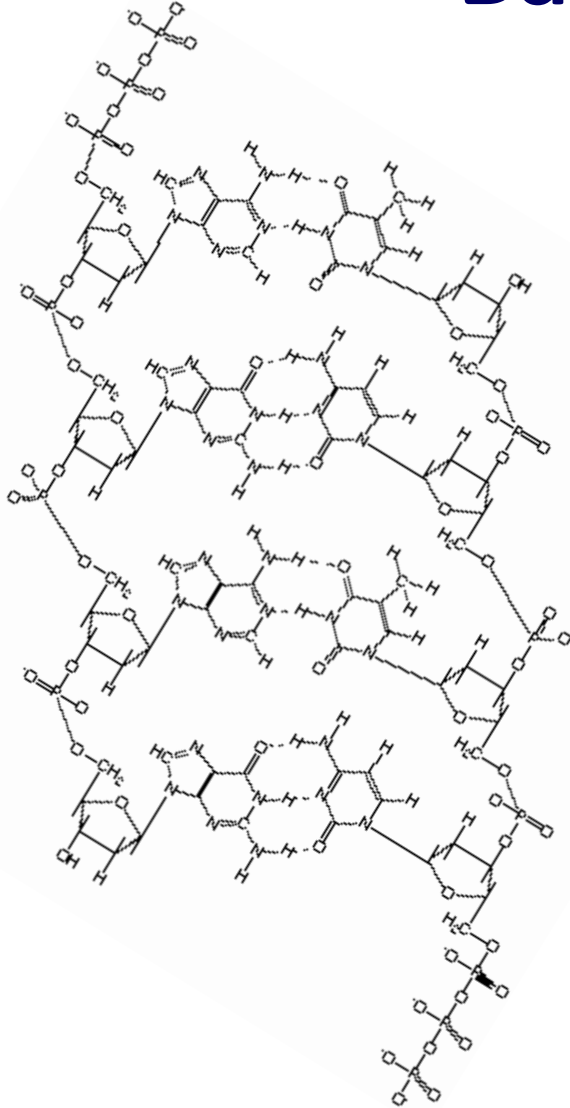


## TEMA 6

# Bases Moleculares de la Herencia

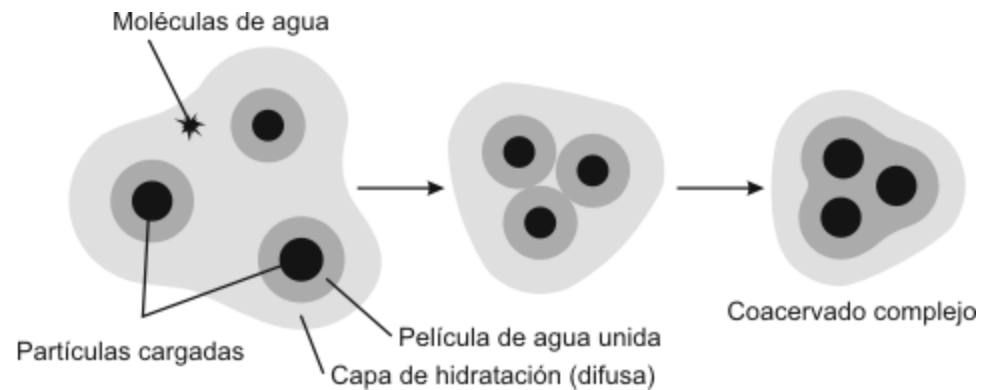


# El origen de la vida



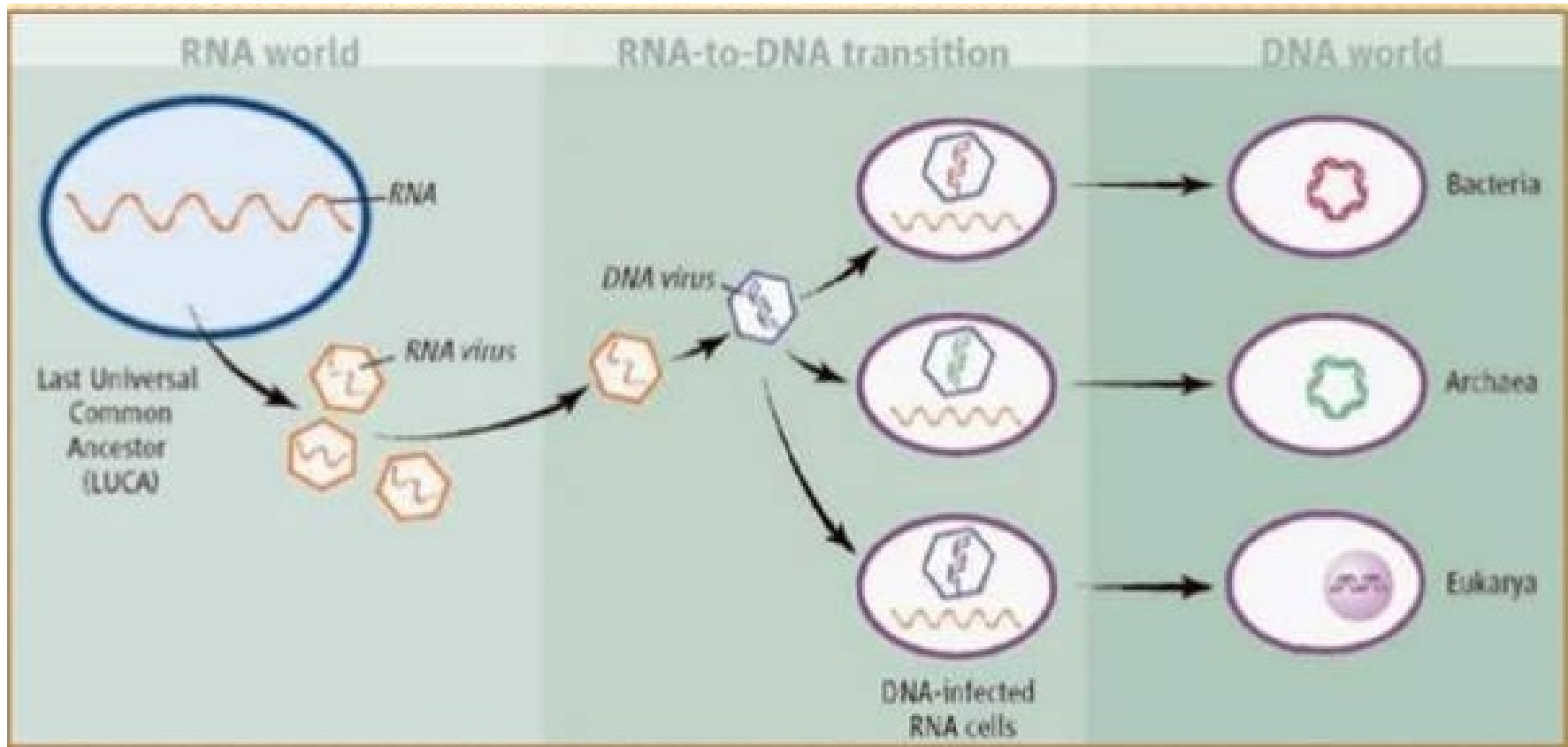
En condiciones reductoras (sin oxígeno, con metano, hidrógeno, amoníaco, agua) fueron capaces de producir **aminoácidos, carbohidratos, ácidos nucleicos y ATP.**

Experimentos de Oparin, Haldane y Miller para reproducir las condiciones originales.

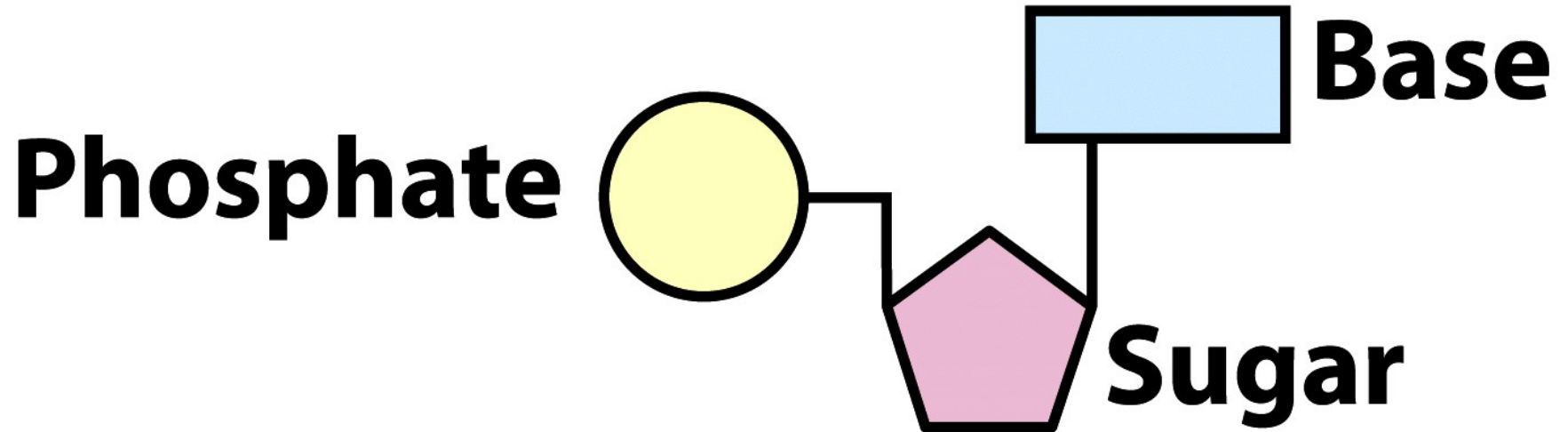


# El origen de la vida

Transición del *Mundo ARN* al *Mundo ADN*



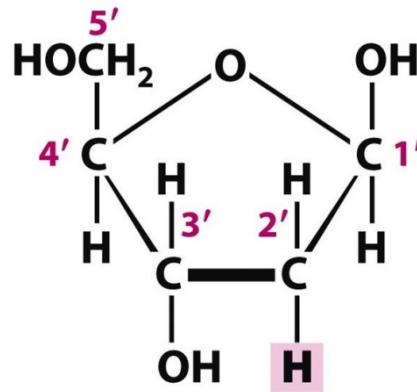
# Estructura del ADN



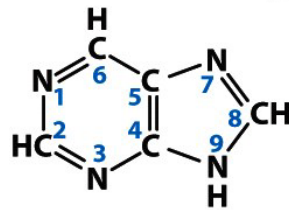
**Nucleotide**

# Estructura del ADN

# Azúcar



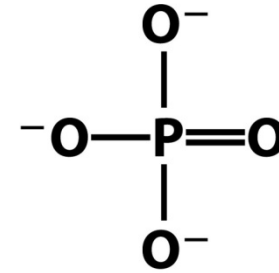
# Deoxyribose



## Purine (basic structure)

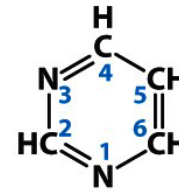
# Base

# Nitrogenada

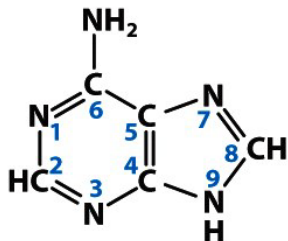


# Grupo Fosfato

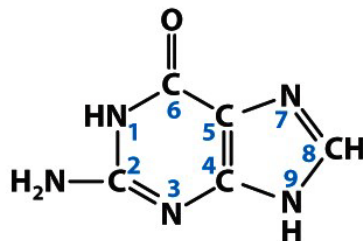
# Phosphate



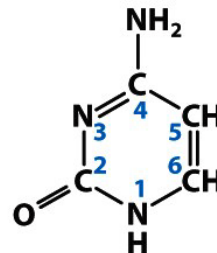
## Pyrimidine (basic structure)



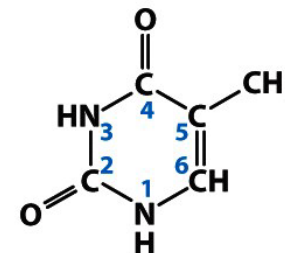
## Adenine (A)



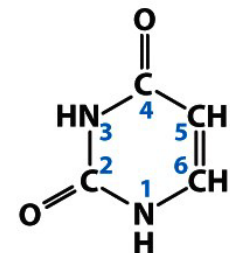
### Guanine (G)



### Cytosine (C)



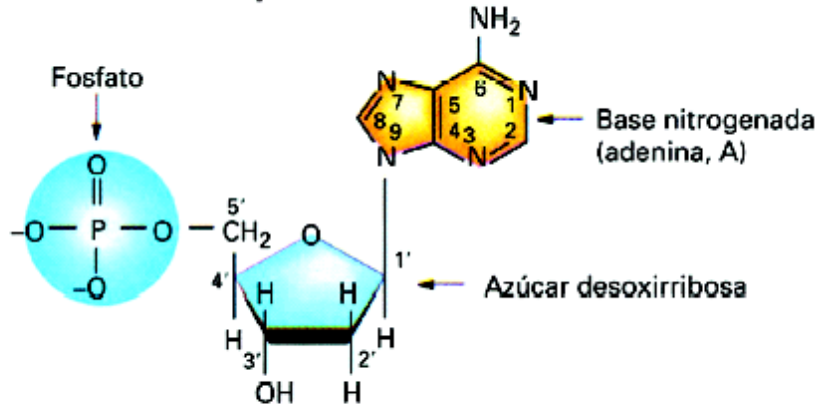
**Thymine (T)**  
(present in DNA)



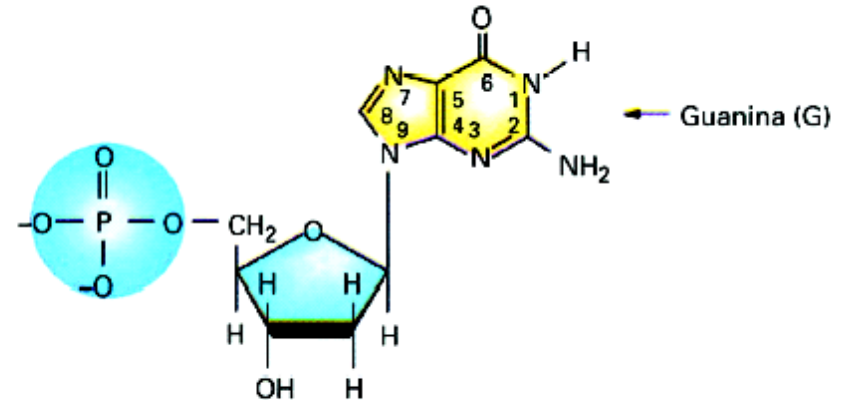
**Uracil (U)**  
(present in RNA)

# Estructura del ADN

## Nucleótidos de purinas

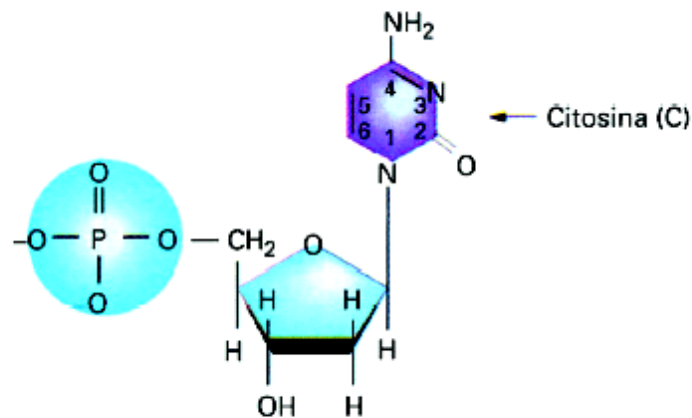


Fosfato de 5'-desoxiadenosina (dAMP)

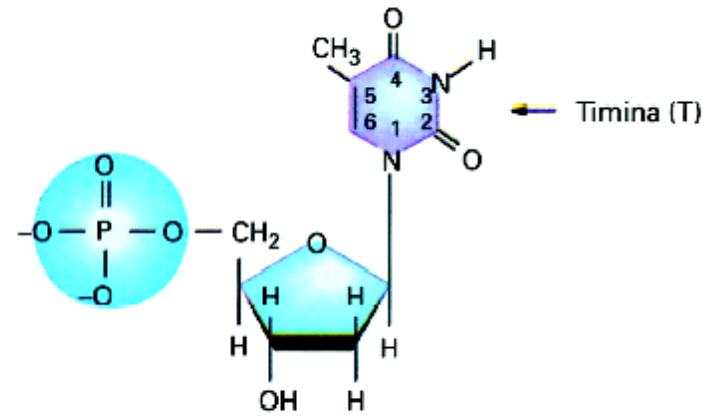


Fosfato de 5'-desoxiguanosina (dGMP)

## Nucleótidos de pirimidinas



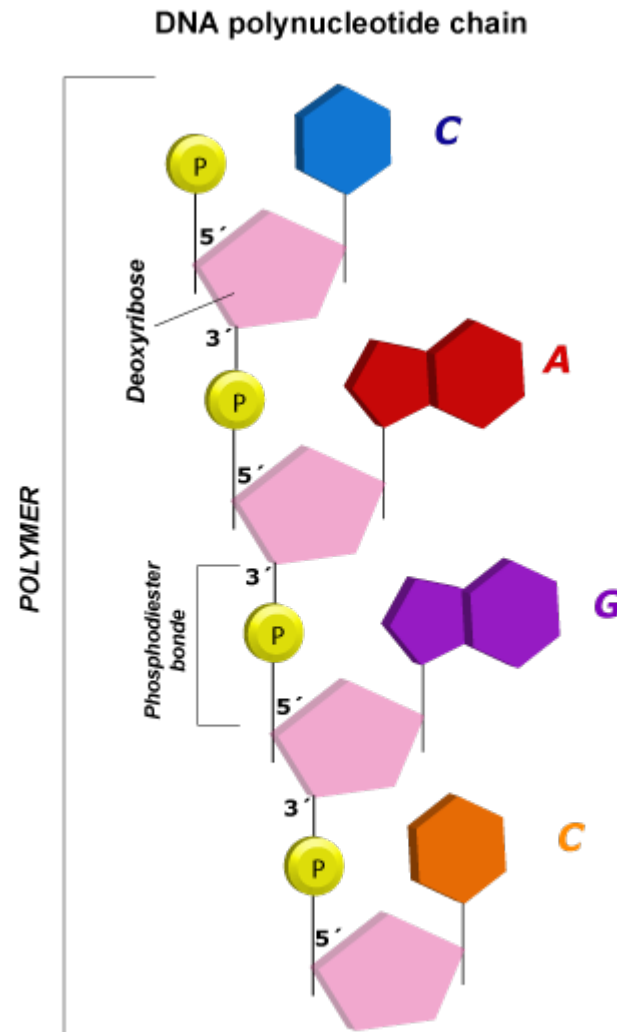
Fosfato de 5'-desoxicitidina (dCMP)



