

## BIOLOGÍA II

### SESIÓN 1 Genética molecular

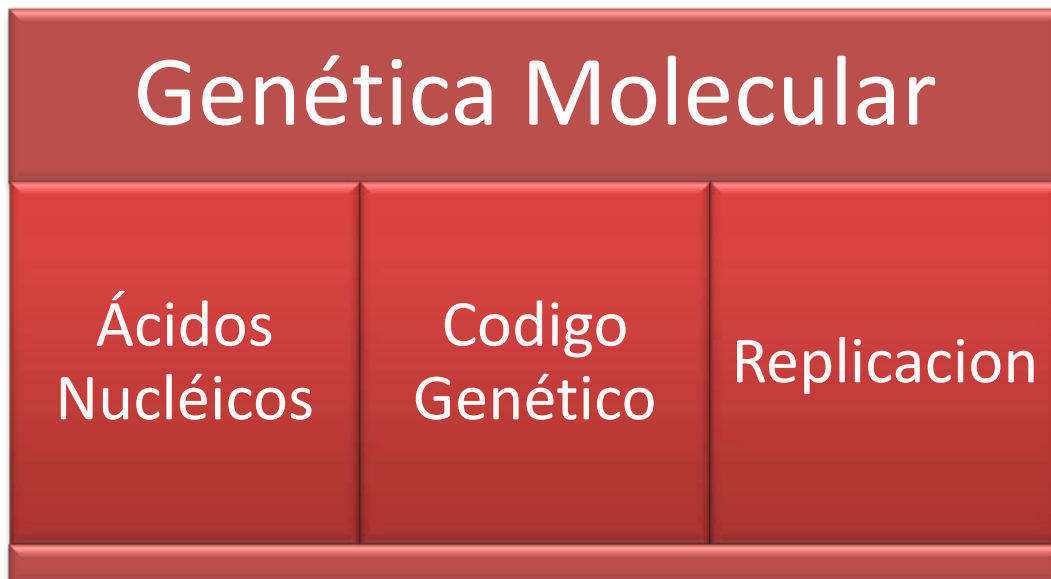
#### OBJETIVO

Explicará la genética molecular a través del análisis descriptivo de la estructura y función del ADN, la síntesis de proteínas y secuencia de aminoácidos que se relacionen con el código genético.

#### INTRODUCCIÓN

La genética molecular es el campo de la biología que estudia la estructura y la función de los genes a nivel molecular. La genética molecular emplea los métodos de la genética y la biología molecular. En esta sesión se analizará ésta parte de la genética molecular y los ácidos nucleicos del ADN y ARN.

#### MAPA CONCEPTUAL



## DESARROLLO

Genética molecular.

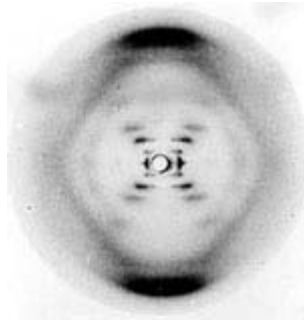
Se denomina de esta forma para diferenciarla de otras ramas de la genética como la ecología genética y la [genética de poblaciones](#). Un área importante dentro de la genética molecular es el uso de la información molecular para determinar los patrones de descendencia y por tanto, la correcta [clasificación científica](#) de los organismos, lo que se denomina [sistemática molecular](#), mientras que al establecimiento de relaciones de parentesco se llama [filogenia molecular](#) lo cual se diferencia con el método de genes que aparecen en el mundo y el universo.

Erwin Chargaff analizó las bases nitrogenadas del ADN en diferentes formas de vida, concluyendo que, la cantidad de purinas no siempre se encontraban en proporciones iguales a las de las pirimidinas (contrariamente a lo propuesto por [Levene](#)), la proporción era igual en todas las células de los individuos de una especie dada, pero variaba de una especie a otra.

Los experimentos de Hershey-Chase probaron que el ADN era el material genético pero, no como el ADN conformaba los genes. El ADN debía transferir información de la célula de origen a la célula hija. Debía también contener información para replicarse a sí mismo, ser químicamente estable y tener pocos cambios. Sin embargo debía ser capaz de cambios mutacionales. Sin mutaciones no existiría el proceso evolutivo.

Muchos científicos se interesaron en descifrar la estructura del ADN, entre ellos, **Francis Crick, James Watson, Rosalind Franklin, y Maurice Wilkins.**

Al final de la primavera de 1952, la cristalógrafa británica [Rosalind Franklin](#) (1920-1958) obtuvo una fotografía de difracción de rayos X que reveló, de manera inconfundible, la estructura helicoidal de la molécula del ADN.

