



REPÚBLICA DE COLOMBIA
 SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE PALMIRA
 INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE ROZO
 Aprobada por Resolución N° 0835 del 20 de FEBRERO de 2.017
 SEDE CÁRDENAS

GUÍA DE APRENDIZAJE No. B2.10mo

GRADO	Décimo (10-1, 10-2, 10-3, 10-4)
ASIGNATURA	Biología
Fecha de inicio	28 mayo
Tiempo esperado	10 días
NOMBRE DEL ESTUDIANTE	
NOMBRE DE LA GUIA	Replicación del ADN
DOCENTE	Marco Layton S. (mlayton@iederozo.edu.co)
OBJETIVO DE APRENDIZAJE	- Analizar el proceso de replicación del ADN y su importancia para la vida y la biotecnología.

INTRODUCCION

Hola. Le doy la bienvenida a este nuevo tema que es un aspecto fascinante de la biología de las especies, y además tiene relación la biotecnología y el programa de biología de décimo. Lea con atención toda la guía.

Para que las especies se perpetúen en el tiempo deben pasar por el proceso de reproducción, en el cual y en primera instancia se genera una copia del ADN del individuo, la cual pasa a la nueva generación. El estudio de este proceso ha traído beneficios para los seres humanos.

¿Qué voy a aprender?. Momento de Exploración

Se ha preguntado ¿qué ocurre a nivel celular para que la información genética de una especie pase a la siguiente generación?, ¿Cuál ha sido el camino del ADN proveniente de madre y padre para conformar el ADN del hijo(a)?. Si todos los seres vivos están contruidos con pequeños bloques llamados células, ¿cuántas veces se replicará el ADN?

¿Qué estoy aprendiendo?. Momento de Estructuración

Lea con atención las páginas 22 a la 26 del texto Men Ecu 2016 Biología General Unificada 2 (Biología 2 BGU). Después:

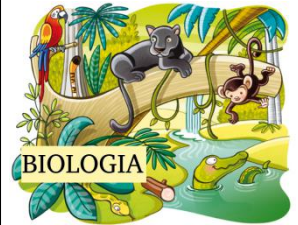
En el cuaderno:

1. Transcriba las páginas 24, 25 y 26, con los respectivos dibujos.
2. Haga un cuadro comparativo entre la replicación del ADN de organismos procariotas y eucariotas.
3. Indague acerca de la proteína ‘ADN polimerasa’ y coloque una síntesis en el cuaderno, junto con un dibujo.

¿Cómo aplicar lo que aprendí?. Momento de Extraplación

4. Haga un documento de texto (Word. WordPad, OpenOffice, WPS o Google Docs) con el título, su nombre y curso, el nombre de la materia (biología) y el profesor, el nombre de la institución, sede y el año. Posteriormente pegar fotos del cuaderno donde se observe las actividades 1, 2 y 3 resueltas. Si lo anterior no es posible puede omitir esta parte y hacer el resto del trabajo en el cuaderno, tomar fotos y enviar.

En este momento usted realizará unas preguntas de análisis que permiten entender lo que usted comprendió. **Responda y realice las siguientes preguntas de manera responsable y CON SUS PROPIAS PALABRAS y colóquelas en el documento:**



REPÚBLICA DE COLOMBIA
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE PALMIRA
INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE ROZO
Aprobada por Resolución N° 0835 del 20 de FEBRERO de 2.017
SEDE CÁRDENAS

5. ¿Por qué es importante la replicación del ADN?, ¿hay algún ser vivo que no haga replicación de su ADN?. ¿Qué relación existe entre la replicación del ADN y la reproducción celular?. Explique.

6. ¿Quién fue Rosalind Franklin y cuál fue relación con las investigaciones del ADN?.

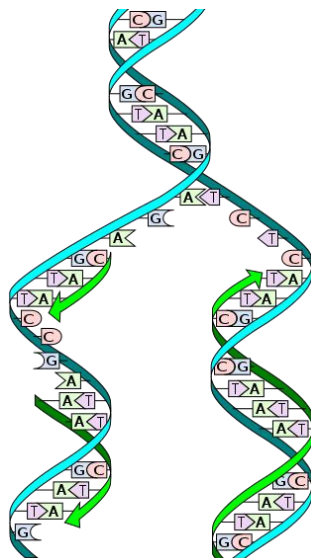
7. Haga un listado de las proteínas (enzimas) que intervienen en la replicación del ADN y escriba qué papel cumple cada una de ellas.