Fosfato de 5-desoxitimidina (dTMP)

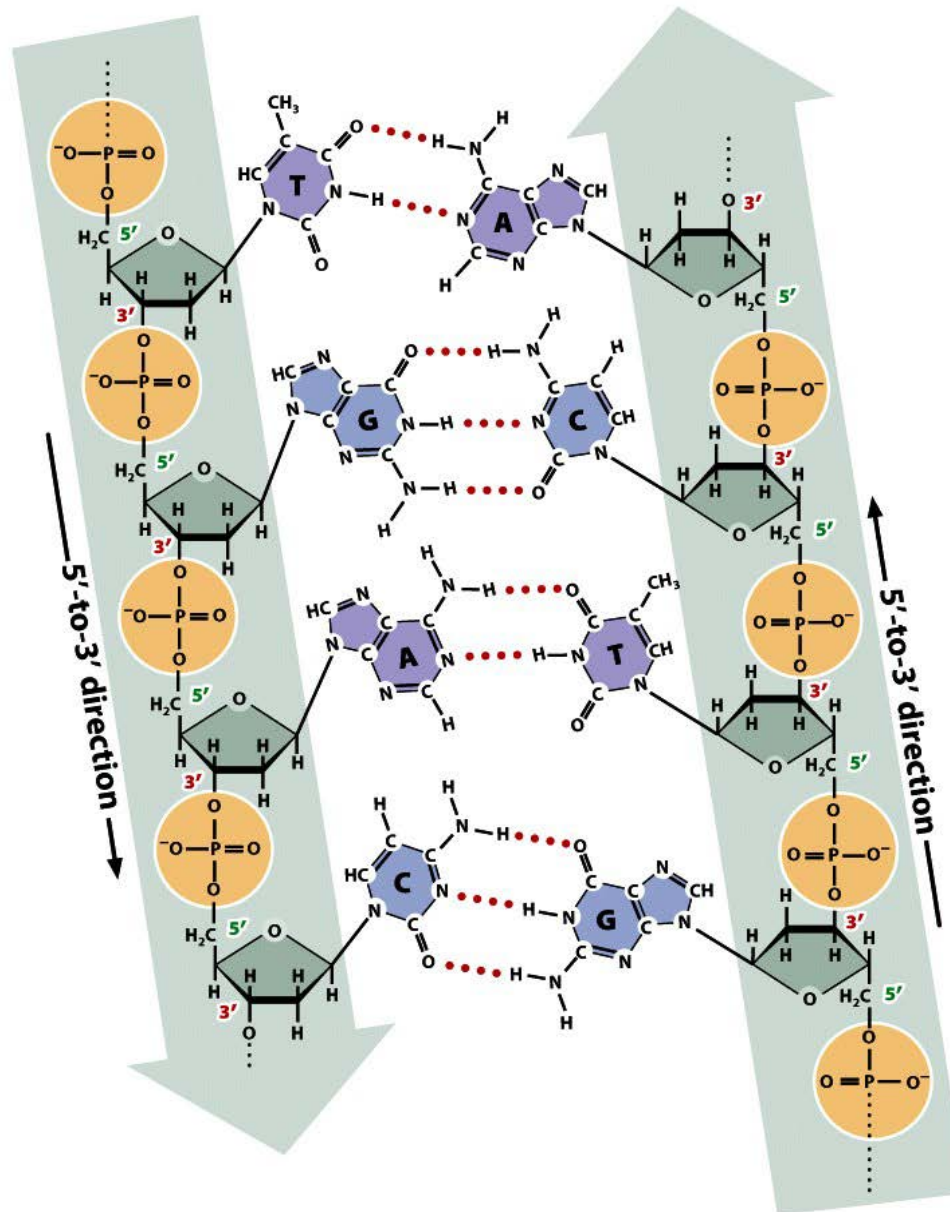
# Estructura del ADN

## Estructura Primaria



Cadena de  
Nucleótidos unidos  
por enlaces  
fosfodiéster.

# Estructura del ADN



**Estructura  
Secundaria**

Cadenas  
antiparalelas y  
complementarias

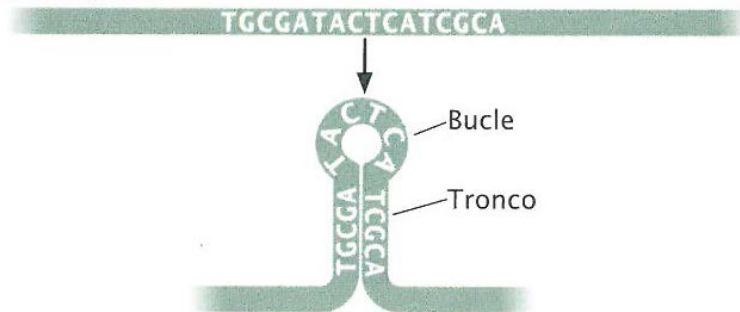


# Estructura del ADN

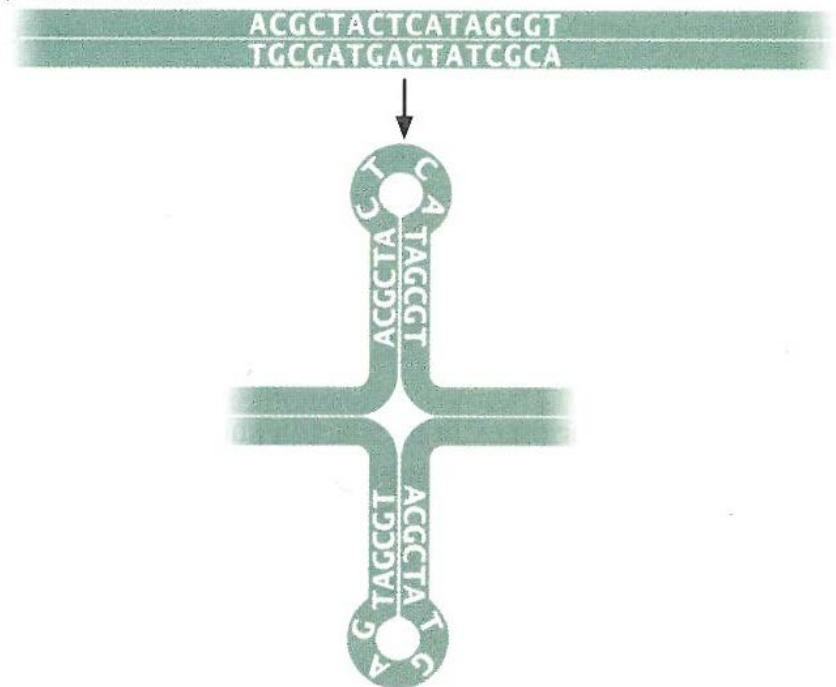
# Estructuras especiales del ADN

## Estructura Secundaria

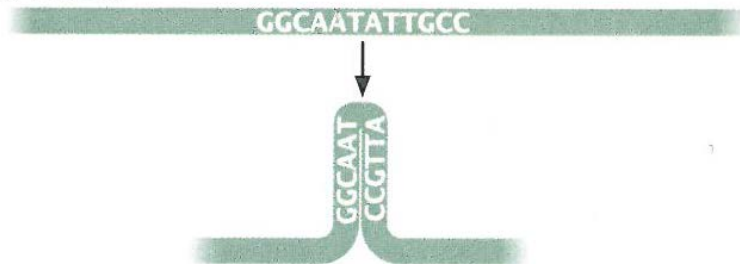
**(a) Horquilla**



**(d) Cruciforme**



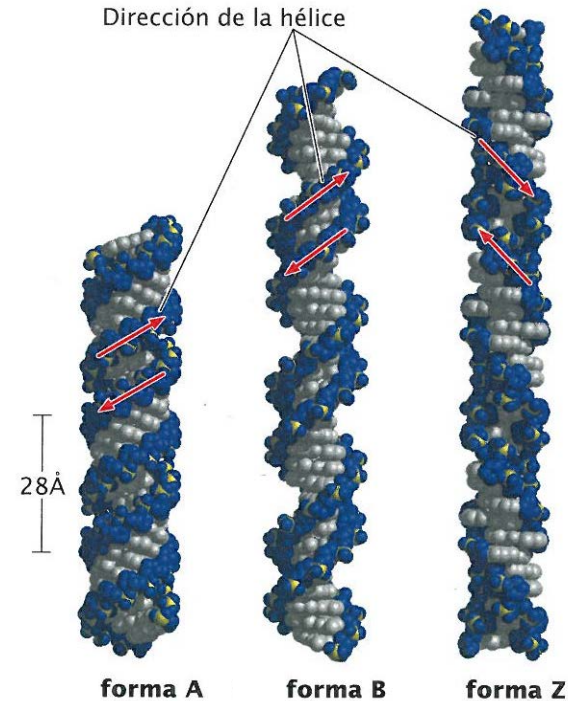
**(b) Tronco**



(c)

# Estructura del ADN

## Estructura Secundaria

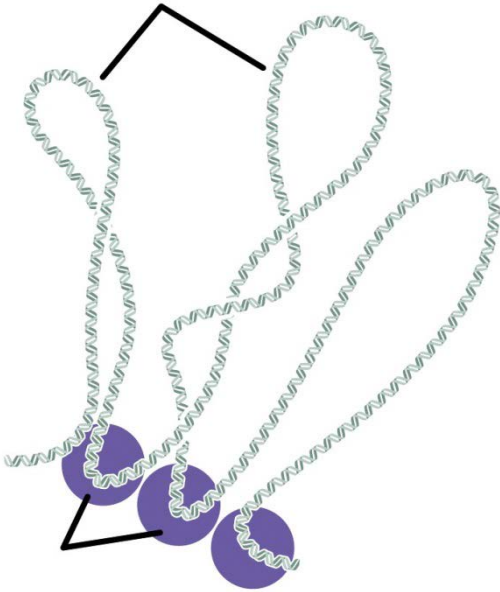


| Característica                                     | A-DNA                | B-DNA                | Z-DNA                                   |
|----------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------|
| Condiciones requeridas para producir la estructura | 75% H <sub>2</sub> O | 92% H <sub>2</sub> O | Bases de purina y pirimidina alternadas |
| Dirección de la hélice                             | Dextrógira           | Dextrógira           | Levógira                                |
| Promedio de pares de bases por giro                | 11                   | 10                   | 12                                      |
| Rotación por cada par de bases                     | 32,7°                | 36°                  | -30°                                    |
| Distancia entre las bases adyacentes               | 0,26 nm              | 0,34 nm              | 0,37 nm                                 |
| Diámetro                                           | 2,3 nm               | 1,9 nm               | 1,8 nm                                  |
| Forma general                                      | Corta y ancha        | Larga y angosta      | Alargada y angosta                      |

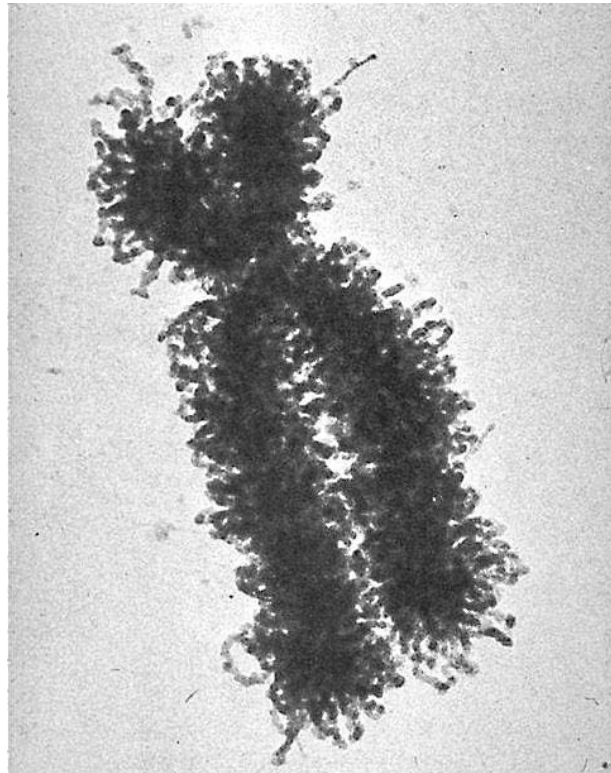
# Estructura del ADN

Empaquetamientos complejos del ADN de cadena doble en los cromosomas

**Estructura  
Terciaria**



**Superenrollamiento:** moléculas circulares cerradas (cromosoma bacteriano, plásmidos)



**Cromosoma Eucariótico**



**Cromosomas Especializados:**  
(politénicos, en escobilla)



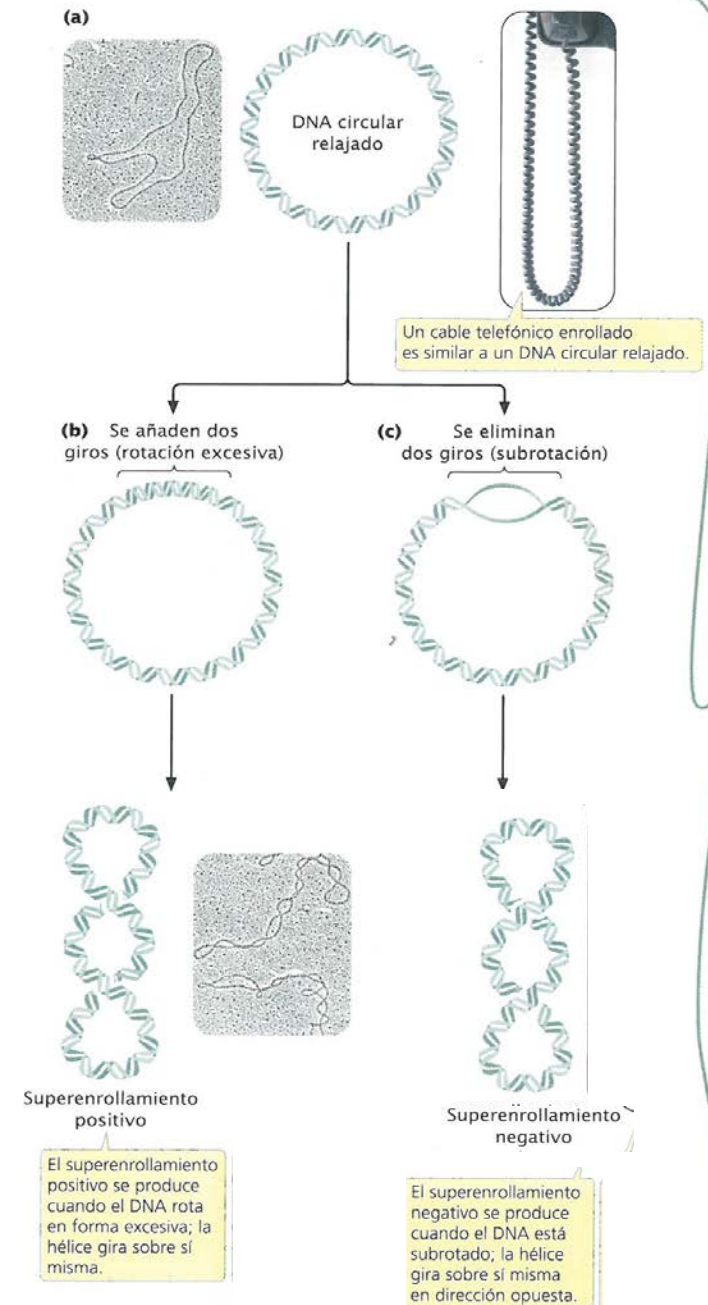
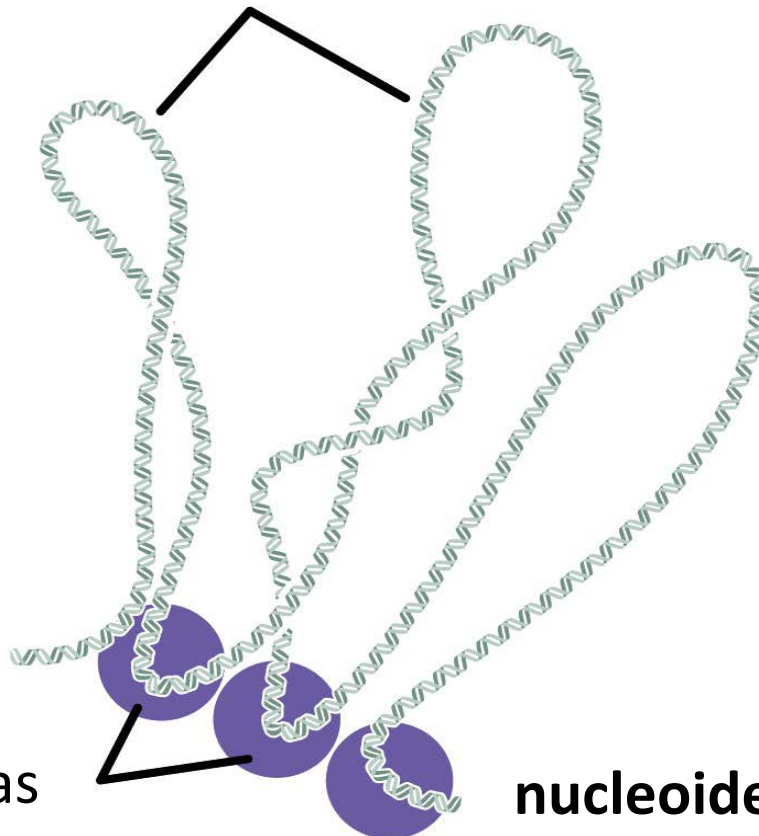
# SUPERENROLLAMIENTO Y CROMOSOMAS BACTERIANOS