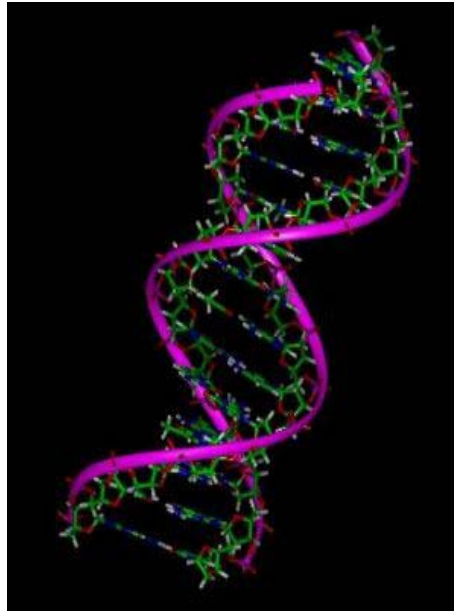
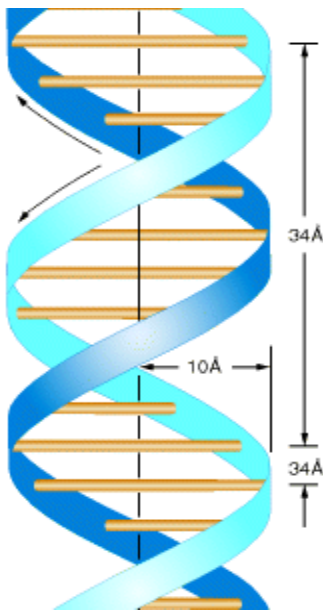


Difracción de rayos X del ADN

*A fines de Febrero de 1953, **Rosalind Franklin**, escribió en su cuaderno de notas que la estructura del ADN tenía dos cadenas, ya antes había deducido que los grupos fosfatos se encontraban en el exterior y que el ADN existe en dos formas.....*

[Watson y Crick](#) eran investigadores teóricos que integraron todos los datos disponibles en su intento de desarrollar un modelo de la estructura del ADN. Los datos que se conocían por ese tiempo eran :

1. Que el ADN era una molécula grande también muy larga y delgada.
2. Los datos de las bases proporcionados por Chargaff (A=T y C=G; purinas/pirimidinas=k para una misma especie).
3. Los datos de la difracción de los rayos-x de Franklin y [Wilkins](#) (King's College de Londres).
4. Los trabajos de [Linus Pauling](#) sobre proteínas (forma de hélice mantenida por puentes hidrógeno), quién sugirió para el ADN una estructura semejante.



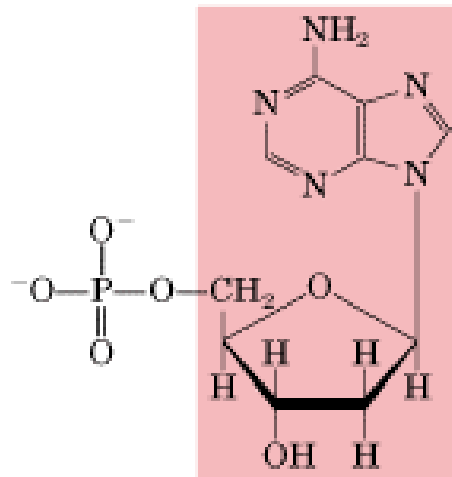
## Ácidos nucleicos.

La información para estructurar la enorme diversidad de las proteínas, se halla codificada en los seres vivos en unas moléculas llamadas ácidos nucleicos (AN).

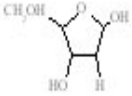
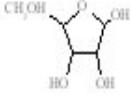
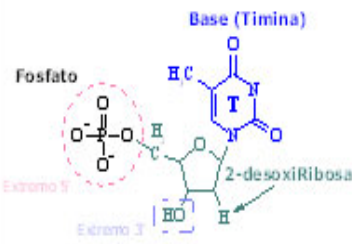
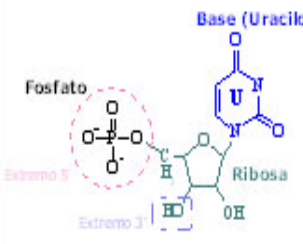
Los AN están formados por cadenas largas llamadas nucleótidos, y este es mucho más complejo que un aminoácido.