8. ¿Por qué se dice que la replicación del ADN es semiconservativa?, ¿cómo ocurre?.

9. ¿Qué significan los términos ‘cadena conductora’ y ‘cadena retrasada’?. ¿Cómo ocurre la replicación en cada una de ellas?.

10. ¿Qué pasa si existe un error en la replicación?, ¿Cómo se repara?

Evite por favor copiar y pegar del internet pues no es debido y no se sabe realmente cuanto se aprendió. Esta práctica le baja la calificación.



Replicación de ADN. La doble hélice es desenrollada y cada hebra hace de plantilla para la síntesis de la nueva cadena.
Fuente: I, Madprime (2007) CC BY-SA 3.0.

¿Cómo sé qué aprendí?. Momento de Evaluación

Hola si ha llegado hasta aquí es porque ya hizo un buen trabajo para resolver esta guía de aprendizaje autónomo. Le felicito. Ahora contesta:

¿Qué fue lo que más le gustó de esta actividad?

¿Cómo se sintió?

¿Cree que puede mejorar algo?

¿Cómo lo haría?

¿Cómo enviar evidencias de lo que aprendí?.

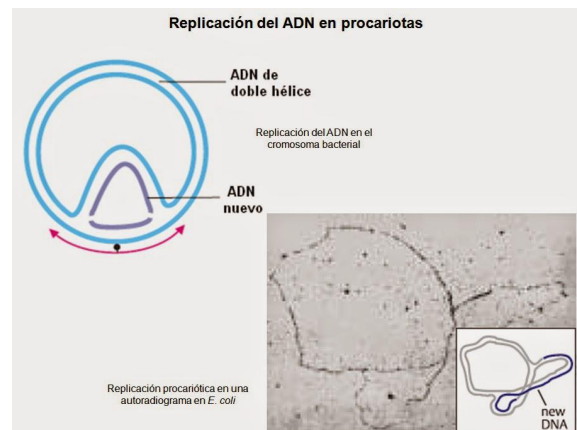
Momento de Envío

Bien. Ahora es momento de enviar el trabajo al profesor Marco, para esto hay varias posibilidades. **Tome una de las siguientes (la que más se ajuste):**

- Classroom

- Correo electrónico (mlayton@iederozo.edu.co)

- Tome fotos y envía al WhatsApp del director de grupo



Replicación del ADN en procariontas. Fuente: Feduchi et al. 2010. Bioquímica. Conceptos esenciales. Editorial Médica Panamericana.

El libro Men Ecu 2016 Biología General Unificada 2 (Biología 2 BGU), también lo pueden descargar del link:

<https://informacionecuador.com/guias-docentes-2017-2018-ministerio-educacion-ecuador-descarga-mineduc-libros-textos-pdf/>

Video de apoyo:

https://www.youtube.com/watch?v=pm_Takf_SyM

2.1. La replicación del ADN

Mediante la **replicación**, se obtienen dos copias idénticas a partir de una doble cadena inicial de ADN.

Francis Crick y James Watson (Watson, J. & Crick, F. 1953. A structure for deoxyribose nucleic acid. *Nature* 171: 737-738), al mismo tiempo que dedujeron la estructura del ADN, propusieron un mecanismo para la replicación de esta molécula. Teniendo en cuenta la importancia de la conservación de la secuencia de bases original, consideraron posible que las dos cadenas de la doble hélice se separasen y cada una sirviese de molde para la síntesis de otra complementaria. De este modo, se obtendrían dos dobles hélices, cada una con una cadena vieja, o parental, y otra cadena nueva, o hija. Los trabajos experimentales posteriores confirmaron esta hipótesis, denominada **semiconservativa**.