Característico de moléculas circulares cerradas

Bucles de ADN

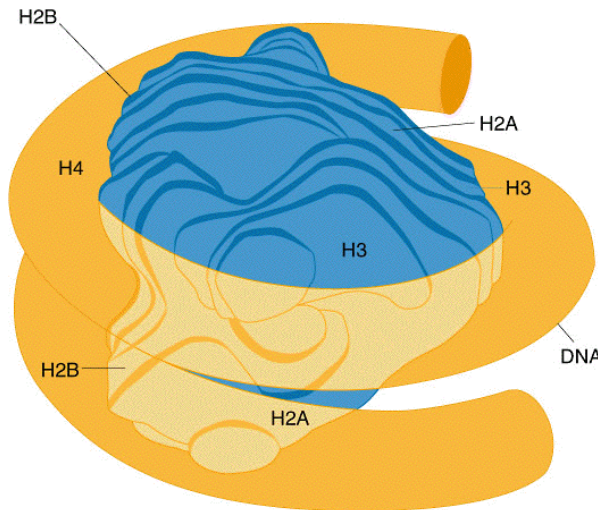
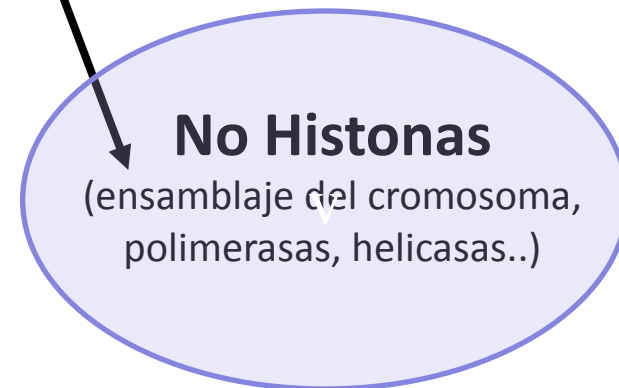
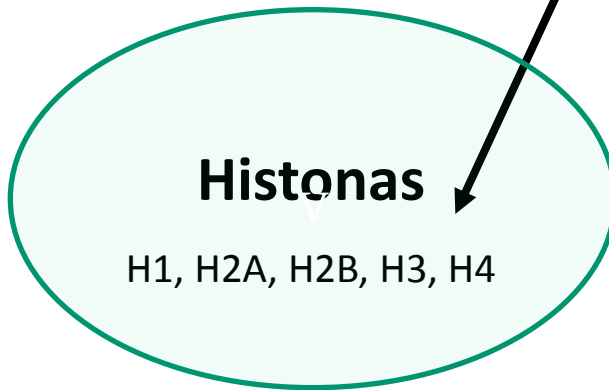
Proteínas

nucleoide



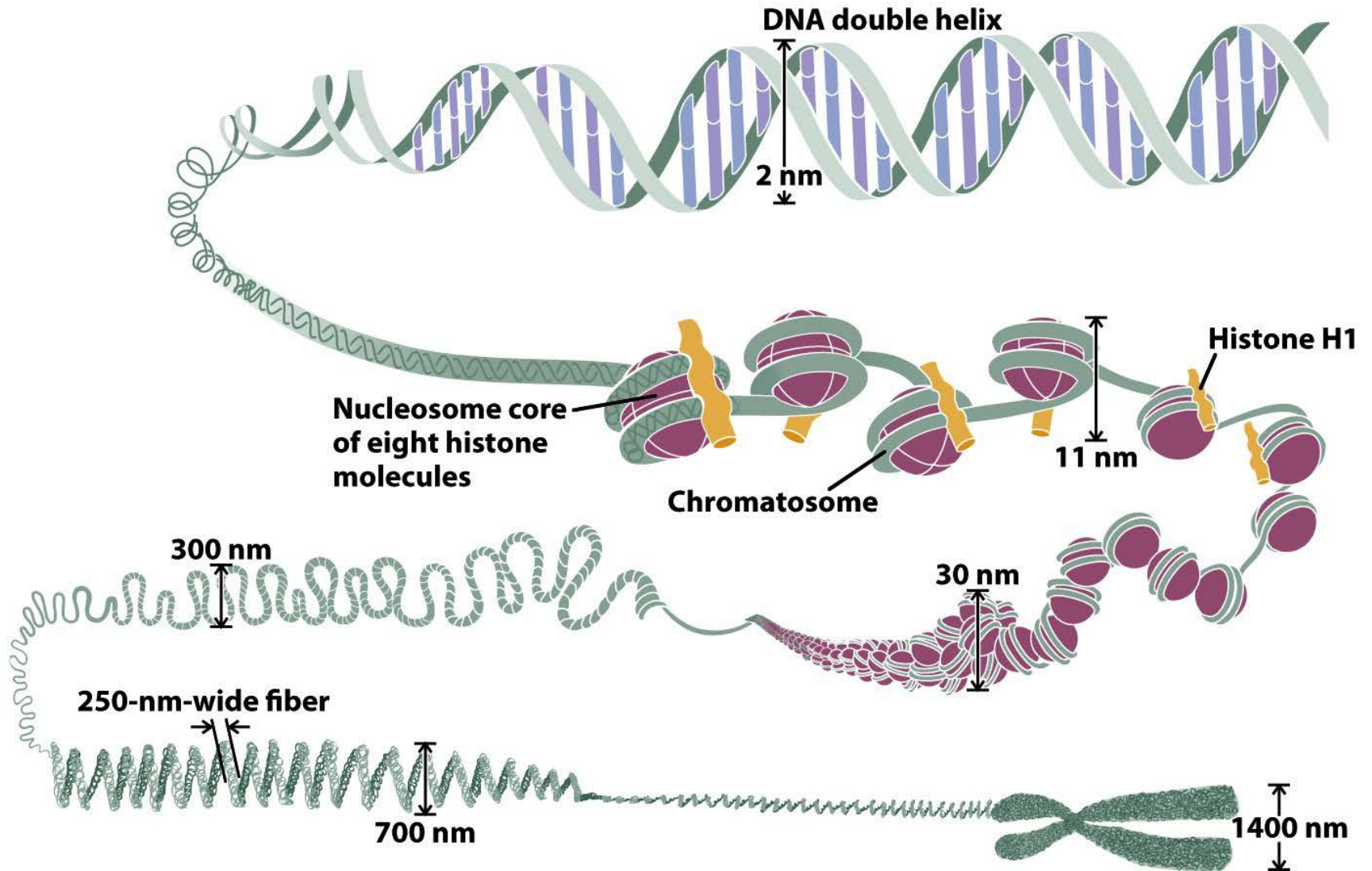
# EL CROMOSOMA EUCARIÓTICO

ADN + Proteínas: **Cromatina**

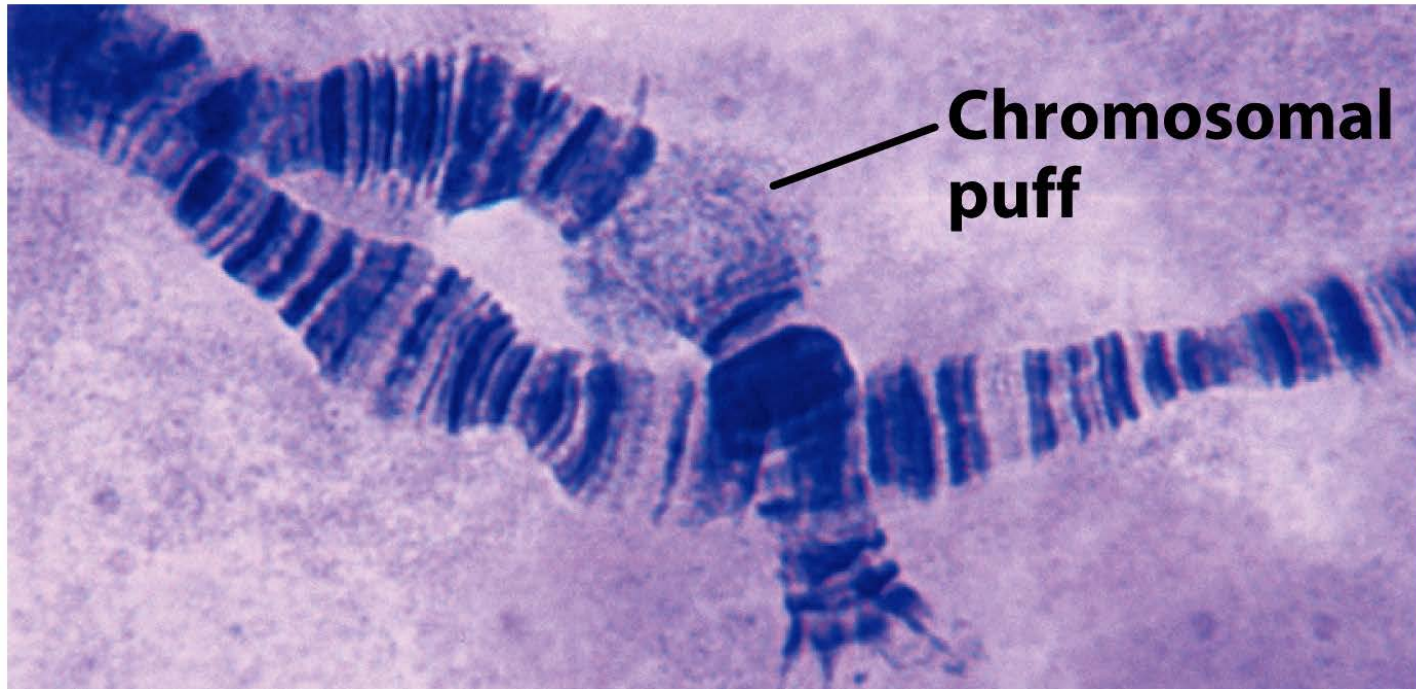


Octámero de Histonas +  
ADN: **Nucleosoma**

# EL CROMOSOMA EUCARIÓTICO



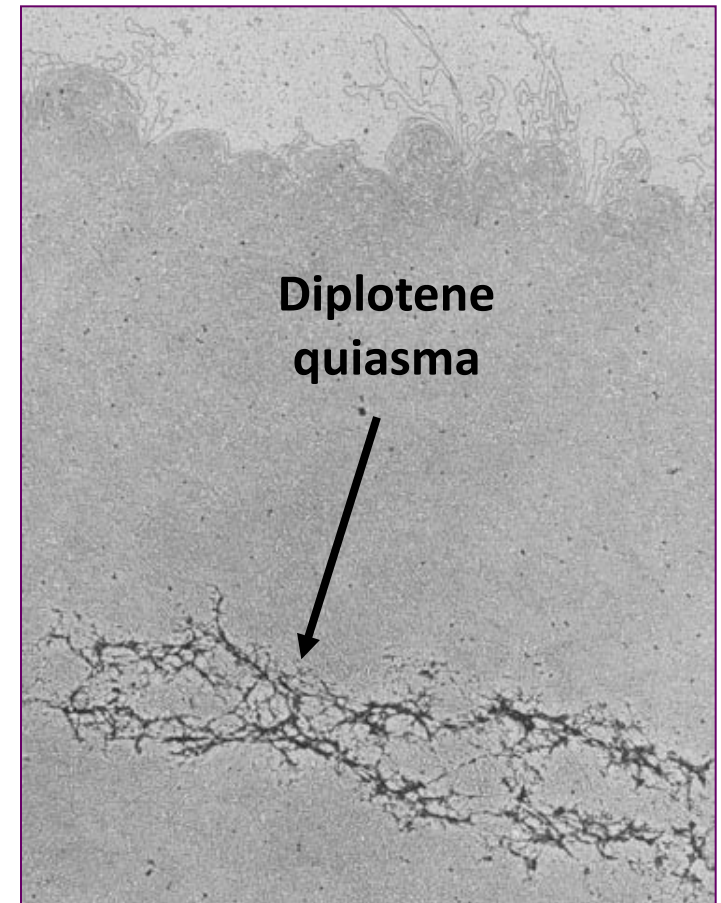
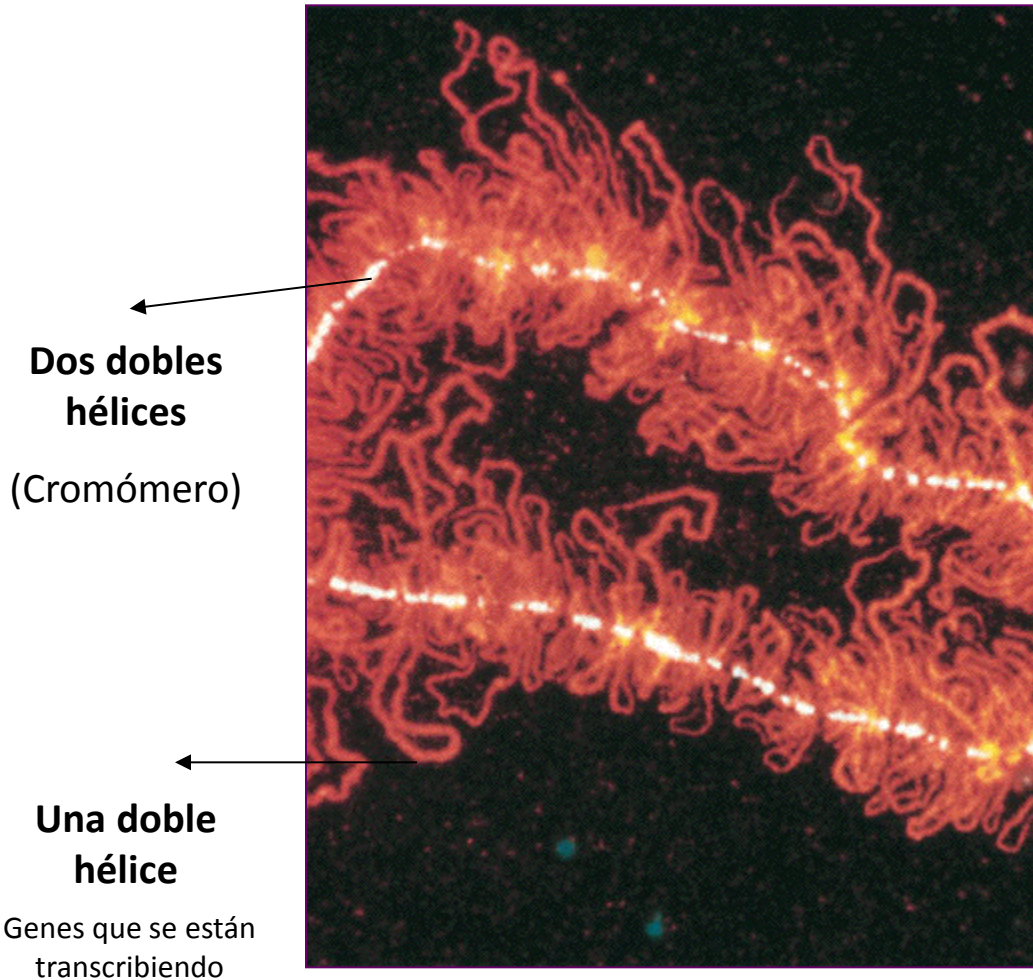
# CROMOSOMAS ESPECIALIZADOS: CROMOSOMAS POLITÉNICOS



- En glándulas salivales, tubo digestivo, recto,... de larvas de las moscas, observables en **interfase**.
- **Cromosomas homólogos** apareados (*¡se encuentran en células somáticas!*)
- Compuesto por **muchas cadenas** de ADN en paralelo
- Bandas desespirilizadas, genes que se están **transcribiendo** (*puff*)



# CROMOSOMAS ESPECIALIZADOS: CROMOSOMA EN ESCOBILLA



- Oocitos de tiburones, salamandras y espermatoцитos de muchos vertebrados
- Versiones **desenrolladas** de los cromosomas meióticos normales.