Un nucleótido está compuesto por tres subunidades:

1. Un grupo fosfato,
2. Un azúcar de cinco átomos de carbono y
3. Una base nitrogenada, molécula que tiene las propiedades de una base y contiene nitrógeno

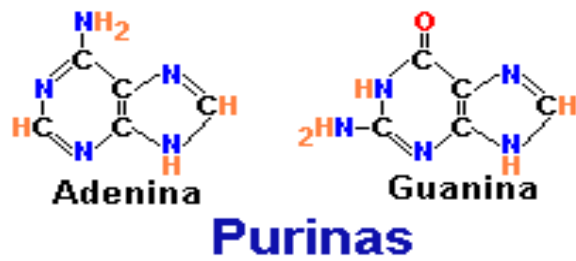


Un El grupo fosfato (PO<sub>4</sub>)<sup>-3</sup> es un ión del ácido fosfórico H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, de aquí que se le llame “**ácido nucleico**” al conjunto de nucleótidos.

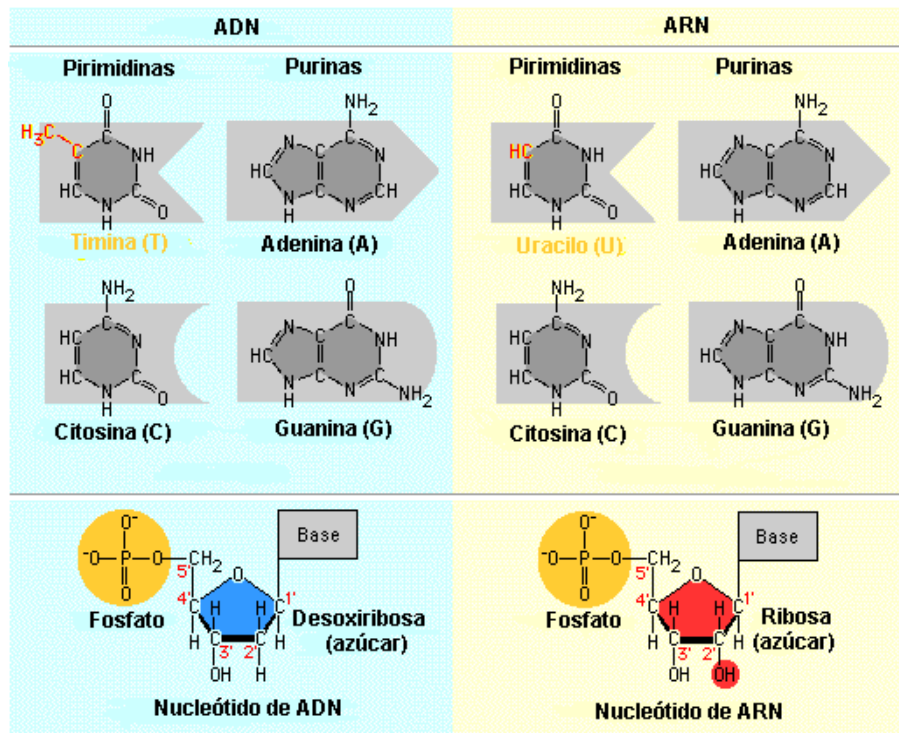
	ADN (ácido desoxirribonucleico)	ARN (ácido ribonucleico)
Azúcar	Desoxirribosa 	Ribosa 
Bases	Timina, Adenina, Guanina, Citosina	Uracilo, Adenina, Guanina, Citosina
Unidad		

La subunidad glucídica puede ser la ribosa o la desoxirribosa (con un oxígeno menos que la ribosa)

Hay cinco bases nitrogenadas diferentes en los nucleótidos (adenina, citosina, timina, guanina, uracilo).