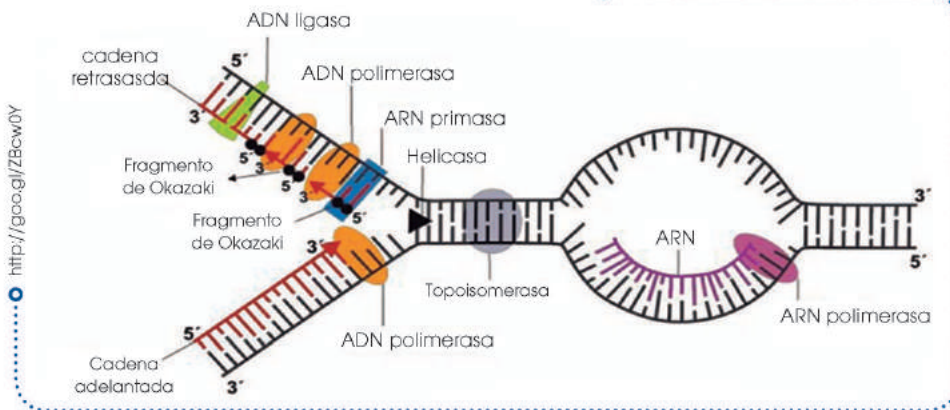


<http://goo.gl/YK6k4y>

Rosalind Franklin
(Londres, 1920-1958)

Biofísica y cristalógrafa inglesa especializada en la interpretación de estructuras moleculares y celulares a partir de fotografías obtenidas por difracción de rayos X.

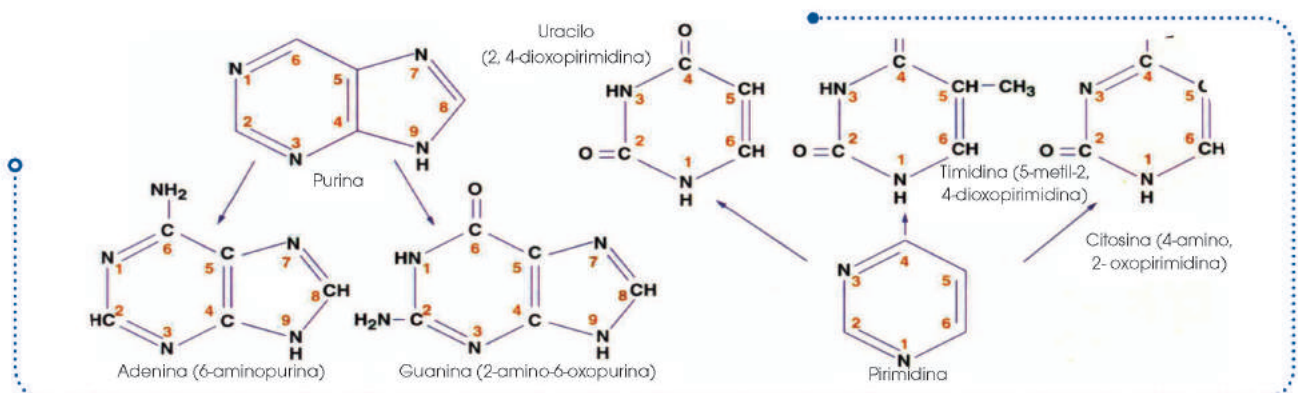
Las imágenes del ADN obtenidas por esta científica, junto con sus primeras interpretaciones de estas, fueron determinantes para la elaboración de la teoría de la estructura del ADN que más tarde propusieron Watson y Crick.



La replicación del ADN tiene lugar mediante una reacción de síntesis:



- A partir de uno o diversos (n) desoxirribonucleótidos monofosfato (dNMP) de la cadena en formación, se produce la incorporación de un desoxirribonucleótido trifosfato (dNTP).
- De esta unión se desprende pirofosfato inorgánico (PP_i) y se obtiene una cadena con un desoxirribonucleótido más, incorporado al fragmento inicial (n + 1).



La reacción de unión de los nucleótidos es reversible, pero se ve favorecida en el sentido de la síntesis, ya que el PPI es rápidamente degradado.