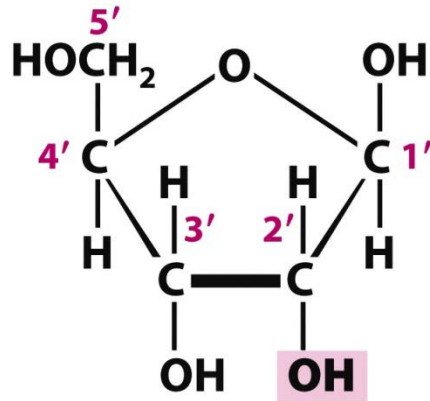
# Estructura del ADN

**ESTRUCTURA PRIMARIA:** estructura de nucleótidos y cómo se unen entre sí.

**ESTRUCTURA SECUNDARIA:** configuración tridimensional estable del ADN.

**ESTRUCTURA TERCIARIA:** empaquetamientos complejos del ADN de cadena doble en los cromosomas.

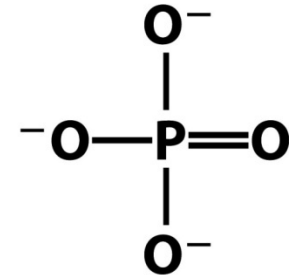
# Estructura del ARN



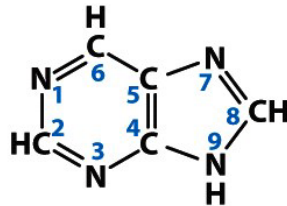
**Ribose**

**Azúcar**

**Grupo  
Fosfato**



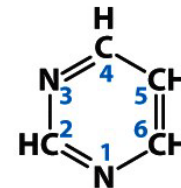
**Phosphate**



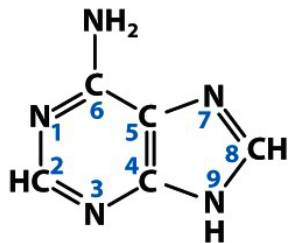
**Purine**  
(basic structure)

**Base**

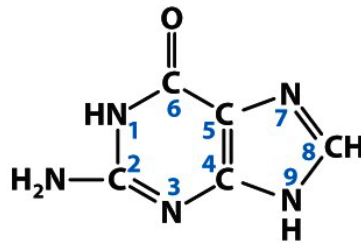
**Nitrogenada**



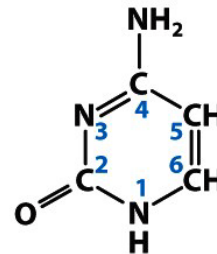
**Pyrimidine**  
(basic structure)



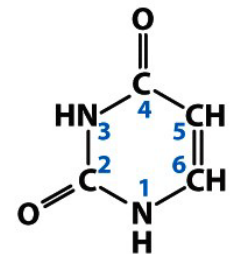
**Adenine (A)**



**Guanine (G)**



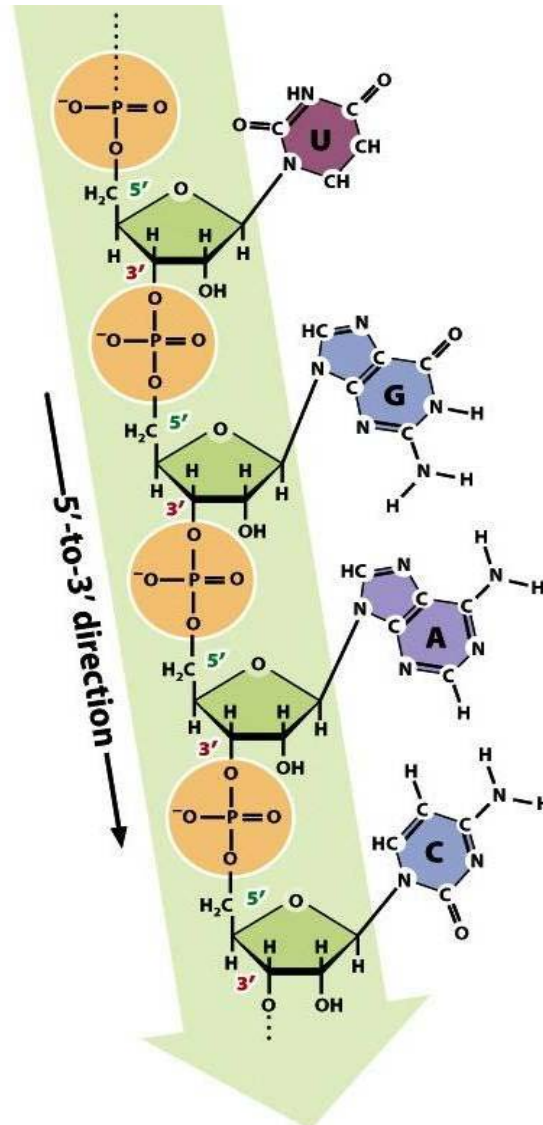
**Cytosine (C)**



**Uracil (U)**  
(present in RNA)

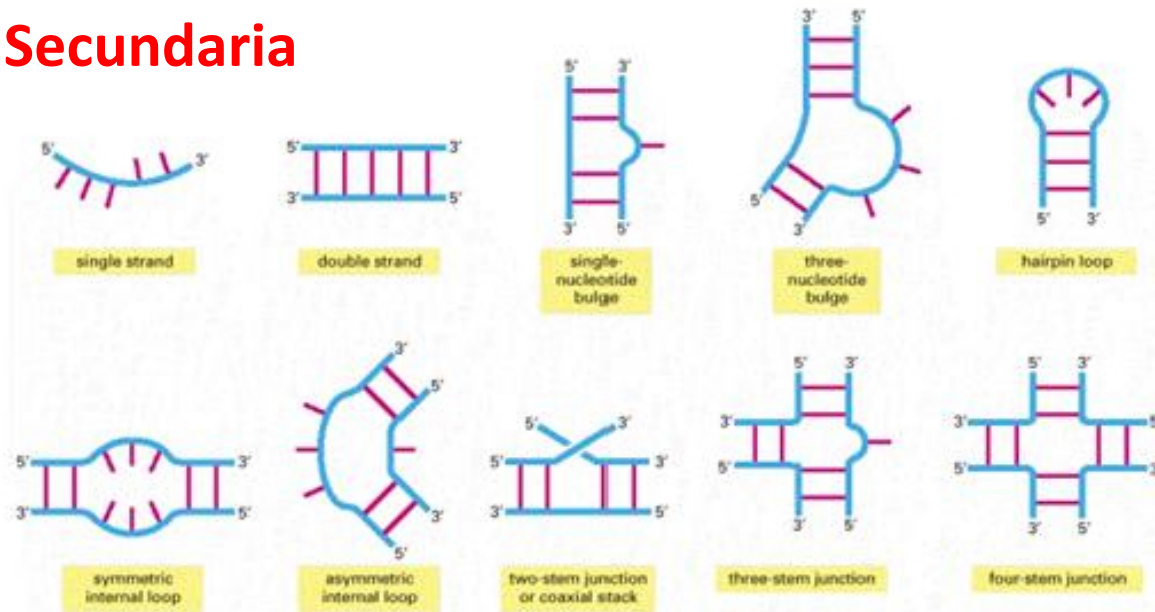
# Estructura del ARN

## Estructura Primaria

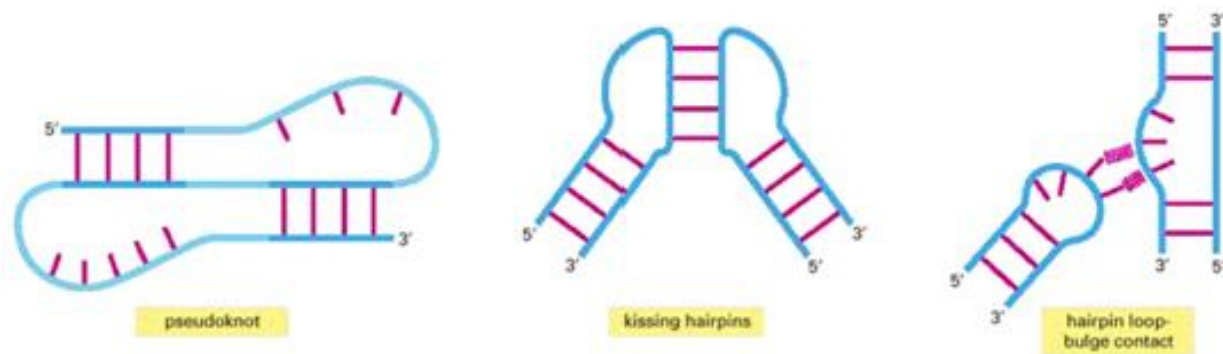


# Estructura del ARN

## Estructura Secundaria

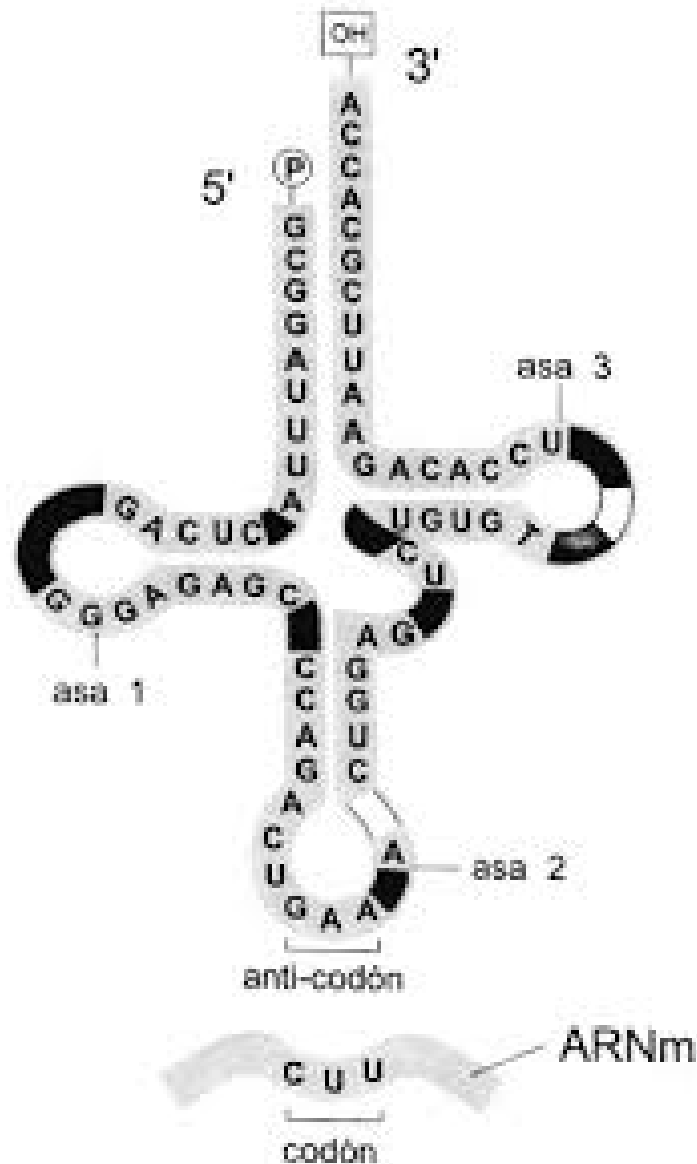


## Estructura Terciaria



# Estructura del ARN

**Estructura  
Secundaria**





# Estructura del ARN

## Ubicación y funciones de las diferentes clases de moléculas de RNA

| Clase de RNA                     | Tipo celular              | Localización de la función en las células eucariontes* | Función                                                      |
|----------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| RNA ribosómico (rRNA)            | Bacterianas y eucariontes | Citoplasma                                             | Componentes estructurales y funcionales del ribosoma         |
| RNA mensajero (mRNA)             | Bacterianas y eucariontes | Núcleo y citoplasma                                    | Es portador del código genético para las proteínas           |
| RNA de transferencia (tRNA)      | Bacterianas y eucariontes | Citoplasma                                             | Ayuda a incorporar los aminoácidos a la cadena polipeptídica |
| RNA nuclear pequeño (snRNA)      | Eucariontes               | Núcleo                                                 | Procesamiento del pre-mRNA                                   |
| MicroRNA (miRNA)                 | Eucariontes               | Citoplasma                                             | Inhibe la traducción del mRNA                                |
| RNA interferente pequeño (siRNA) | Eucariontes               | Citoplasma                                             | Desencadena la degradación de otras moléculas de RNA         |

\*Todos los RNA eucariontes se transcriben en el núcleo.

# EL ARN COMO MATERIAL HEREDITARIO

## Virus Grupos IV-V

*(mosaico del tabaco, ébola, gripe)*

ARN de cadena lineal

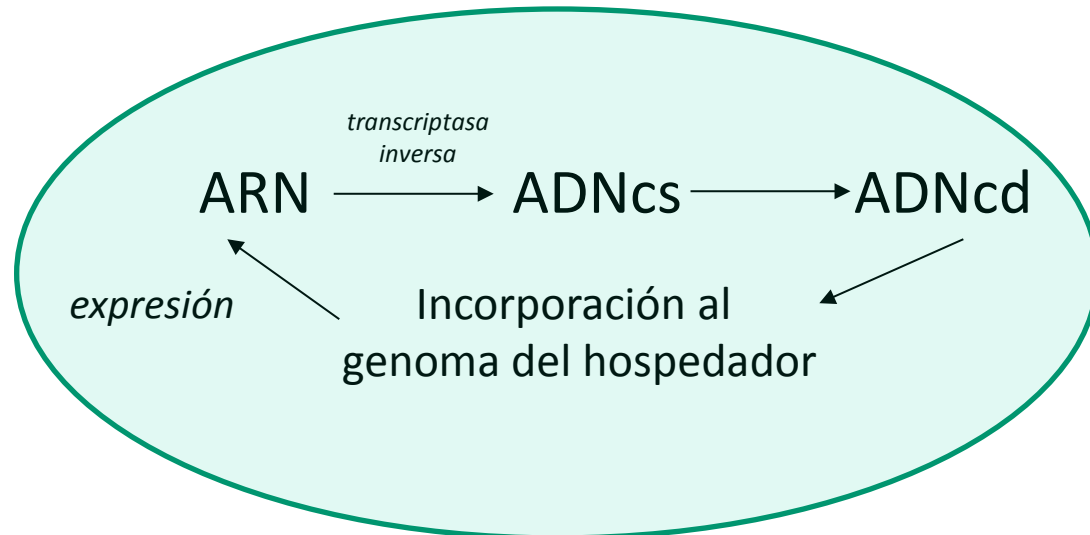
## Virus Grupo III

*(gastroenteritis, lengua azul)*

ARN de cadena doble

## Virus Grupo VI

*(retrovirus, papiloma humano, VIH)*



## Comparación de las estructuras del DNA y el RNA

| <b>Característica</b>                       | <b>DNA</b>          | <b>RNA</b>               |
|---------------------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Compuesto por nucleótidos                   | Sí                  | Sí                       |
| Tipo de azúcar                              | Desoxirribosa       | Ribosa                   |
| Presencia del grupo 2'-OH                   | No                  | Sí                       |
| Bases                                       | A, G, C, T          | A, G, C, U               |
| Nucleótidos unidos por enlaces fosfodiéster | Sí                  | Sí                       |
| Cadena doble o cadena simple                | Habitualmente doble | Habitualmente simple     |
| Estructura secundaria                       | Doble hélice        | Muchos tipos             |
| Estabilidad                                 | Bastante estable    | Se degrada con facilidad |

# Características del Material Hereditario

## Almacenar la información

Instrucciones para todos los rasgos y funciones. La información debe ser estable pero tener cierta capacidad de variar

## Replicarse

Las instrucciones deben copiarse con fidelidad. Se rompen los puentes de hidrógeno y cada molécula sirve de molde

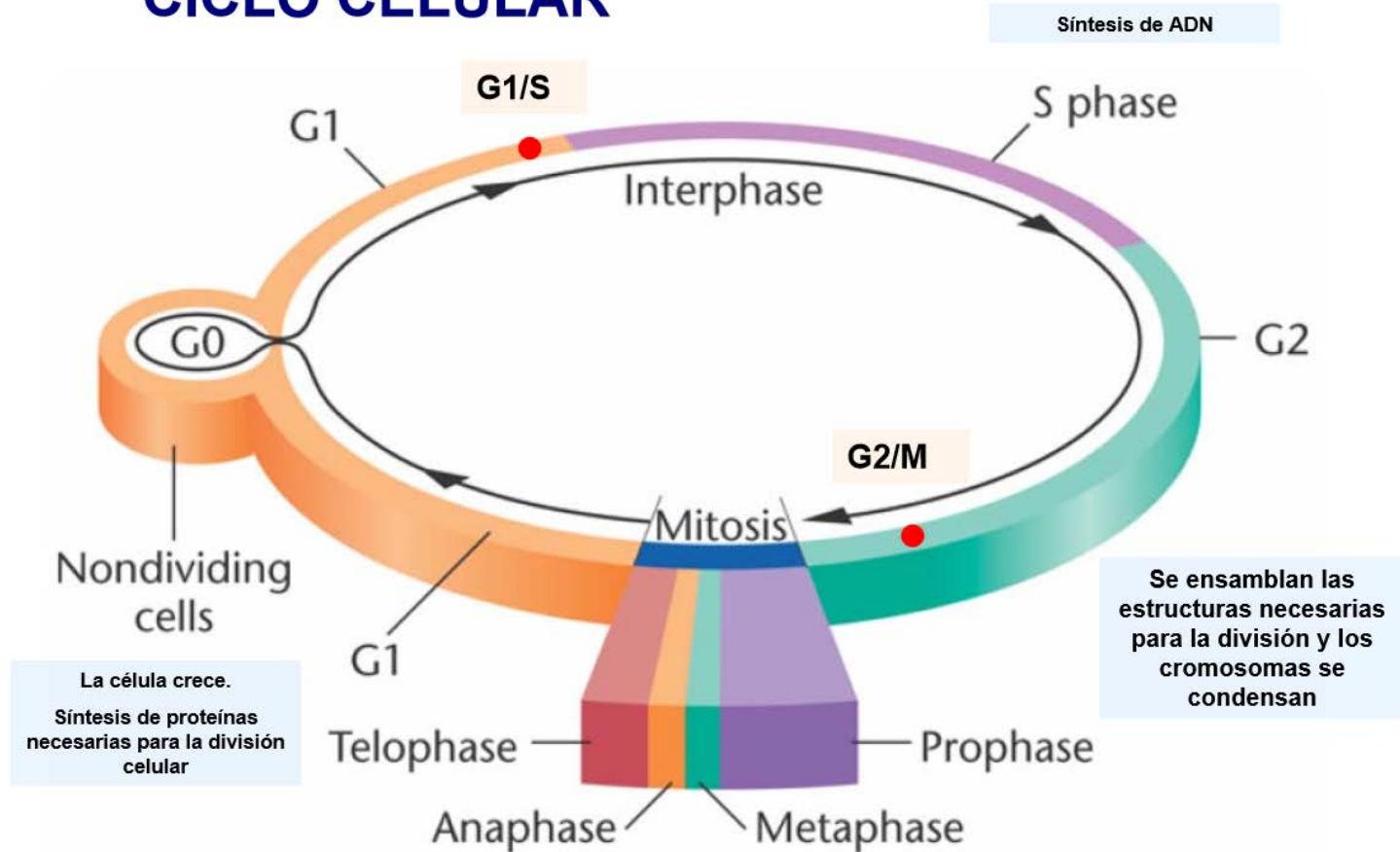
## Expresar la información

Traducción, relación genotipo-fenotipo. Dogma central de la Biología *ADN*->*ARN*->*Proteína*