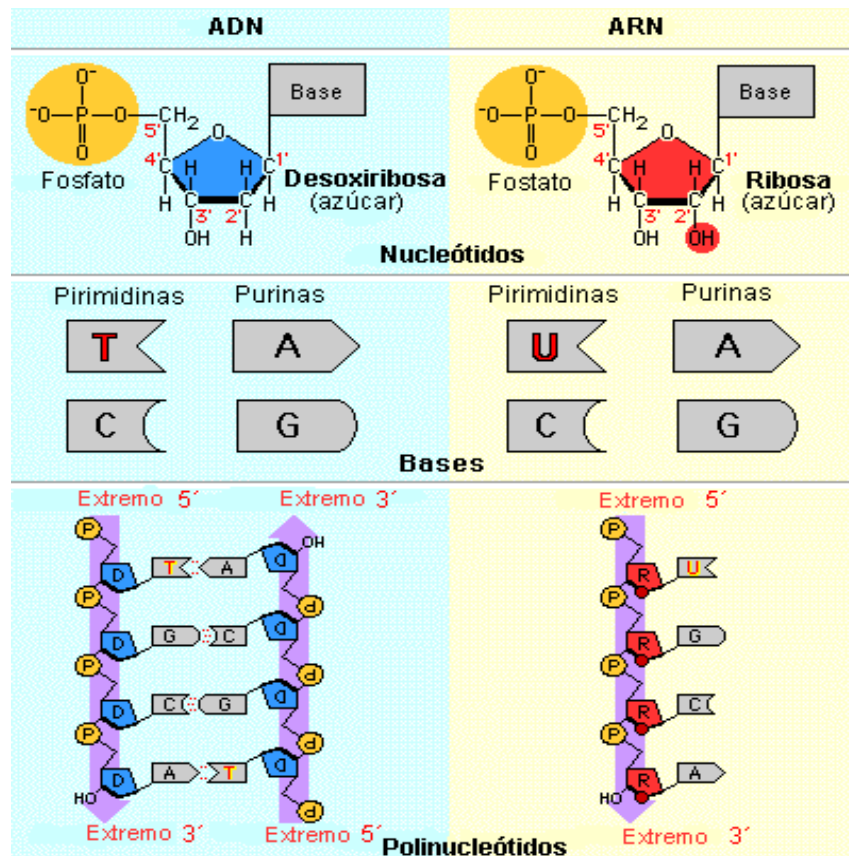


La adenina y las otras bases nitrogenadas tienen átomos de N con un par de electrones no compartidos en el nivel energético externo, esos electrones ejercen una fuerza débil de atracción hacia los iones de H, por eso la molécula es una base capaz de combinarse con iones H y por tanto, hace aumentar la proporción de iones OH



En los organismos hay dos tipos de ácidos nucleicos:

- ▶ Ácido ribonucleico que contiene ribosa en la subunidad glucídica
- ▶ Ácido Desoxirribonucleico que contiene desoxiribosa.



Al igual que en otras macromoléculas (glúcidos, lípidos y proteínas) el **ARN** y **ADN** se forman de la unión de subunidades mediante reacciones de condensación, el resultado es una molécula lineal con los nucleótidos enlazados.

Aunque los componentes químicos del **ARN** y **ADN** son muy parecidos, sus funciones biológicas son muy diferentes.

- ▶ ADN: Portador del mensaje genético, contiene información organizada en unidades llamadas genes, que todos los seres vivos heredan de sus padres.
- ▶ ARN es una copia o transcripción del mensaje genético, sirve de molde para la fabricación de proteínas



## Estructura del ADN

El ADN es una doble hélice, con las bases dirigidas hacia el centro, perpendiculares al eje de la molécula (como los peldaños de una escalera caracol) y las unidades azúcar-fosfato a lo largo de los lados de la hélice (como las barandas de una escalera caracol). Las hebras que la conforman son complementarias (deducción realizada por Watson y Crick a partir de los datos de Chargaff, A se aparea con T y C con G). Una purina con doble anillo siempre se aparea con una pirimidina con un solo anillo en su molécula.

Las purinas son la **Adenina** (A) y la **Guanina** (G).

Las Pirimidinas son la **Citosina** (C) y la **Timina** (T).

Las bases son **complementarias**, con A en un lado de la molécula únicamente encontramos T del otro lado, lo mismo ocurre con G y C. **Si conocemos la secuencia de bases de una de las hebras, conocemos su complementaria.**

En cada extremo de una doble hélice lineal de DNA, el extremo 3'-OH de una de las hebras es adyacente al extremo 5'-P (fosfato) de la otra. En otras palabras, **las dos hebras son antiparalelas**, es decir, tienen una orientación diferente. En el esqueleto azúcar -fosfato de del ADN los grupos fosfato se conectan al carbono 3' de la molécula de desoxirribosa y al carbono 5' de la siguiente, uniendo azúcares sucesivos. La prima (') indica la posición del carbono en un azúcar. Por convención, la secuencia de bases de una hebra sencilla se escribe con el extremo 5'-P a la izquierda.