En la replicación del ADN intervienen las siguientes enzimas:

- **ADN polimerasas (ADN pol)**, enzimas con dos funciones distintas:
 - Tienen **actividad polimerasa**; es decir, catalizan la unión de nucleótidos en la cadena de ADN.
 - Tienen **actividad exonucleasa**; es decir, catalizan la rotura de los enlaces entre los nucleótidos cuando las moléculas tienen un extremo libre.
- **ARN polimerasas (ARN pol)**: Enzimas que catalizan la formación de cadenas de ARN.
- **Topoisomerasas y girasas**: Enzimas que adaptan la estructura espacial de la doble hélice a las necesidades del proceso de síntesis.
- **Ligasas**: Sellan las uniones entre fragmentos de cadenas.

El proceso de replicación se conoce detalladamente en procariontas, en especial en el caso de la bacteria *Escherichia coli*.

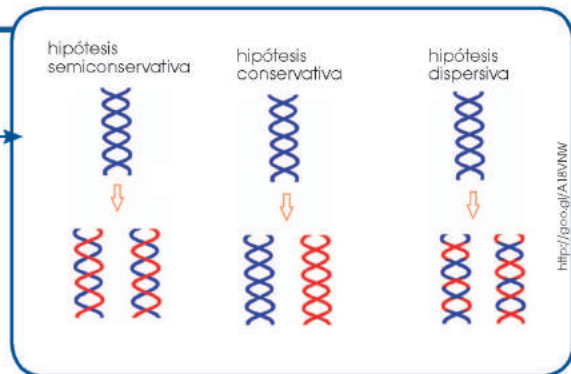


<http://google/D3tVbz>

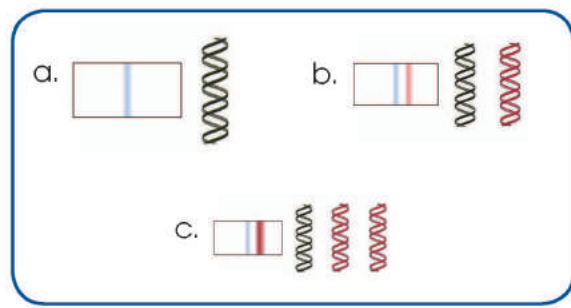
1. **Lee** la siguiente información e indica por qué sabemos que la replicación del ADN es semi-conservativa.

En 1958, Meselson y Stahl investigaban de qué modo tenía lugar la replicación del ADN. Contemplaban tres posibilidades: Estos dos científicos trabajaron con la bacteria *Escherichia coli* y medios de cultivo ricos en N^{14} o en N^{15} para poder «marcar» diferentes tipos de cadenas. Aplicaron la técnica de la ultracentrifugación en gradiente de cloruro de cesio para poder distinguir moléculas que contenían N^{14} y N^{15} , es decir, moléculas ligeras y moléculas pesadas. Cultivaron las bacterias en N^{15} y las incubaron para que en sucesivas divisiones celulares, estas bacterias incorporasen en su ADN este marcaje. Así, obtuvieron una población de bacterias que contenía cadenas de ADN pesadas por la incorporación del N^{15} . Al extraer y ultracentrifugar el ADN, se observaba una banda característica (a).

- Transfirieron las bacterias a un medio con N^{14} y, por tanto, menos pesado. Las incubaron el tiempo suficiente para que se dividieran una sola vez. La ultracentrifugación del ADN dio un nuevo patrón de bandas (b).