# Bases moleculares de la Replicación



## CICLO CELULAR

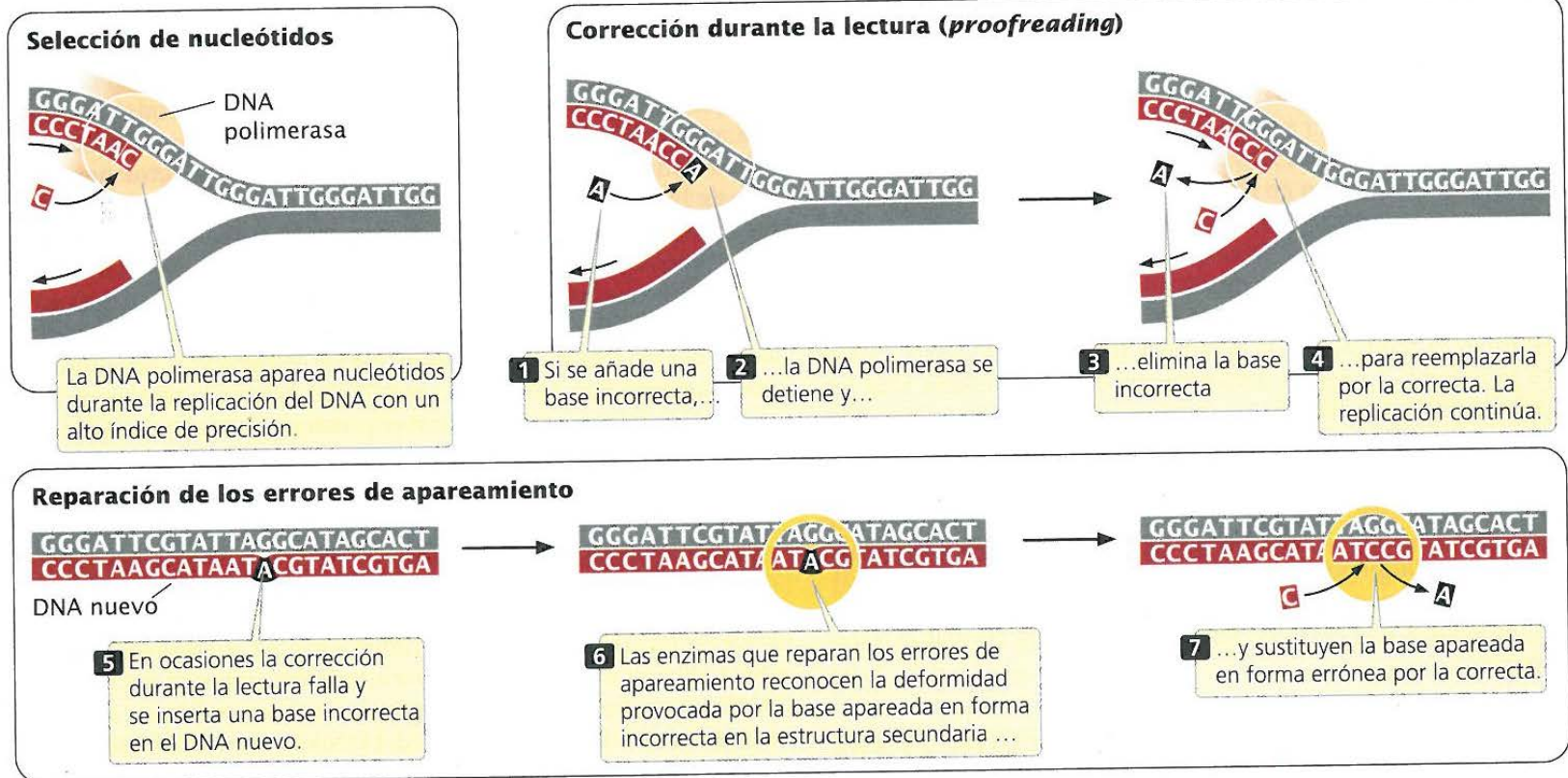




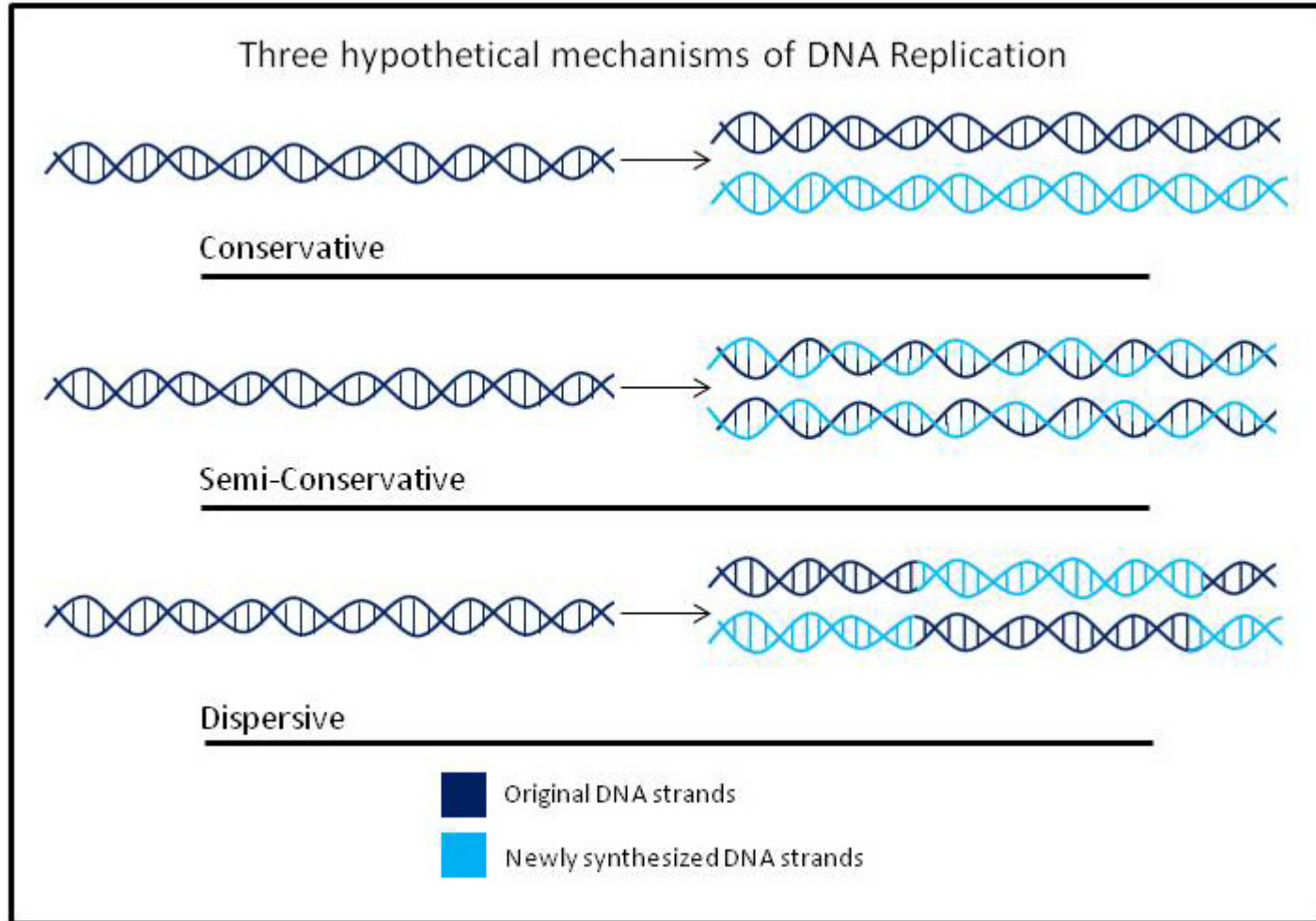
# Bases moleculares de la Replicación

La replicación es el proceso por el cual una célula duplica su ADN antes de dividirse, con fidelidad y rapidez

**Tasa de error global:** *menos de 1 cada mil millones de nucleótidos*

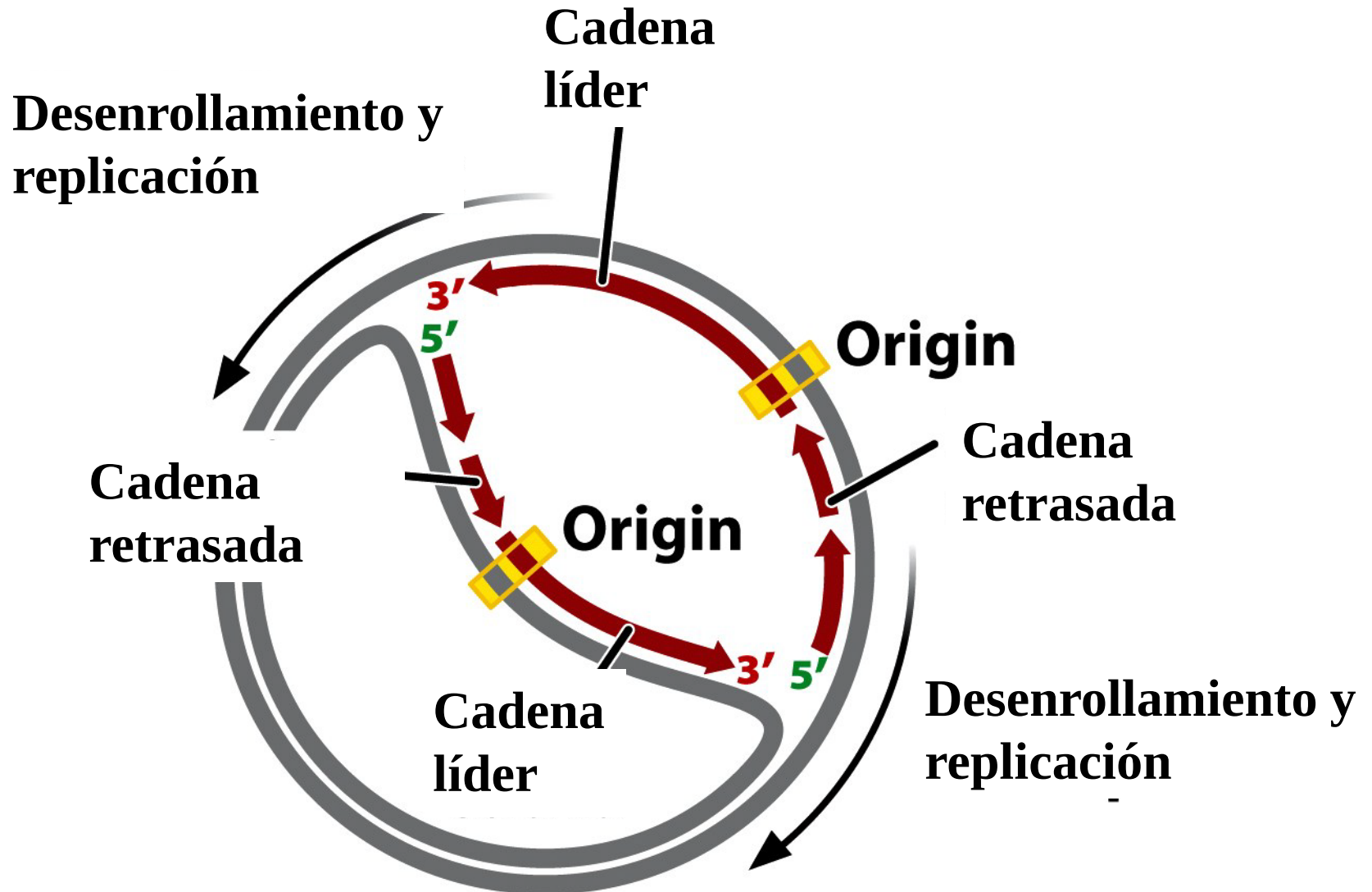


# Modelos de Replicación del ADN



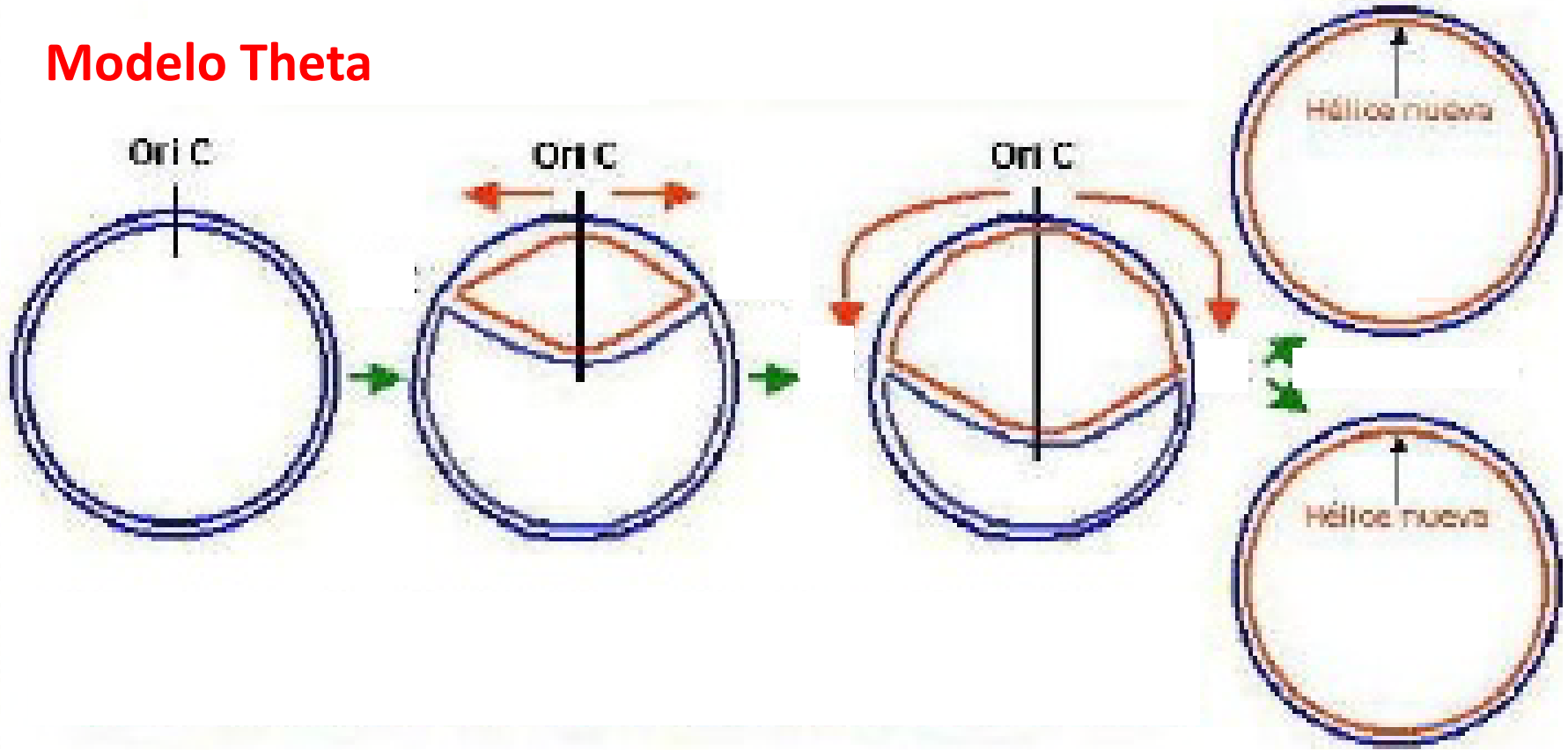
# Tipos de Replicación

## Modelo Theta



# Tipos de Replicación

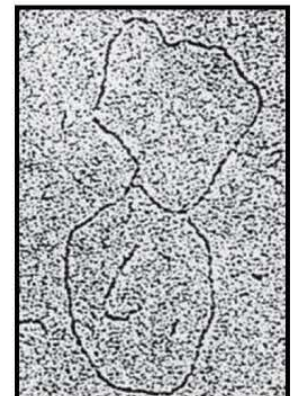
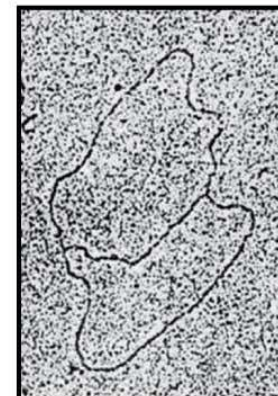
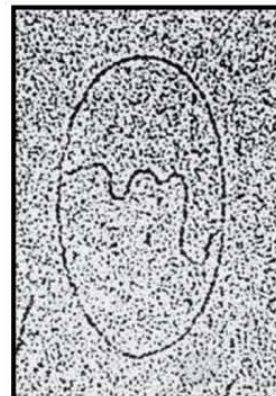
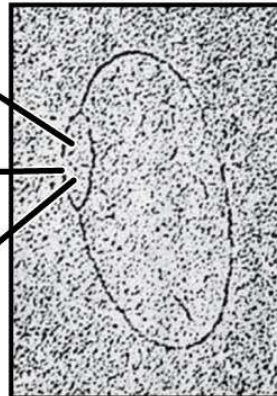
## Modelo Theta