## Replicación del ADN

Una propiedad esencial del material genético es su capacidad para hacer copias exactas de sí mismo, para lo cual cada una de las ramas de la cadena de ADN actúa como molde o guía, dirigiendo la síntesis de una nueva cadena

complementaria a lo largo de su longitud , utilizando las materias primas de la célula. A medida que cada una de las ramas de la cadena originaria se separan (rompiendo los puentes de hidrógeno entre sus bases nitrogenadas), cada una atrae nucleótidos complementarios (libres y disponibles en la célula), formando una nueva cadena. Este proceso ocurre una sola vez en cada generación celular, durante el segundo momento de la interfase, y diferentes enzimas participan catalizando cada paso particular del proceso.

La iniciación de la replicación del ADN comienza siempre con una secuencia específica de nucleótidos conocida como el origen de replicación. Requiere proteínas iniciadoras especiales y además enzimas conocidas como helicasas, que rompen los puentes de hidrógeno abriendo la hélice, formándose las horquillas de replicación, una a cada lado de la burbuja a que da lugar la separación de las ramas del ADN. Una vez abierta la cadena de ADN, proteínas adicionales (conocidas como proteínas de unión a cadena simple o topoisomerasas) se unen a las cadenas individuales del ADN manteniéndolas separadas y evitando que se retuerzan. En el siguiente paso, las enzimas llamadas ADN polimerasa catalizan la síntesis real de las nuevas cadenas, añadiendo nucleótidos sobre el molde, las que se dan bidireccionalmente desde cada una de las horquillas que se replican en sentido opuesto dentro de cada burbuja, cuando éstas se encuentran y se fusionan todo el cromosoma ha quedado replicado longitudinalmente.

Para que el ADN polimerasa comience su tarea debe estar presente un cebador - molécula formada por nucleótidos de RNA catalizados por ARN primasas- que determina el punto por donde el ADN polimerasa comienza a añadir nucleótidos, continuando por la cadena de ADN de molde en la dirección 5' a 3'. Debido a esta unidireccionalidad del ADN polimerasa, la replicación es continua en una de las ramas (cadena adelantada), mientras que en su antiparalela (cadena retrasada) es discontinua, fragmentada (siempre 5' a 3'); en ésta, cuando un ADN polimerasa hace contacto con el extremo de otro fragmento Okazaki el cebador de éste es eliminado y otra enzima, el ADN ligasa, conecta los segmentos de ADN recién sintetizado, catalizando las reacciones de condensación que unen los grupos fosfato y azúcar de los nucleótidos contiguos. La importancia de que la duplicación

de ADN quede perfectamente bien hecha, es mucha, ya que si no, se pueden presentar mutaciones genéticas.

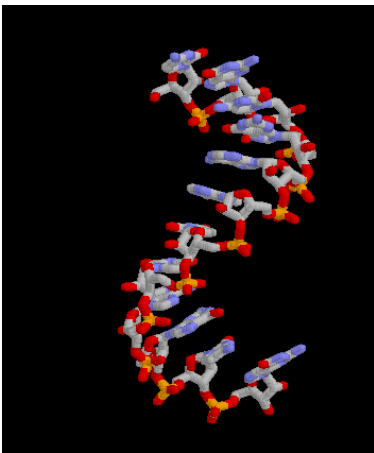
Esto se debe a que, como existe un código genético universal, que se basa en la lectura de las bases nitrogenadas (adenina, timina, guanina y citosina). Cuando un nucleótido queda mal ubicado o algún error, pueden haber serias enfermedades o mutaciones genéticas.

Visita el sitio:

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

## ARN

El **ácido ribonucleico** (**ARN** o **RNA**, de *RiboNucleic Acid*, su nombre en inglés) es un [ácido nucleico](#) formado por una cadena de [ribonucleótidos](#). Está presente tanto en las [células procariotas](#) como en las [eucariotas](#), y es el único material genético de ciertos virus ([virus ARN](#)). El ARN celular es lineal y de hebra sencilla, pero en el genoma de algunos virus es de doble hebra.