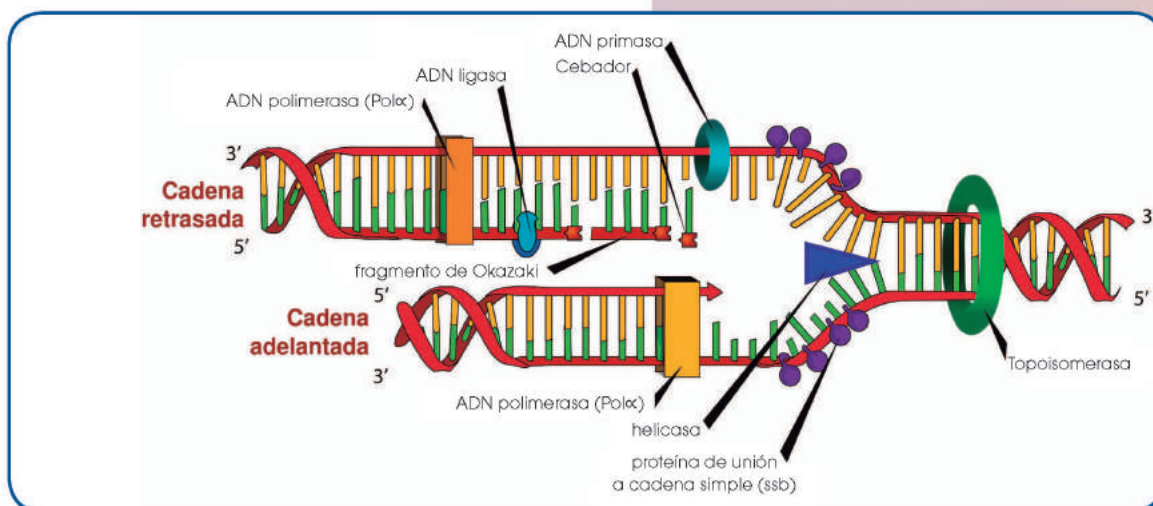
<https://google/ABVMW>



- Dejaron que se dividiesen diversas generaciones y repitieron la ultracentrifugación. El patrón obtenido se observa a la derecha (c).

<https://goo.gl/aqLrfd>

Actividad



Replicación en procariontes

Se han identificado tres tipos de ADN polimerasas:

- **ADN pol I**, que actúa con:
 - Actividad polimerasa, catalizando la unión de nucleótidos en sentido 5' 3'.
 - Actividad exonucleasa en sentido 5' 3' y en sentido 3' 5'.
- **ADN pol II**, que presenta:
 - Actividad polimerasa en sentido 5' 3'.
 - Actividad exonucleasa en sentido 3' 5'.
- **ADN pol III**, que actúa con:
 - Actividad polimerasa en sentido 5' 3'.
 - Actividad exonucleasa en sentido 3' 5'.

Cada enzima interviene en diversas fases del proceso, el cual se inicia del modo siguiente:

- Existe un punto de la doble hélice en el que se ha de iniciar la replicación. A este punto lo conocemos como **origen de replicación (O)**.

A partir del origen de replicación, se formará una **horquilla de replicación** en la que el ADN modifica su estructura espacial. En la formación de la horquilla intervienen:

- Las enzimas **topoisomerasas** como, por ejemplo, la girasa, que desespiralizan el ADN.
- Las **helicasas**, que separan las dos cadenas

de la doble hélice.

—Un grupo de proteínas llamadas **SSB** (*single strand-binding*), que estabilizan cada una de las cadenas sencillas.

- Se inicia la síntesis del nuevo ADN y la horquilla va progresando y se ensancha hacia los lados.

El proceso se desarrolla venciendo dos dificultades:

—Las ADN pol no pueden iniciar la síntesis de ADN sin un fragmento preexistente de cadena.

—Las ADN pol solo pueden incorporar nucleótidos a la cadena en sentido 5' 3', ya que la reacción necesita extremos 3' libres.

Estas limitaciones hacen que la síntesis de las dos cadenas hijas se desarrolle de manera diferente, según se trate de la cadena **conductora** o bien de la cadena **retardada**.

Veamos, a continuación, el proceso distinguiendo la síntesis del ADN a partir de la cadena conductora y a partir de la cadena retardada.

- **Síntesis a partir de la cadena conductora**
El primer paso es la formación de un segmento de cadena que permita la actividad de la ADN pol.
 - La **ARN pol** es capaz de catalizar la unión de ribonucleótidos sin necesidad de la existencia de cadenas ya

iniciadas. Por ello, esta enzima, también denominado *primasa*, sintetiza un fragmento de molécula de ARN que lo conocemos como *cebador*.

—A continuación, la **ADN pol III** alarga este fragmento inicial polimerizando la unión de desoxirribonucleótidos según la ley de complementariedad de bases: la adenina es complementaria de la timina, y la citosina, de la guanina.