Replication  
fork

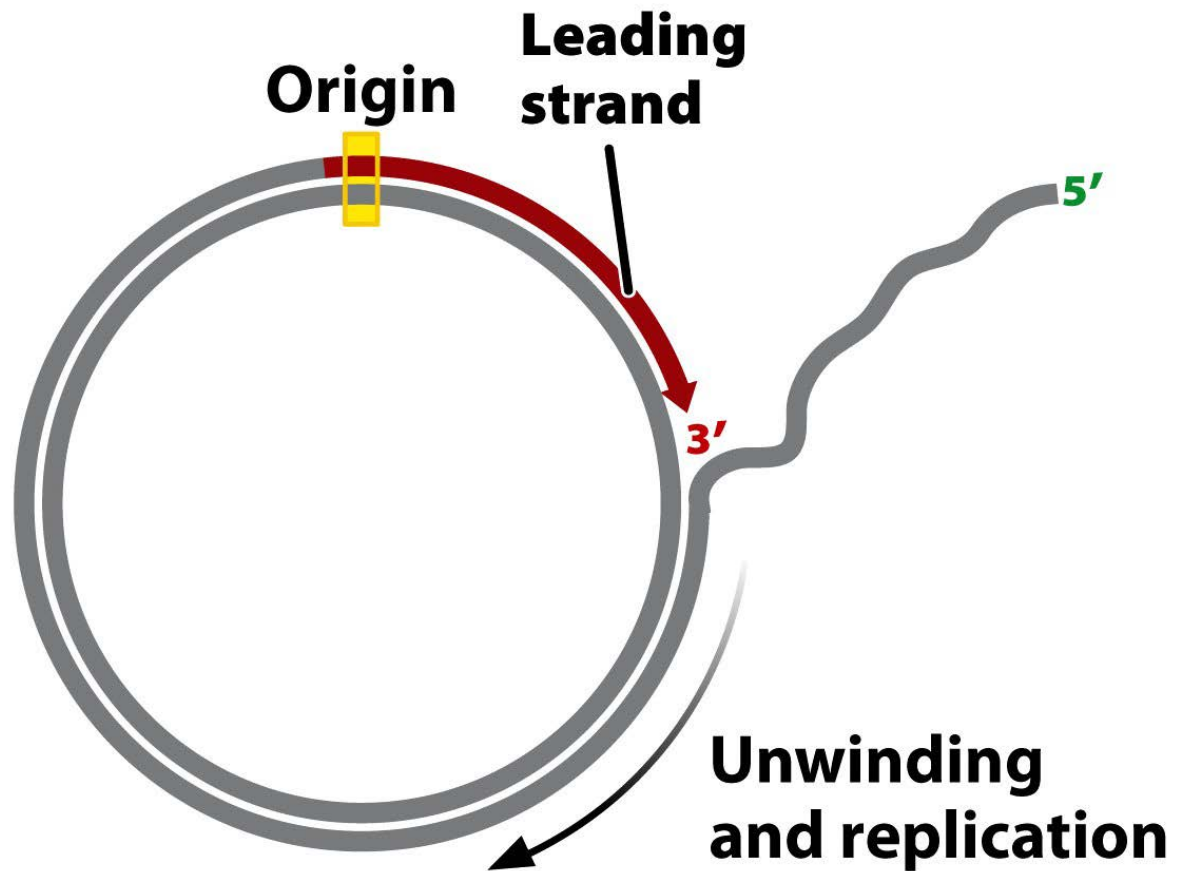
Origin of  
replication

Replication  
bubble



# Tipos de Replicación

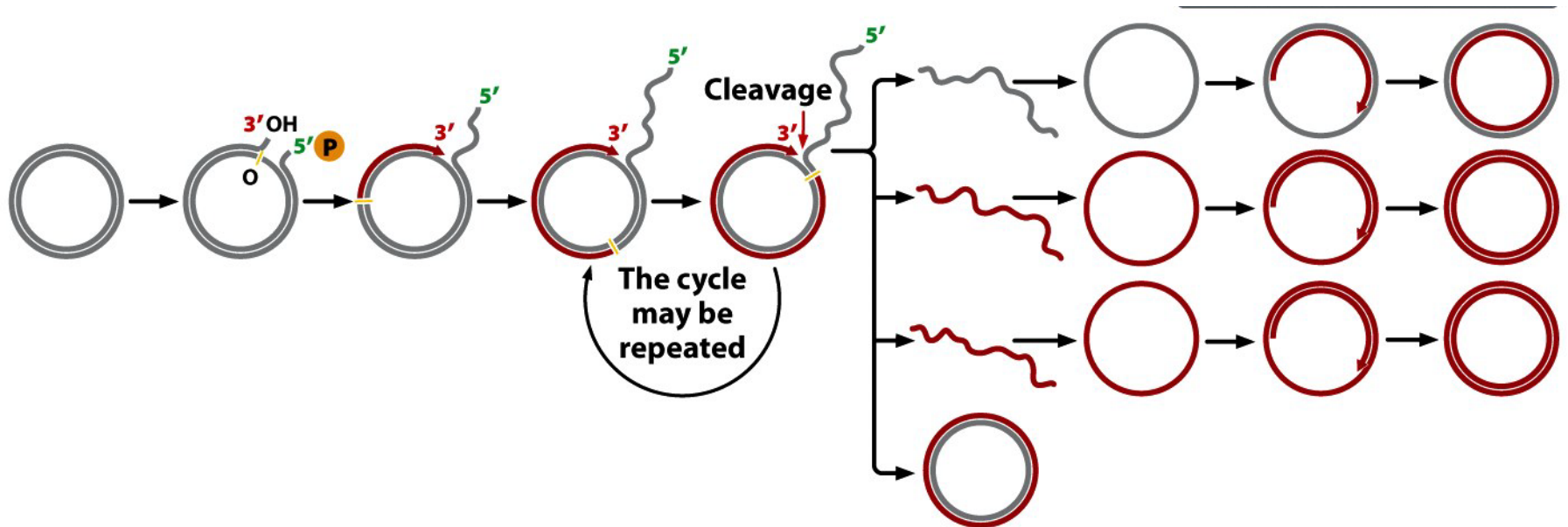
## Círculo Rodante





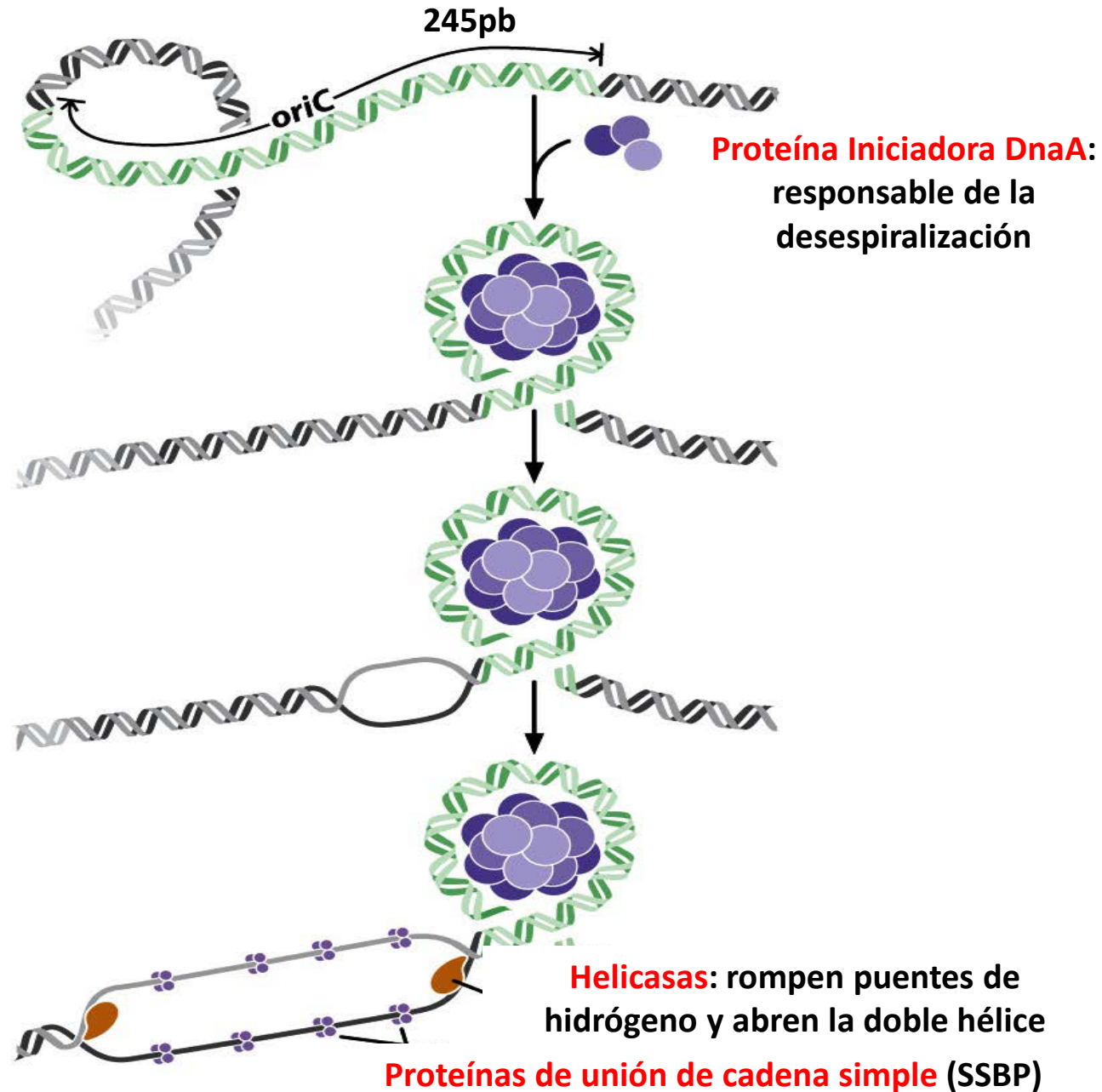
# Tipos de Replicación

## Círculo Rodante



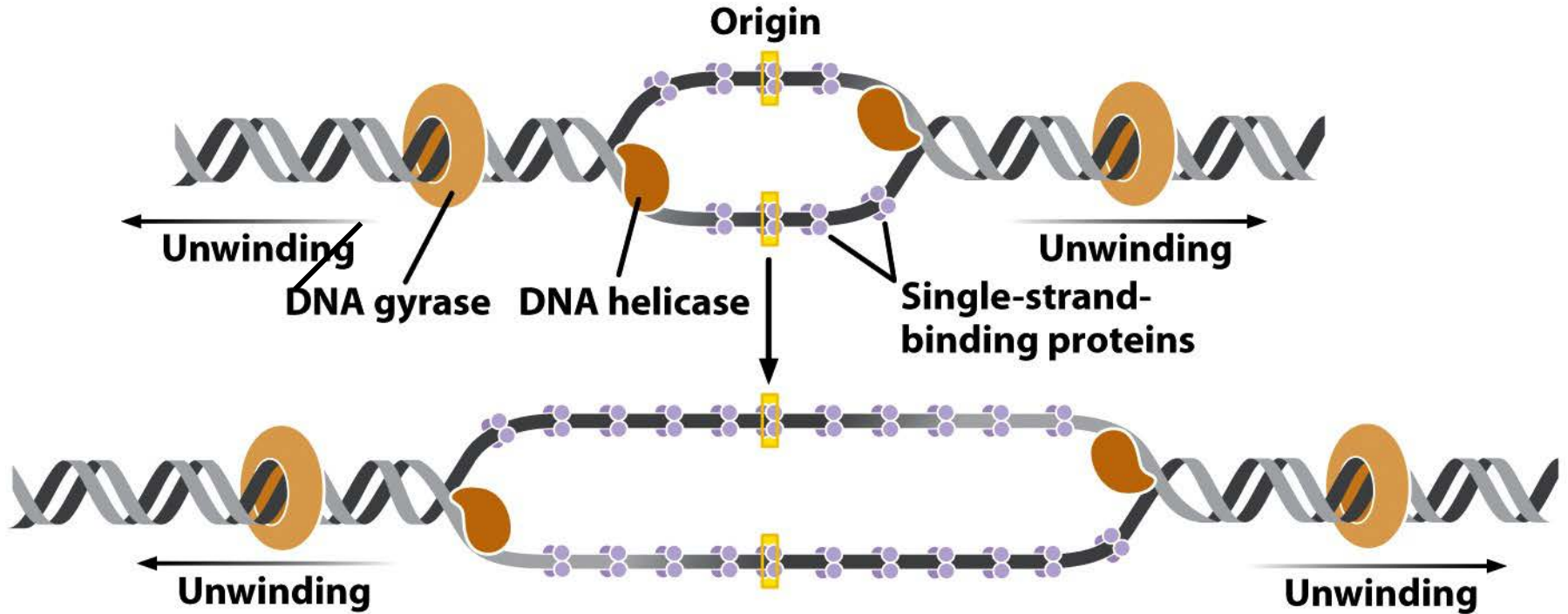
# Fases de la Replicación en Bacterias

## Inicio



# Fases de la Replicación en Bacterias

## Desenrollamiento

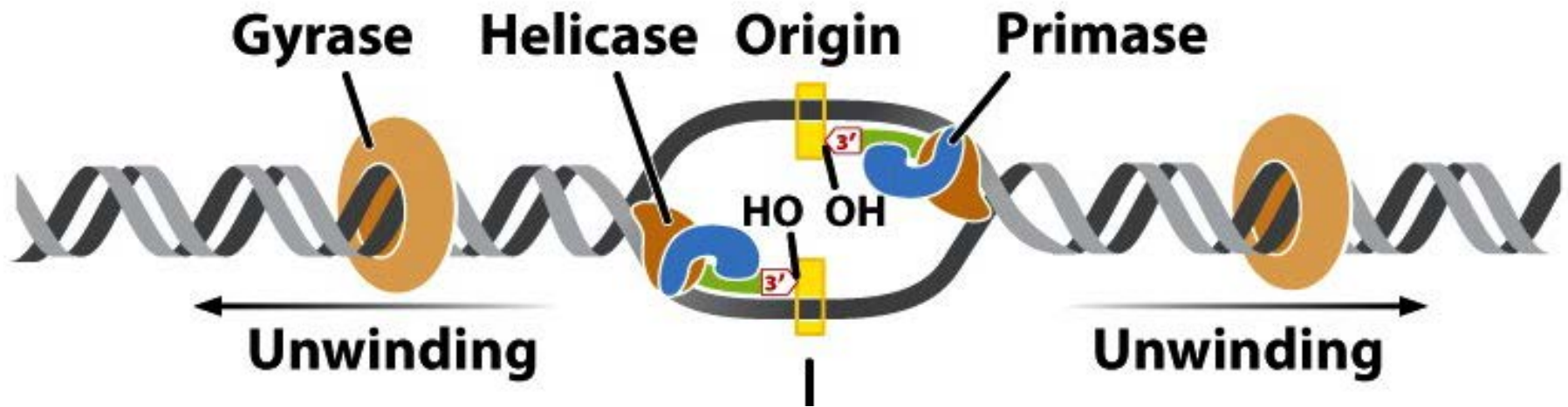


**DNA girasa:** relaja el superenrollamiento que se produce delante de la horquilla

# Fases de la Replicación en Bacterias

## Elongación

**Primasa:** RNA polimerasa. Sintetiza 10-12 nucleótidos de ARN. Proporciona un extremo 3'OH libre. **ADN Polimerasa III:** inicia la síntesis.