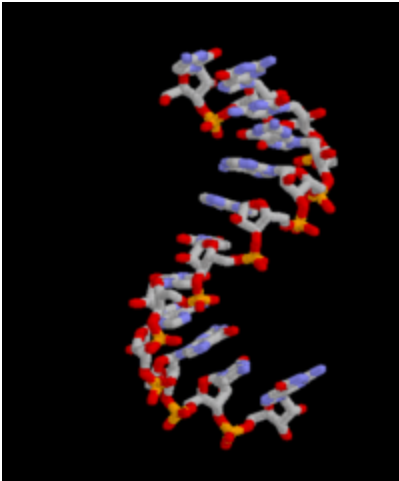


En los organismos celulares desempeña diversas funciones. Es la [molécula](#) que dirige las etapas intermedias de la [síntesis proteica](#); el [ADN](#) no puede actuar solo, y se vale del ARN para transferir esta información vital durante la síntesis de

proteínas (producción de las proteínas que necesita la célula para sus actividades y su desarrollo). Varios tipos de ARN regulan la [expresión génica](#), mientras que otros tienen actividad [catalítica](#). El ARN es, pues, mucho más versátil que el ADN.

«ARN» *redirige aquí*. Para otras acepciones, véase [ARN \(desambiguación\)](#).

«RNA» *redirige aquí*. Para otras acepciones, véase [RNA \(desambiguación\)](#).



[ARN mensajero](#).

El **ácido ribonucleico** (**ARN** o **RNA**, de *RiboNucleic Acid*, su nombre en inglés) es un [ácido nucleico](#) formado por una cadena de [ribonucleótidos](#). Está presente tanto en las [células procariotas](#) como en las [eucariotas](#), y es el único material genético de ciertos virus ([virus ARN](#)). El ARN celular es lineal y de hebra sencilla, pero en el genoma de algunos virus es de doble hebra.

En los organismos celulares desempeña diversas funciones. Es la [molécula](#) que dirige las etapas intermedias de la [síntesis proteica](#); el [ADN](#) no puede actuar solo, y se vale del ARN para transferir esta información vital durante la síntesis de proteínas (producción de las proteínas que necesita la célula para sus actividades y su desarrollo). Varios tipos de ARN regulan la [expresión génica](#), mientras que otros tienen actividad [catalítica](#). El ARN es, pues, mucho más versátil que el ADN.

La biosíntesis de ARN está catalizada normalmente por la [enzima ARN polimerasa](#) que usa una hebra de ADN como molde, proceso conocido con el nombre de

[transcripción](#). Por tanto, todos los ARN celulares provienen de copias de [genes](#) presentes en el ADN.

La transcripción comienza con el reconocimiento por parte de la enzima de un [promotor](#), una secuencia característica de nucleótidos en el ADN situada antes del segmento que va a transcribirse; la doble hélice del ADN es abierta por la actividad [helicasa](#) de la propia enzima. A continuación, la ARN polimerasa progresa a lo largo de la hebra de ADN en sentido  $3'$ , sintetizando una molécula complementaria de ARN; este proceso se conoce como elongación, y el crecimiento de la molécula de ARN se produce en sentido  $5' \rightarrow 3'$ . La secuencia de nucleótidos del ADN determina también dónde acaba la síntesis del ARN, gracias a que posee secuencias características que la ARN polimerasa reconoce como señales de terminación.<sup>18</sup>

Tras la transcripción, la mayoría de los ARN son modificados por enzimas. Por ejemplo, al pre-ARN mensajero eucariota recién transcrito se le añade un nucleótido de guanina modificado (7-Metilguanosa) en el extremo  $5'$  por medio de un puente de trifosfato formando un enlace  $5' \rightarrow 5'$  único, también conocido como "capucha" o "caperuza", y una larga secuencia de nucleótidos de adenina en el extremo  $3'$  (cola poli-A); posteriormente se le eliminan los [intrones](#) (segmentos no codificantes) en un proceso conocido como [splicing](#).

En virus, hay también varias ARN polimerasas ARN-dependientes que usan ARN como molde para la síntesis de nuevas moléculas de ARN. Por ejemplo, varios virus ARN, como los [poliovirus](#), usan este tipo de enzimas para replicar su [genoma](#)

## **Tipos de ARN**

El [ARN mensajero](#) (ARNm) es el tipo de ARN que lleva la información del ADN a los [ribosomas](#), el lugar de la síntesis de proteínas. La secuencia de nucleótidos del ARNm determina la secuencia de [aminoácidos](#) de la [proteína](#). Por ello, el ARNm es denominado ARN codificante.

No obstante, muchos ARN no codifican proteínas, y reciben el nombre de [ARN no codificantes](#); se originan a partir de [genes](#) propios ([genes ARN](#)), o son los intrones

rechazados durante el proceso de *splicing*. Son ARN no codificantes el **ARN de transferencia** (ARNt) y el **ARN ribosómico** (ARNr), que son elementos fundamentales en el proceso de **traducción**, y diversos tipos de ARN reguladores.