—Después, la **ADN pol I** actúa como exonucleasa en sentido 5' 3' y elimina el cebador, a la vez que actúa como polimerasa y llena el vacío con desoxirribonucleótidos.

—A continuación, la **ligasa** sella la unión entre los dos fragmentos de ADN.

- **Síntesis a partir de la cadena retardada.** Paralelamente al proceso anterior, la cadena retardada sirve de molde para la síntesis de su complementaria.

Pero, en tal caso, la necesidad de extremos 3' libres de la ADN pol III origina un mecanismo diferente:

- La **primasa** sintetiza diversos cebadores.
- La **ADN pol III** alarga los fragmentos de

cebador incorporando nucleótidos en sentido 5' 3'. Estos pequeños fragmentos tienen entre 1000 y 2000 nucleótidos de longitud y los denominamos **fragmentos de Okazaki**, el nombre de su descubridor.

—Posteriormente, la **ADN pol I** sustituye los cebadores por desoxirribonucleótidos.

—Por último, la **ligasa** sella las uniones entre los fragmentos independientes para constituir una cadena sin discontinuidades.

Cuando se habla de modificaciones en las cadenas de ADN (alargamiento o acortamiento) en sentido 5' 3' (desde 5' hasta 3'), significa que el extremo 5' no se altera y la modificación tiene lugar en el extremo 3'.

Si la modificación es en sentido 3' 5', el extremo 3' no se altera y la modificación tiene lugar en el extremo 5'.

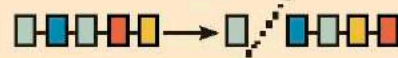
Actividad polimerasa
5' 3'



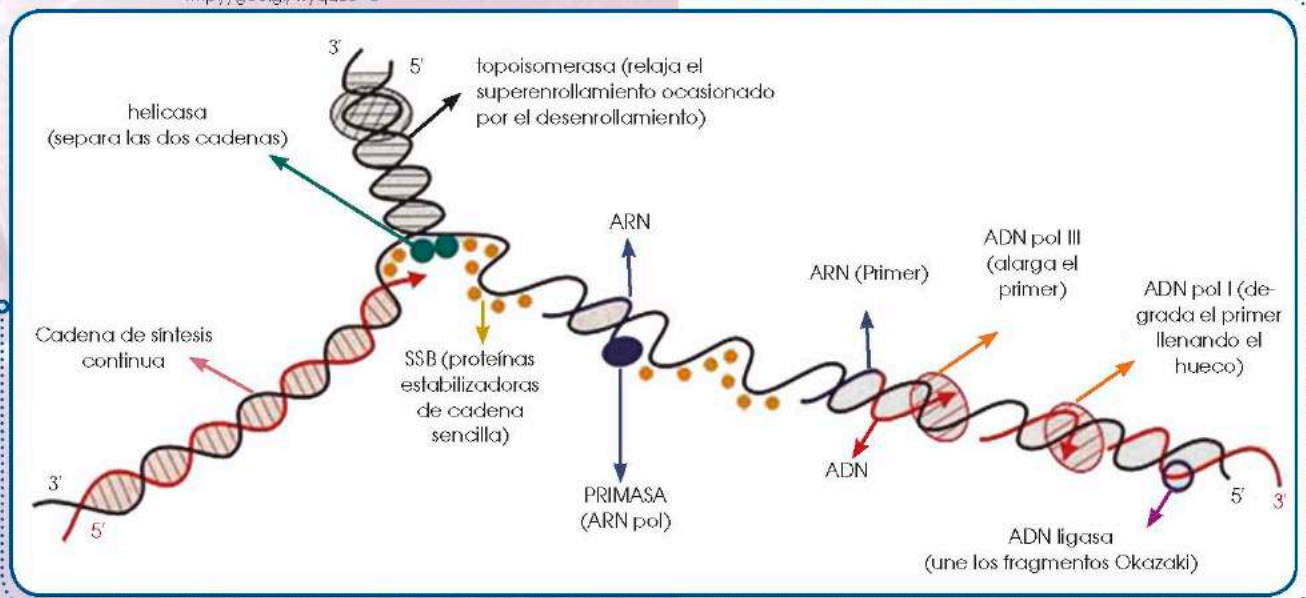
Actividad exonucleasa
5' 3'