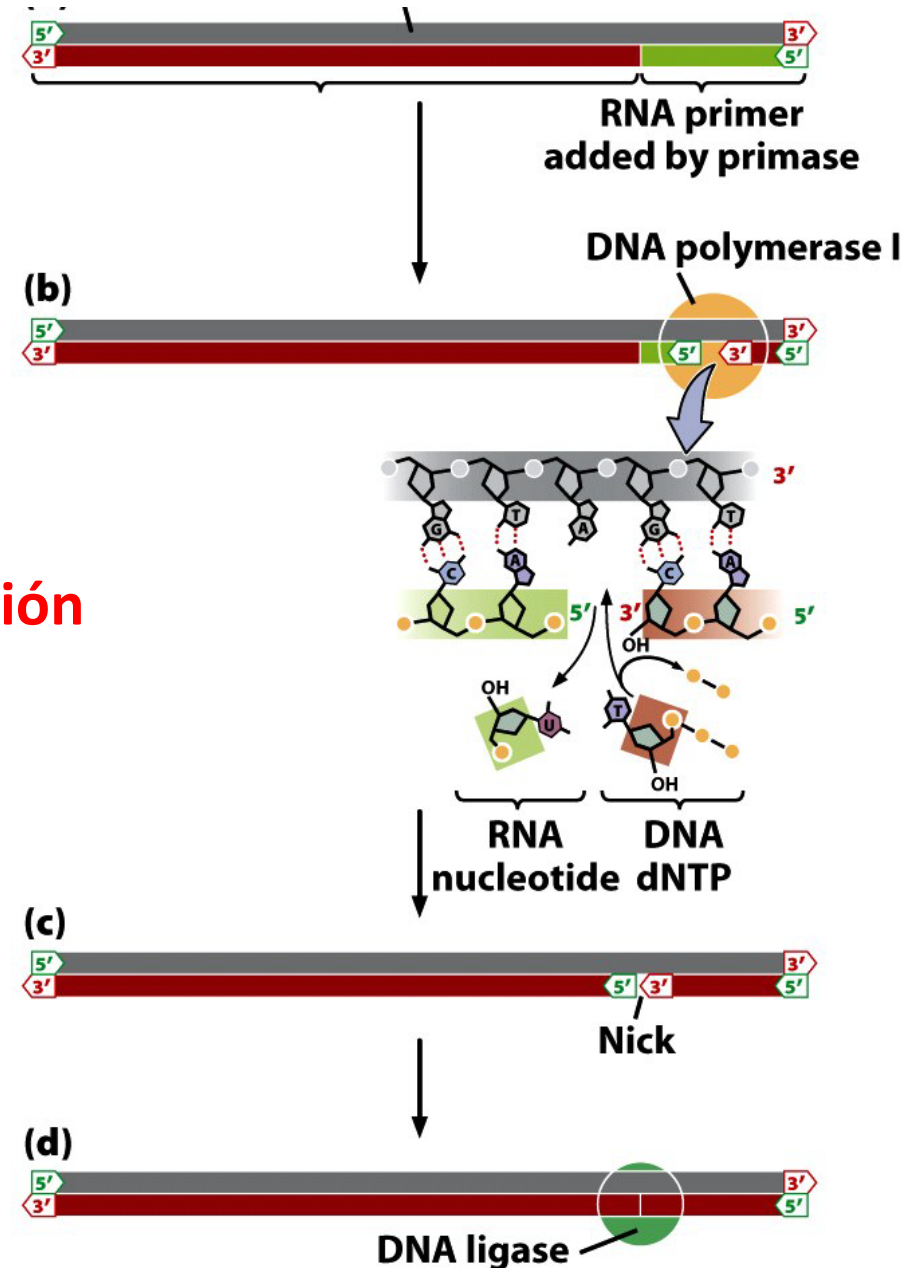


# Fases de la Replicación en Bacterias

**ADN Polimerasa I:** Elimina el cebador de ARN. Rellena el hueco con nucleótidos de ADN

## Elongación

**ADN ligasa:** Cataliza el enlace fosfodiéster que sella el hueco

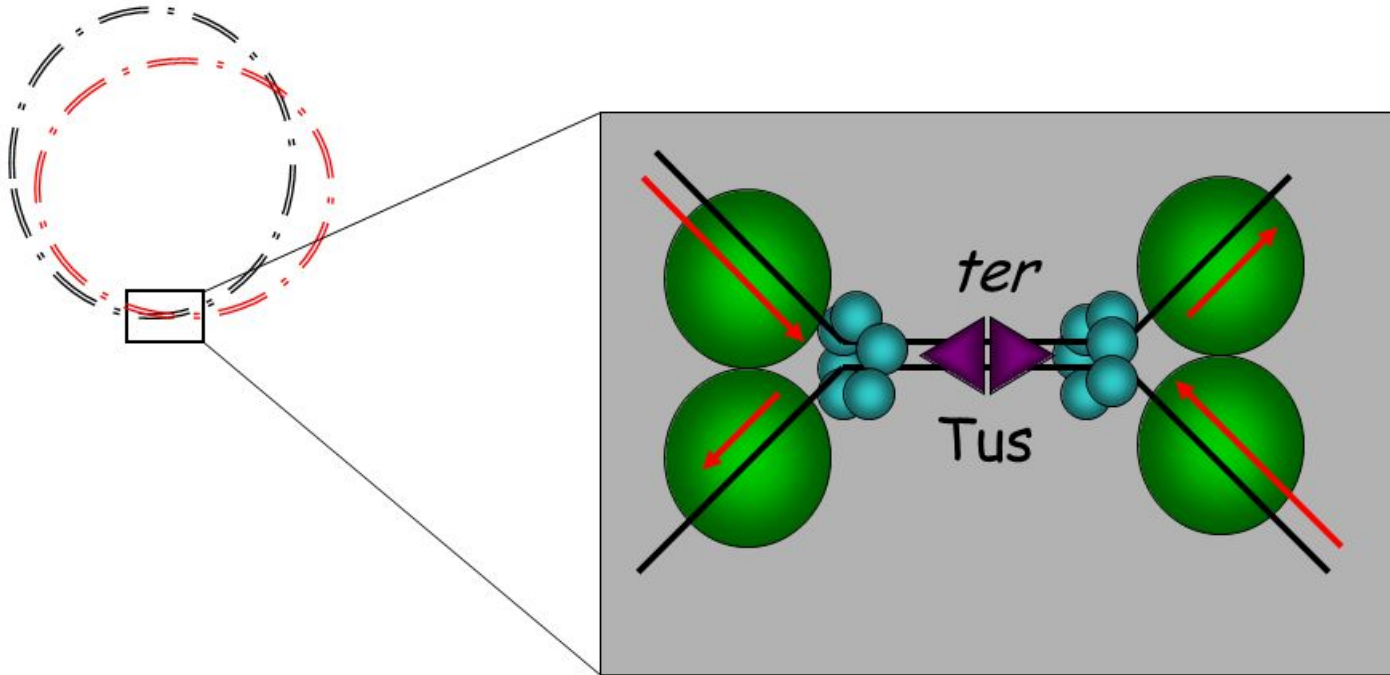




# Fases de la Replicación en Bacterias

## Terminación

Dos horquillas de replicación convergen en una región terminadora llamada **TER**. Proteínas de terminación **TUS** bloquean el movimiento de la helicasa.



# Componentes que se requieren para la replicación en células bacterianas

| Componente                         | Función                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Proteína de iniciación             | Se une al origen y separa las cadenas de ADN para iniciar la replicación                                                                                                                              |
| DNA helicasa                       | Desenrolla el ADN en la horquilla de replicación                                                                                                                                                      |
| Proteínas de unión a cadena simple | Se une al ADN de cadena simple y evita la formación de estructuras secundarias                                                                                                                        |
| DNA girasa                         | Se mueve próxima a la horquilla de replicación, corta y vuelve a unir el ADN de doble hélice para liberar el torque que se produce como resultado del desenrollamiento en la horquilla de replicación |
| DNA primasa                        | Sintetiza cebadores cortos de RNA para proporcionar un grupo 3'-OH para la unión de los nucleótidos de ADN                                                                                            |
| DNA polimerasa III                 | Alarga la nueva cadena de nucleótidos a partir del grupo 3'-OH<br>Actividad polimerasa 5'-3'. Actividad Exonucleasa 3'-5'                                                                             |
| DNA polimerasa I                   | Elimina los cebadores de RNA y los sustituye por moléculas de DNA.<br>Actividad polimerasa 5'-3'. Actividad Exonucleasa 3'-5'<br>Actividad Exonucleasa 5'-3'                                          |
| DNA ligasa                         | Une fragmentos de Okazaki por medio del sellado de las muescas en la estructura de azúcar-fosfato                                                                                                     |

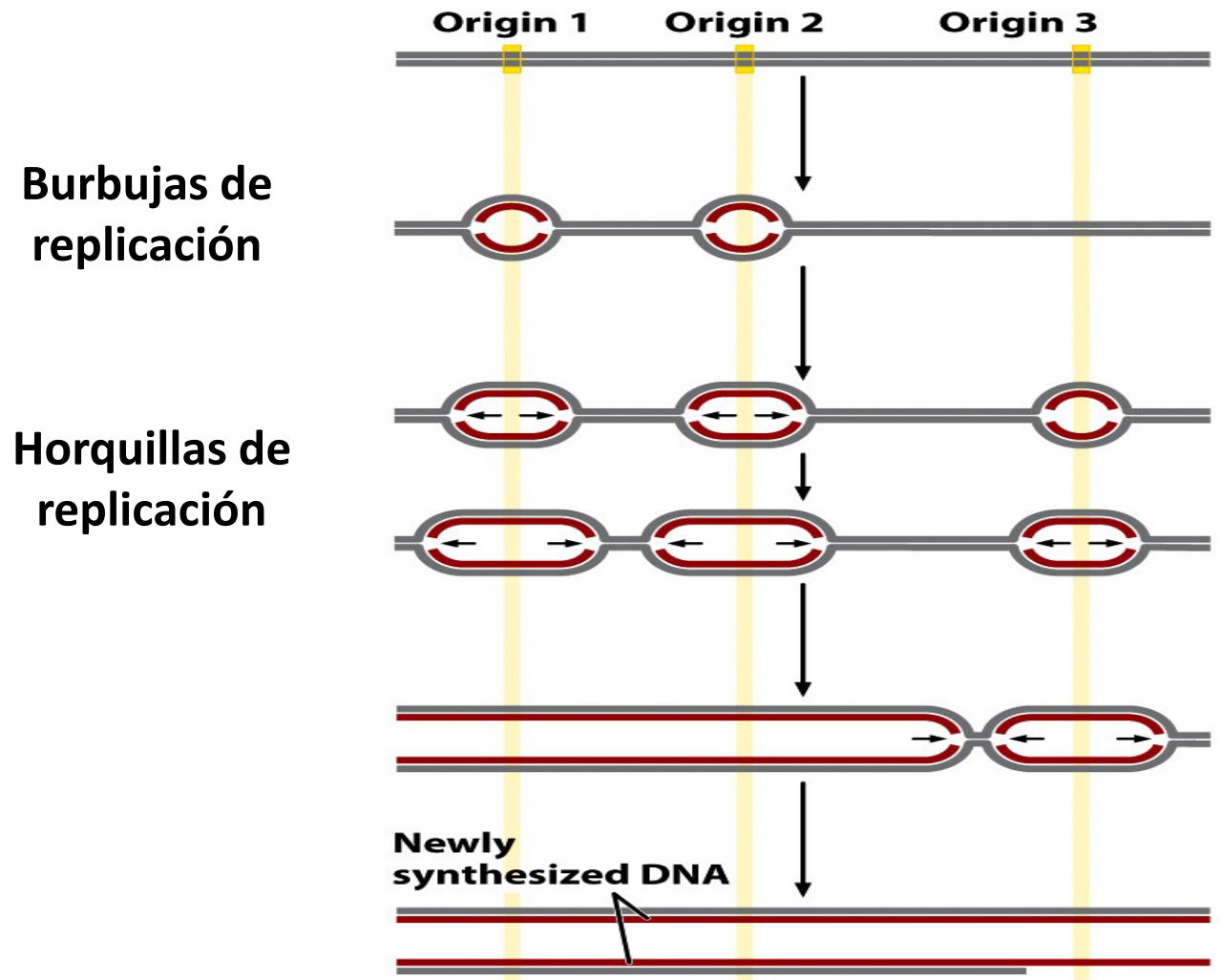
# Bases moleculares de la Replicación

La replicación en el **ADN eucariota** es similar al bacteriano pero:

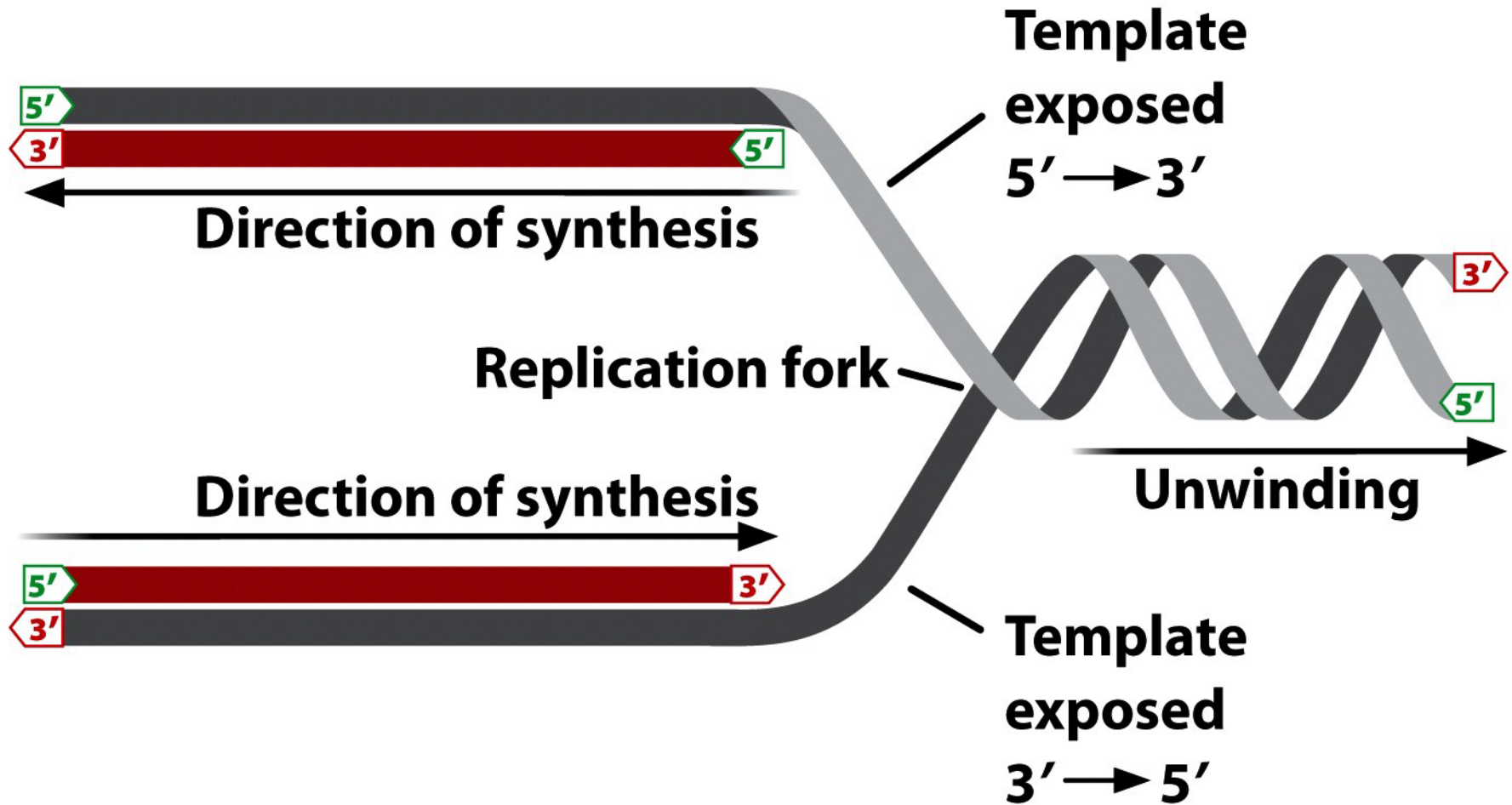
- Tamaño de **genoma más grande** y requiere muchos **orígenes de replicación** (permiso de replicación)
- ADN asociado a proteínas **histonas**
- Cromosomas **lineales**