Ciertos ARN no codificantes, denominados **ribozimas**, son capaces de **catalizar** reacciones químicas como cortar y unir otras moléculas de ARN, o formar **enlaces peptídicos** entre **aminoácidos** en el ribosoma durante la **síntesis de proteínas**.

ARN implicados en la síntesis de proteínas

- **ARN mensajero**. El ARN mensajero (ARNm o RNAm) lleva la información sobre la secuencia de aminoácidos de la proteína desde el ADN, lugar en que está inscrita, hasta el ribosoma, lugar en que se sintetizan las proteínas de la célula. Es, por tanto, una molécula intermediaria entre el ADN y la proteína y el apelativo de "mensajero" es del todo descriptivo. En eucariotas, el ARNm se sintetiza en el **nucleoplasma** del **núcleo celular** y de allí accede al **citósol**, donde se hallan los ribosomas, a través de los poros de la **envoltura nuclear**.
- **ARN de transferencia**. Los ARN de transferencia (ARNt o tRNA) son cortos polímeros de unos 80 nucleótidos que transfiere un aminoácido específico al **polipéptido** en crecimiento; se unen a lugares específicos del ribosoma durante la traducción. Tienen un sitio específico para la fijación del aminoácido (extremo 3') y un **anticodón** formado por un triplete de nucleótidos que se une al **codón** complementario del ARNm mediante puentes de hidrógeno.
- **ARN ribosómico**. El ARN ribosómico (ARNr o RNAr) se halla combinado con proteínas para formar los ribosomas, donde representa unas 2/3 partes de los mismos. En procariontes, la subunidad mayor del ribosoma contiene dos moléculas de ARNr y la subunidad menor, una. En los eucariotes, la subunidad mayor contiene tres moléculas de ARNr y la menor, una. En ambos casos, sobre el armazón constituido por los ARNr se asocian proteínas específicas. El ARNr es muy abundante y representa el 80% del ARN hallado en el **citoplasma** de las células eucariotas. Los ARN

ribosómicos son el componente catalítico de los ribosomas; se encargan de crear los enlaces peptídicos entre los aminoácidos del polipéptido en formación durante la síntesis de proteínas; actúan, pues, como [ribozimas](#).

El ADN es la molécula portadora de la información genética en todos los organismos celulares, pero, al igual que el ADN, el ARN puede guardar información genética. Los [virus ARN](#) carecen por completo de ADN y su genoma está formado por ARN, el cual codifica las proteínas del virus, como las de la [cápside](#) y algunos enzimas. Dichos enzimas realizan la [replicación](#) del genoma vírico. Los [viroides](#) son otro tipo de [patógenos](#) que consisten exclusivamente en una molécula de ARN que no codifica ninguna proteína y que es replicado por la maquinaria de la célula [hospedadora](#).

## RESUMEN

La **genética molecular** es el campo de la [biología](#) que estudia la estructura y la función de los [genes](#) a nivel molecular. La genética molecular emplea los métodos de la [genética](#) y la [biología molecular](#). Un área importante dentro de la genética molecular es el uso de la información molecular para determinar los patrones de descendencia y por tanto, la correcta [clasificación científica](#) de los organismos, lo que se denomina [sistemática molecular](#), mientras que al establecimiento de relaciones de parentesco se llama [filogenia molecular](#) lo cual se diferencia con el método de genes que aparecen en el mundo y el universo.

## **Ácidos nucleicos.**

La información para estructurar la enorme diversidad de las proteínas, se halla codificada en los seres vivos en unas moléculas llamadas ácidos nucleicos (AN).

Los AN están formados por cadenas largas llamadas nucleótidos, y este es mucho más complejo que un aminoácido. Un nucleótido está compuesto por tres subunidades:

1. Un grupo fosfato,  $(PO_4)^{-3}$  es un ión del ácido fosfórico  $H_3PO_4$ , de aquí que se le llame “**ácido nucleico**” al conjunto de nucleótidos.
2. Un azúcar de cinco átomos de carbono. Hay cinco bases nitrogenadas diferentes en los nucleótidos (adenina, citosina, timina, guanina, uracilo)
3. Una base nitrogenada, molécula que tiene las propiedades de una base y contiene nitrógeno: La adenina y las otras bases nitrogenadas

En los organismos hay dos tipos de ácidos nucleicos:

- ▶ Ácido ribonucleico que contiene ribosa en la subunidad glucídica: ARN es una copia o transcripción del mensaje genético, sirve de molde para la fabricación de proteínas
- ▶ Ácido Desoxirribonucleico que contiene desoxiribosa. ADN es portador del mensaje genético, contiene información organizada en unidades llamadas genes, que todos los seres vivos heredan de sus padres.