Actividad exonucleasa
3' 5'



<http://goo.gl/wyqu0S>

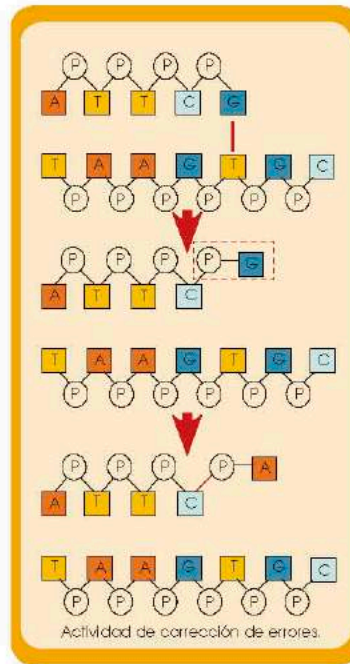


<https://goo.gl/cHcY1S>

La síntesis a partir de la cadena conductora se produce con **un solo cebador** y ocurre de manera **continua**.

En cambio, la síntesis a partir de la cadena retardada se produce con **numerosos cebadores** y, además, es **discontinua**.

Mientras se van incorporando los nucleótidos a las cadenas en formación, la ADN pol I recorre las cadenas para comprobar que los nuevos nucleótidos se emparejan correctamente con sus complementarios.



En caso de que se produzca un emparejamiento erróneo, la ADN pol I detiene la síntesis y, con su actividad exonucleásica 3' 5', corta el enlace del nucleótido erróneo a la cadena y coloca el nucleótido adecuado.

Replicación en eucariotas

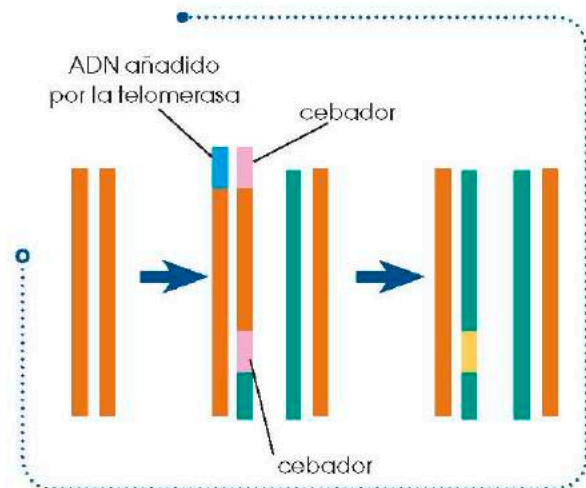
En los organismos eucariotas, la replicación del ADN presenta numerosas coincidencias respecto a la replicación en los procariontes. No obstante, existen diferencias destacables:

- El proceso previo al inicio de la replicación requiere el desempaquetamiento de estructuras espaciales más complejas que en el caso de las procariontes.
- Las células eucariotas contienen mucho más ADN que las procariontes. Por este motivo, existen numerosos puntos de ini-

cio de la replicación a lo largo de cada cromosoma, lo cual permite acelerar el proceso. Por ello, se forman numerosas horquillas de replicación.

- Los fragmentos de Okazaki tienen una extensión menor que en las células procariontes, aproximadamente entre cien y doscientos nucleótidos.
- El ADN de las células eucariotas no está cerrado sobre sí mismo, como el de las células procariontes, sino que es lineal. Tal y como hemos indicado en el apartado anterior, al eliminar los ARN cebadores de los extremos de las cade-

nas quedaría una cadena incompleta. La enzima **telomerasa** alarga los extremos de los cromosomas para evitar la pérdida de material genético durante la replicación.



2. A partir del proceso de replicación del ADN en procariontes y de las características propias de la replicación en eucariotas:

— **Describe** detalladamente los diversos procesos que se dan durante la replicación en los eucariotas. **Sigue** este esquema:

- Enzimas que intervienen

- Inicio de la replicación
 - Diferencias entre cadena conductora y cadena retardada
 - Acción de la enzima telomerasa
- **Acompaña** la descripción con dibujos esquemáticos.

Actividad