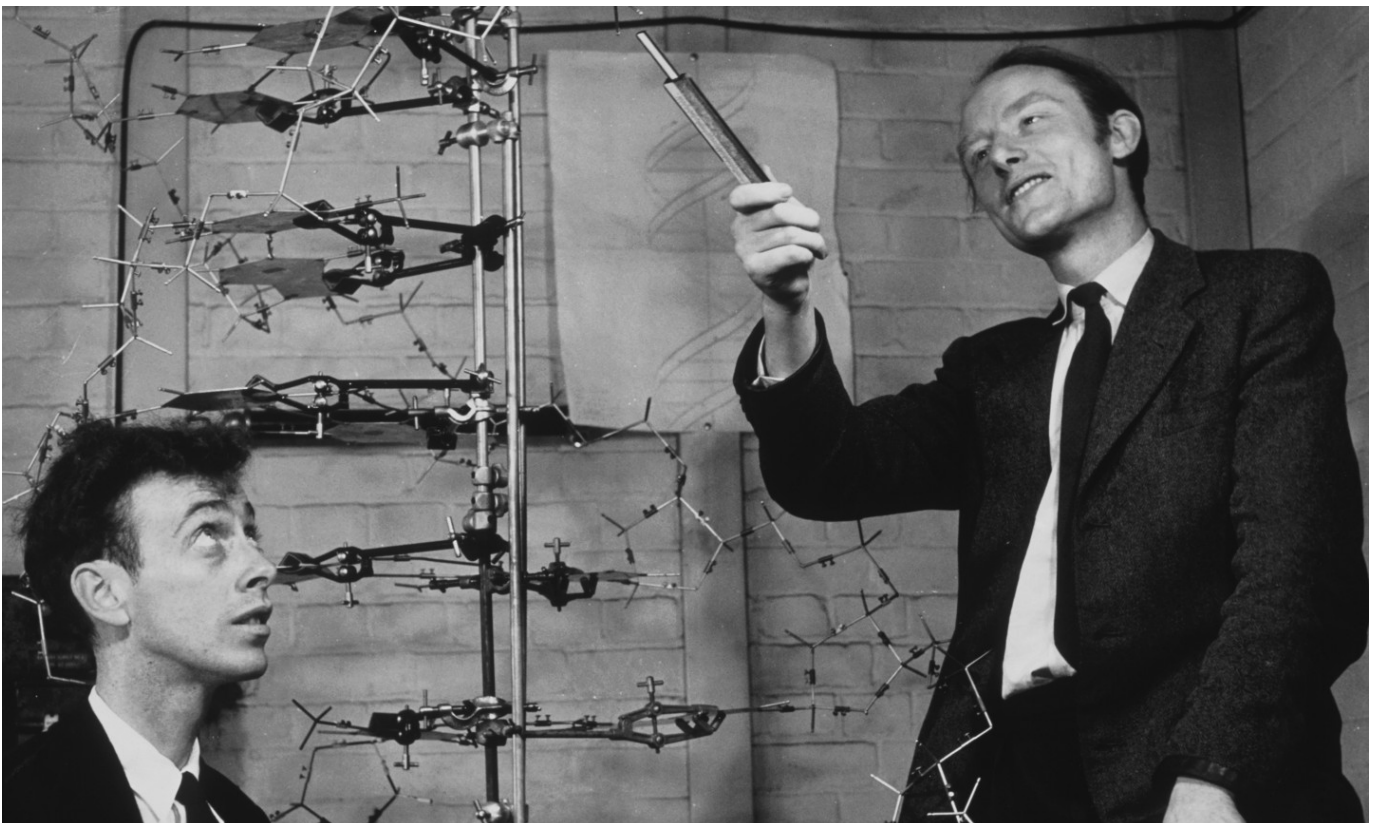


TEMA 1.6: LOS ÁCIDOS NUCLEICOS

- 1- LOS NUCLEÓTIDOS
 - 2- EL ADN
 - 3- EL ARN
 - 4- LOS NUCLEÓTIDOS NO NUCLEICOS
- 4.1 TRANSPORTADORES DE ENERGÍA
 - 4.2 TRANSPORTADORES DE ELECTRONES
-

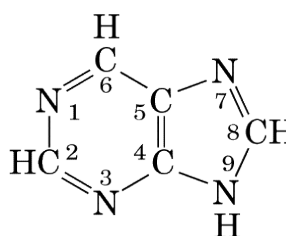


Watson y Crick muestran el modelo en doble hélice del ADN en el año 1953

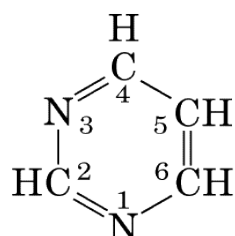
1- LOS NUCLEÓTIDOS

Los nucleótidos son los monómeros que dan lugar a los ácidos nucleicos. Se componen de las siguientes moléculas:

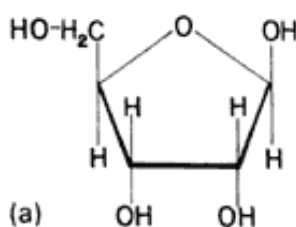
1. Una **pentosa** en su anómero β, que puede ser la ribosa o la desoxirribosa.
2. **Bases nitrogenadas**. Compuestos de carácter alcalino, con nitrógeno en su composición. Pueden ser de dos tipos:
 - **Bases púricas** (análogos a la Purina, con dos ciclos en su molécula): Adenina y Guanina.
 - **Bases pirimidínicas** (análogos a la pirimidina, con un solo ciclo): Citosina, Timina y Uracilo.
3. Acido Fosfórico en forma de grupo **Fosfato**.



Purina

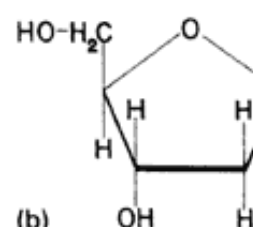


Pirimidina



(a)

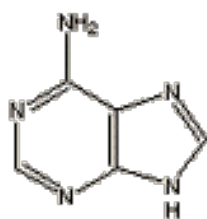
Ribosa



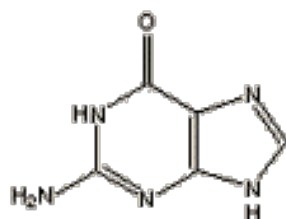
(b)

2- Desoxirribosa

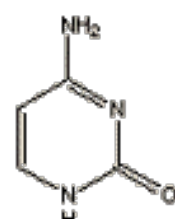
Purinas



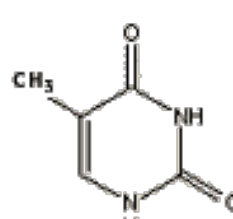
Adenina (A)
(DNA y RNA)



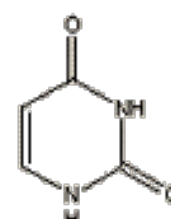
Guanina (G)
(DNA y RNA)



Citosina (C)
(DNA y RNA)



Timina (T)
(sólo DNA)



Uracilo (U)
(sólo RNA)