# Tipos de Replicación

## Replicación eucarionte lineal

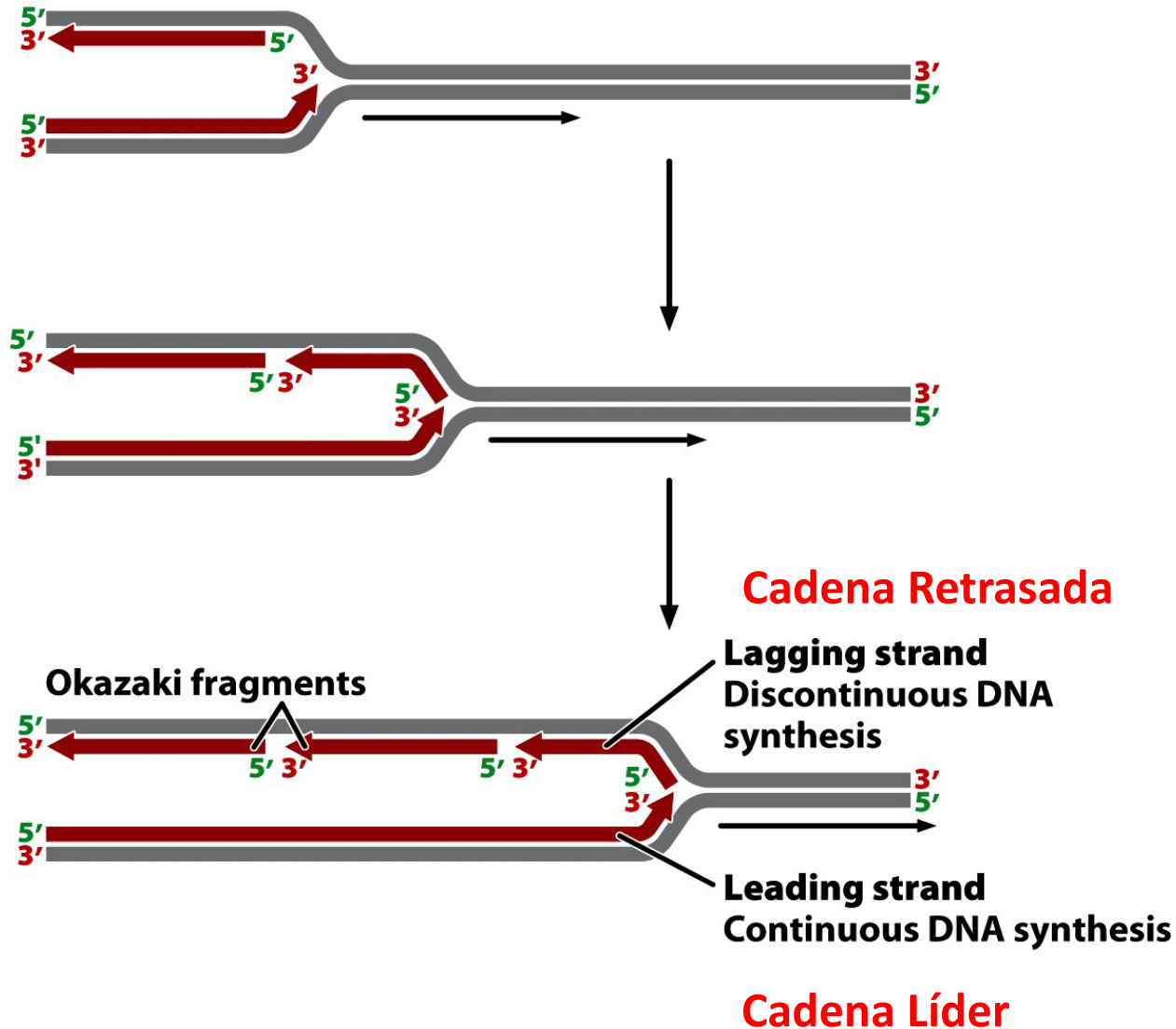


# Bases moleculares de la Replicación



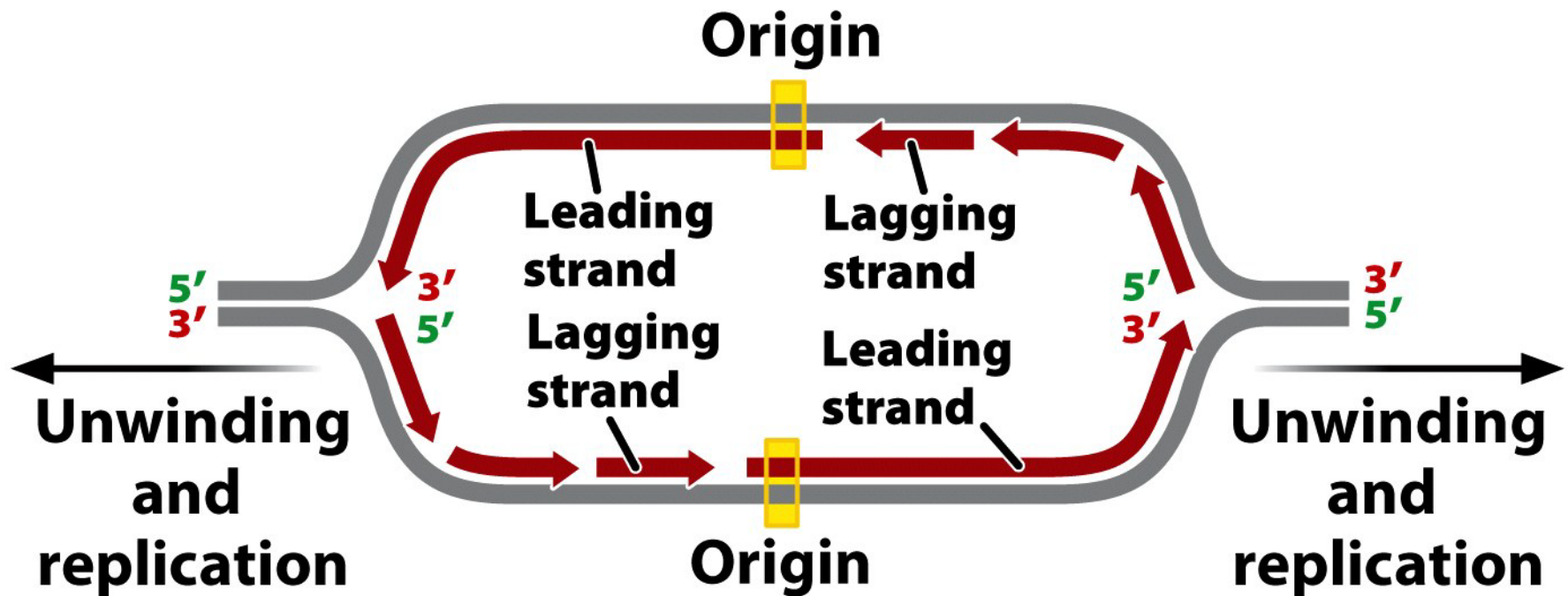


# Bases moleculares de la Replicación

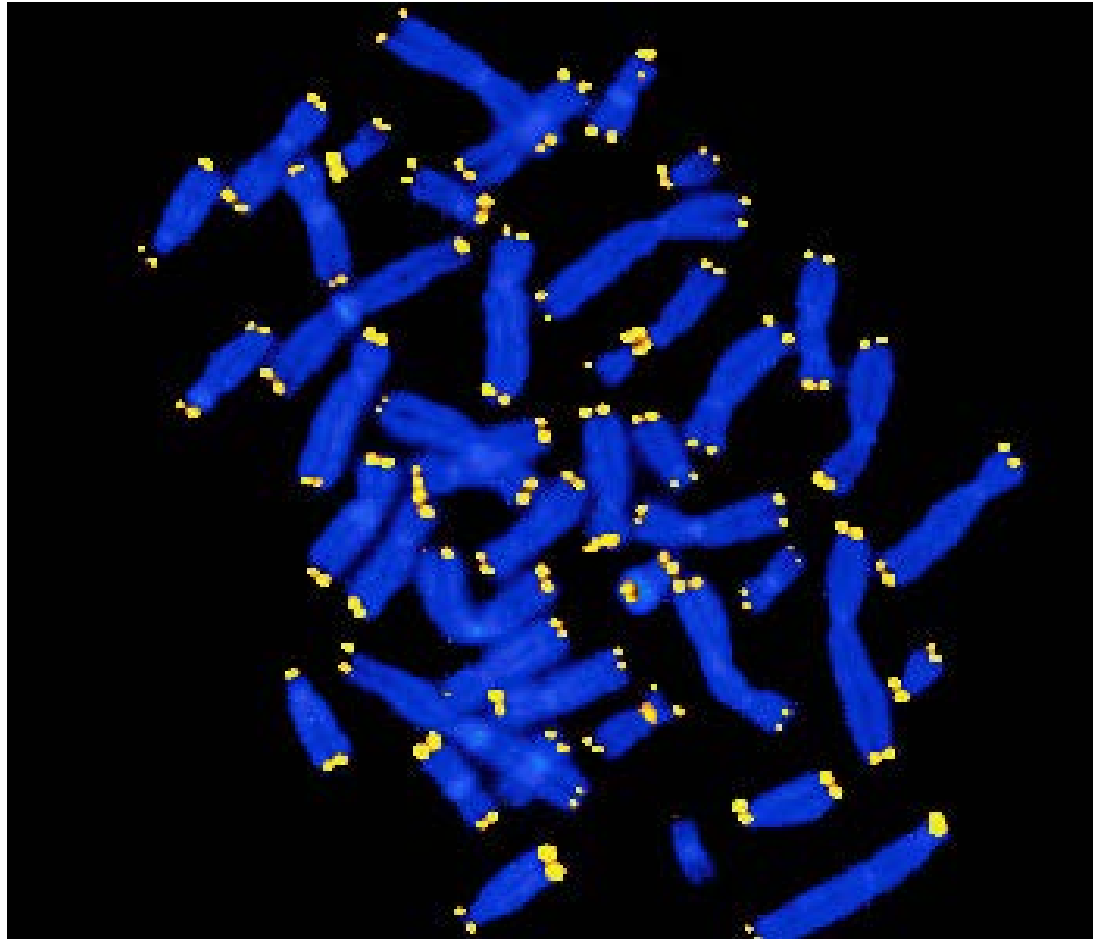


# Bases moleculares de la Replicación

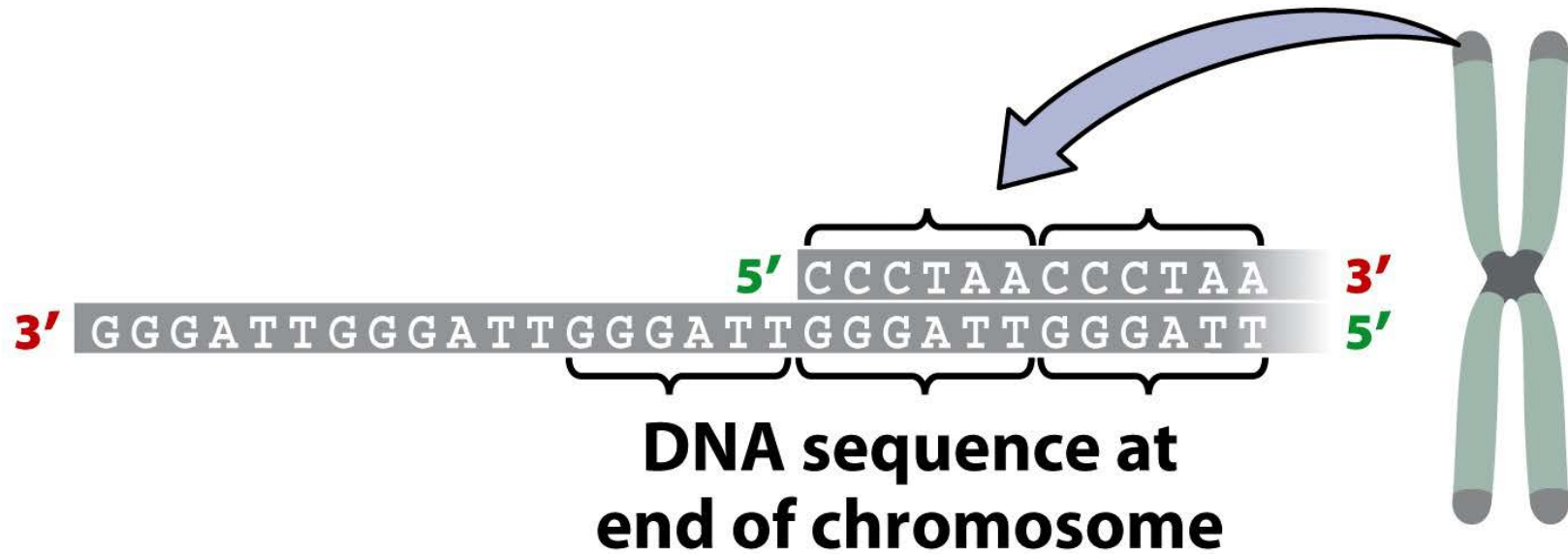
## Linear eukaryotic replication



# El Problema de la Replicación de los Telómeros

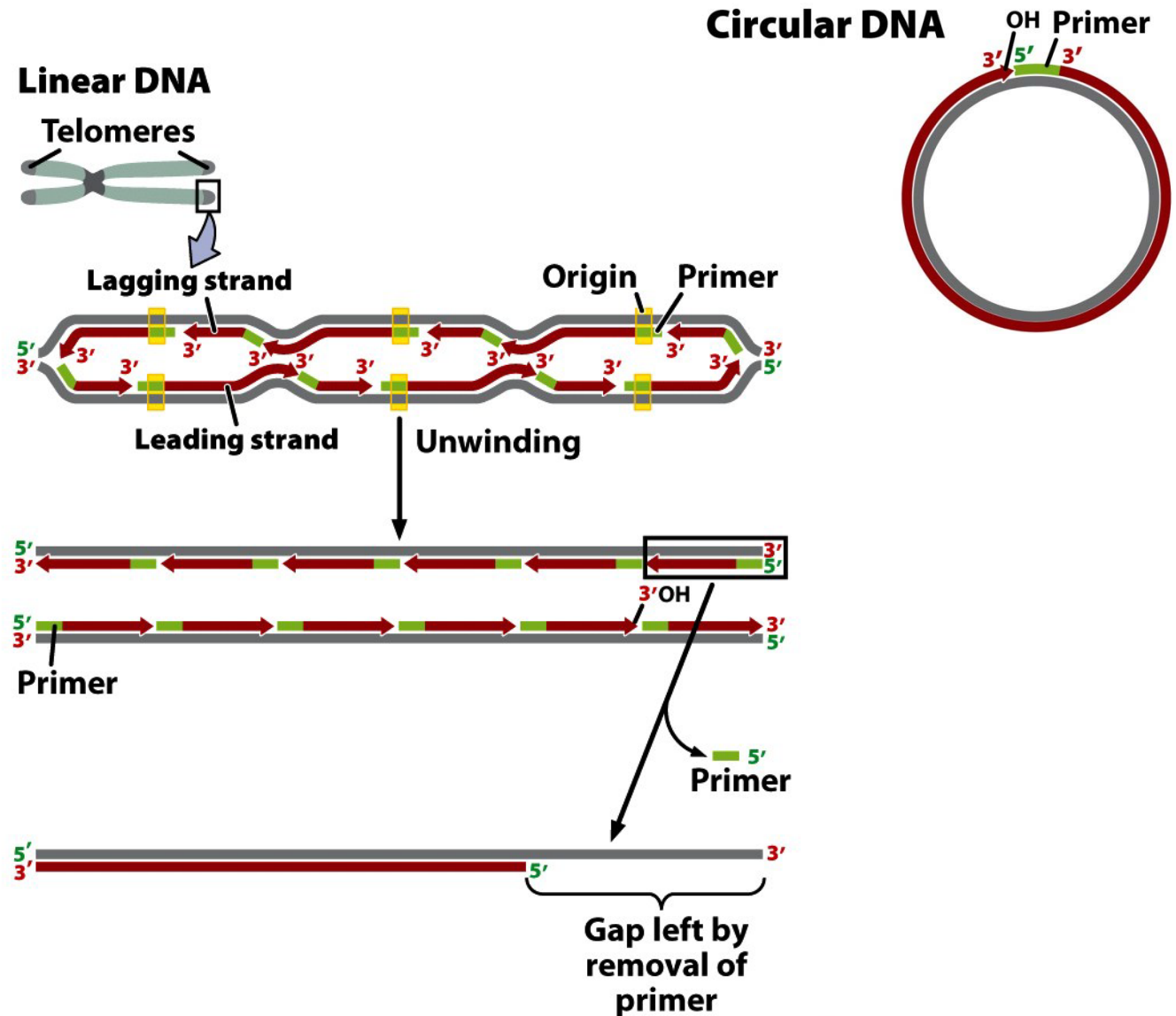


# Los Telómeros

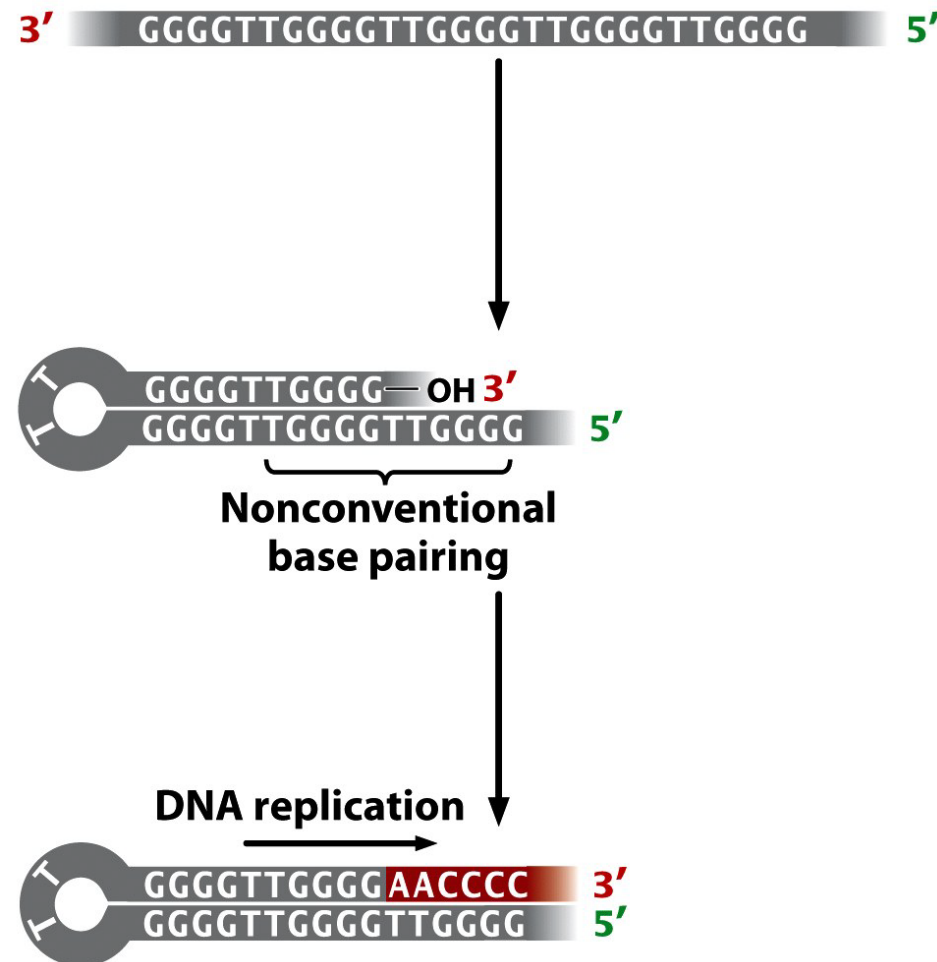
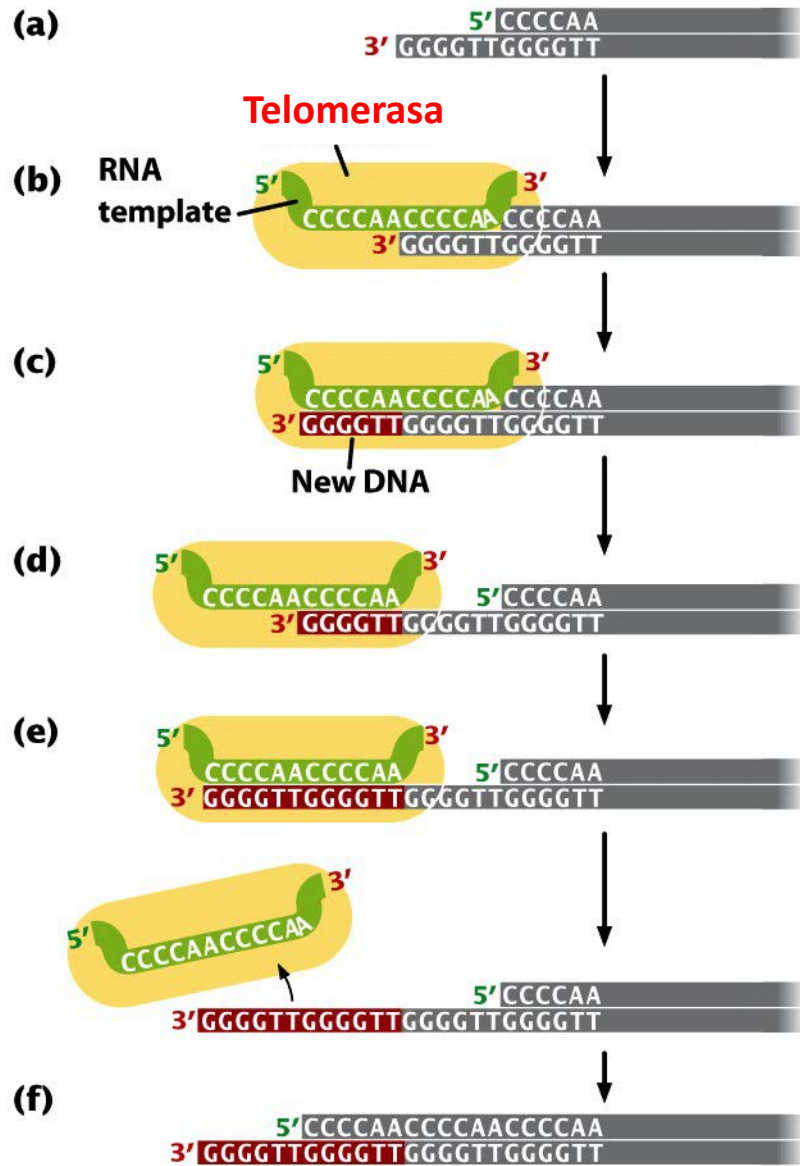


- **Extremos** de los cromosomas lineales
- **Impiden el acortamiento** del cromosoma tras sucesivas rondas de replicación
- En humanos la **secuencia telomérica** CCCTAA se repite entre 250-1500 veces

# El Problema de la Replicación de los Telómeros



# El Problema de la Replicación de los Telómeros





# El Problema de la Replicación de los Telómeros