Aunque los componentes químicos del **ARN** y **ADN** son muy parecidos, sus funciones biológicas son muy diferentes.

Estructura del ADN. El ADN es una doble hélice, con las bases dirigidas hacia el centro, perpendiculares al eje de la molécula (como los peldaños de una escalera caracol) y las unidades azúcar-fosfato a lo largo de los lados de la hélice (como las barandas de una escalera caracol). Las hebras que la conforman son complementarias (deducción realizada por Watson y Crick a partir de los datos de Chargaff, A se aparea con T y C con G). Una purina con doble anillo siempre se aparea con una pirimidina con un solo anillo en su molécula. Las purinas son la **Adenina** (A) y la **Guanina** (G). Las Pirimidinas son la **Citosina** (C) y la **Timina** (T).



## Replicación del ADN

Visita el sitio: <http://www.youtube.com/watch?v=-EGKrYdQEHQ>

## ARN.

El **ácido ribonucleico** (**ARN** o **RNA**, de *RiboNucleic Acid*, su nombre en inglés) es un ácido nucleico formado por una cadena de ribonucleótidos. Está presente tanto en las células procariotas como en las eucariotas, y es el único material genético de ciertos virus (virus ARN). El ARN celular es lineal y de hebra sencilla, pero en el genoma de algunos virus es de doble hebra. En los organismos celulares desempeña diversas funciones. Es la molécula que dirige las etapas intermedias de la síntesis proteica; el ADN no puede actuar solo, y se vale del ARN para transferir esta información vital durante la síntesis de proteínas (producción de las proteínas que necesita la célula para sus actividades y su desarrollo). Varios tipos de ARN regulan la expresión génica, mientras que otros tienen actividad catalítica. El ARN es, pues, mucho más versátil que el ADN.

## Tipos de ARN

- **ARN mensajero.** El ARN mensajero (ARNm o RNAm) lleva la información sobre la secuencia de aminoácidos de la proteína desde el ADN, lugar en que está inscrita, hasta el ribosoma, lugar en que se sintetizan las proteínas de la célula. Es, por tanto, una molécula intermediaria entre el ADN y la proteína y el apelativo de "mensajero" es del todo descriptivo.
- **ARN de transferencia.** Los ARN de transferencia (ARNt o tRNA) son cortos polímeros de unos 80 nucleótidos que transfiere un aminoácido específico al polipéptido en crecimiento; se unen a lugares específicos del ribosoma durante la traducción. Tienen un sitio específico para la fijación del aminoácido (extremo 3') y un anticodón formado por un triplete de nucleótidos que se une al codón complementario del ARNm mediante puentes de hidrógeno.

- **ARN ribosómico.** El ARN ribosómico (ARNr o RNAr) se halla combinado con proteínas para formar los ribosomas, donde representa unas 2/3 partes de los mismos. En procariontes, la subunidad mayor del ribosoma contiene dos moléculas de ARNr y la subunidad menor, una. En los eucariotes, la subunidad mayor contiene tres moléculas de ARNr y la menor, una. En ambos casos, sobre el armazón constituido por los ARNr se asocian proteínas específicas. El ARNr es muy abundante y representa el 80% del ARN hallado en el citoplasma de las células eucariotas. Los ARN ribosómicos son el componente catalítico de los ribosomas; se encargan de crear los enlaces peptídicos entre los aminoácidos del polipéptido en formación durante la síntesis de proteínas; actúan, pues, como ribozimas.

## ACTIVIDADES

Identifica e indica en una imagen las diferentes partes estructurales que forman el ADN. Navega en la web y encuentra un video que trate acerca de la replicación del ADN y repórtalo con el profesor.

## BIBLIOGRAFÍA

<http://www.biologia.edu.ar>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Gen%C3%A9tica\\_molecular](http://es.wikipedia.org/wiki/Gen%C3%A9tica_molecular)

Nieves Cante Miguel Ángel, *Biología II*, la ciencia de la vida. Editorial Pearson Prentice Hall, México 2007

Lira, G. I; Ponce, S. M; y López, V, M. L. (2003). *Biología II Diversidad, continuidad e interacción*. Edit. Esfinge. México

<http://www.learner.org/channel/courses/biology/archive/images.html>

<http://www.biotech.bioetica.org/clase1-13.htm>