Pirimidinas

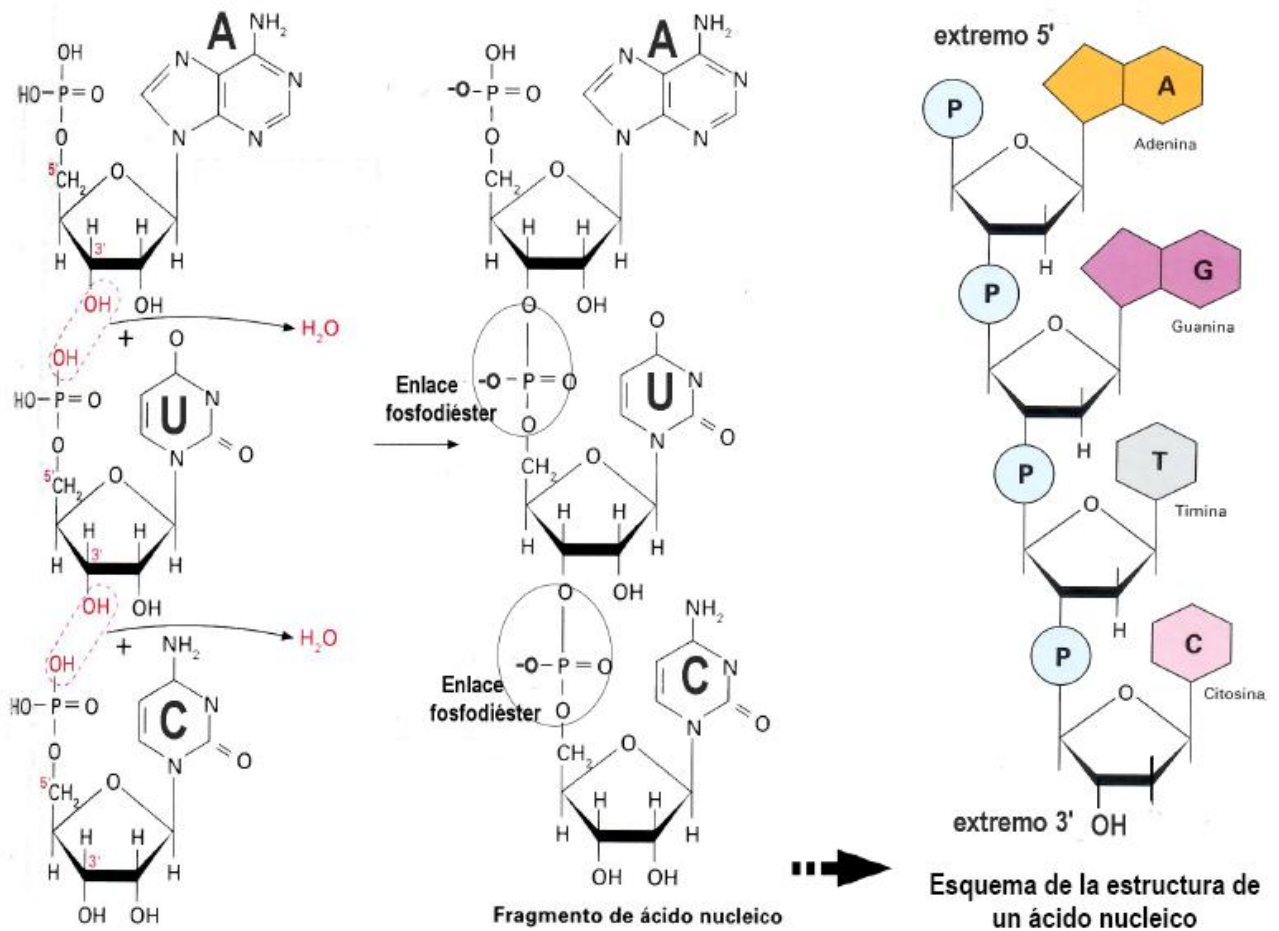
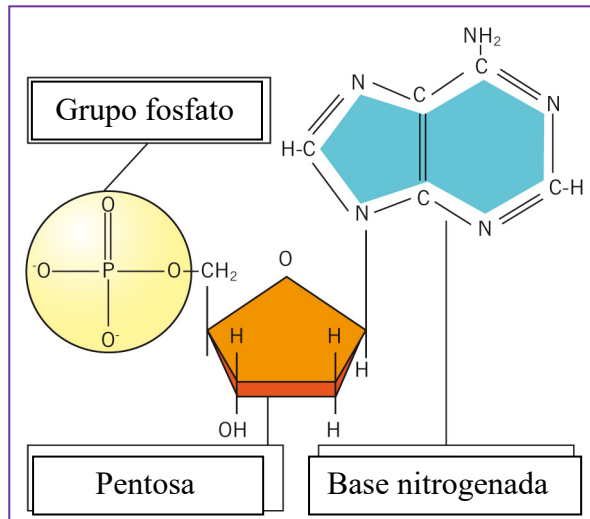
Estos componentes se unen de la siguiente manera:

- 1- El **nucleósido** está formado por la unión de una Pentosa y una base nitrogenada mediante un enlace llamado N – Glucosídico. Éste se establece entre el grupo hidroxilo del carbono 1' de la pentosa y un átomo de nitrógeno de la base (en posición 1 en la pirimidínicas y 9 en las púricas). De esta manera se obtienen 10 tipos distintos de nucleósidos, que se nombran añadiendo el sufijo **-osina** o **-idina** al nombre de las bases púrica y pirimidínicas respectivamente, y el prefijo **desoxi-** en el caso de los desoxirribonucleósidos. Por ejemplo, la unión de ribosa y adenina genera la adenosina, mientras que la desoxirribosa y la adenina se unen para formar la desoxiadenosina.
- 2- El **nucleótido**, formado por la unión de un nucleósido con 1, 2 ó 3 Grupos fosfato. El enlace que une el nucleósido y los grupos fosfato es un enlace tipo éster; entre el hidroxilo del grupo fosfato y el hidroxilo del carbono 5' del nucleósido. En total hay 30 nucleótidos diferentes y su nomenclatura es la siguiente: nucleósido sin a + mono-, di- o tri- fosfato. Por ejemplo: adenosin trifosfato (ATP) y desoxiadenosin difosfato (dADP).

Los Nucleótidos pueden ser de dos tipos:

- **Ribonucleótidos:** formados por una ribosa, una base y grupos fosfato. Hay 15 distintos.
- **Desoxiribonucleótidos:** formados por una desoxirribosa, una base y grupos fosfato. También hay 15 distintos.

Los ácidos nucleicos surgen de la unión de nucleótidos entre sí, por lo que se componen de polinucleótidos. La unión se realiza mediante un enlace covalente llamado **enlace fosfodiéster**, consistente en la esterificación del grupo fosfato situado en el C-5' de uno de los nucleótidos con el OH del C-3' del otro nucleótido.



Los dos tipos de ácidos nucleicos se definen por el tipo de pentosa que poseen y son el **ADN** (ácido desoxirribonucleico) y el **ARN** (ácido ribonucleico). Son dos moléculas que mantienen pocas diferencias químicas, pero que son muy diferentes biológicamente.

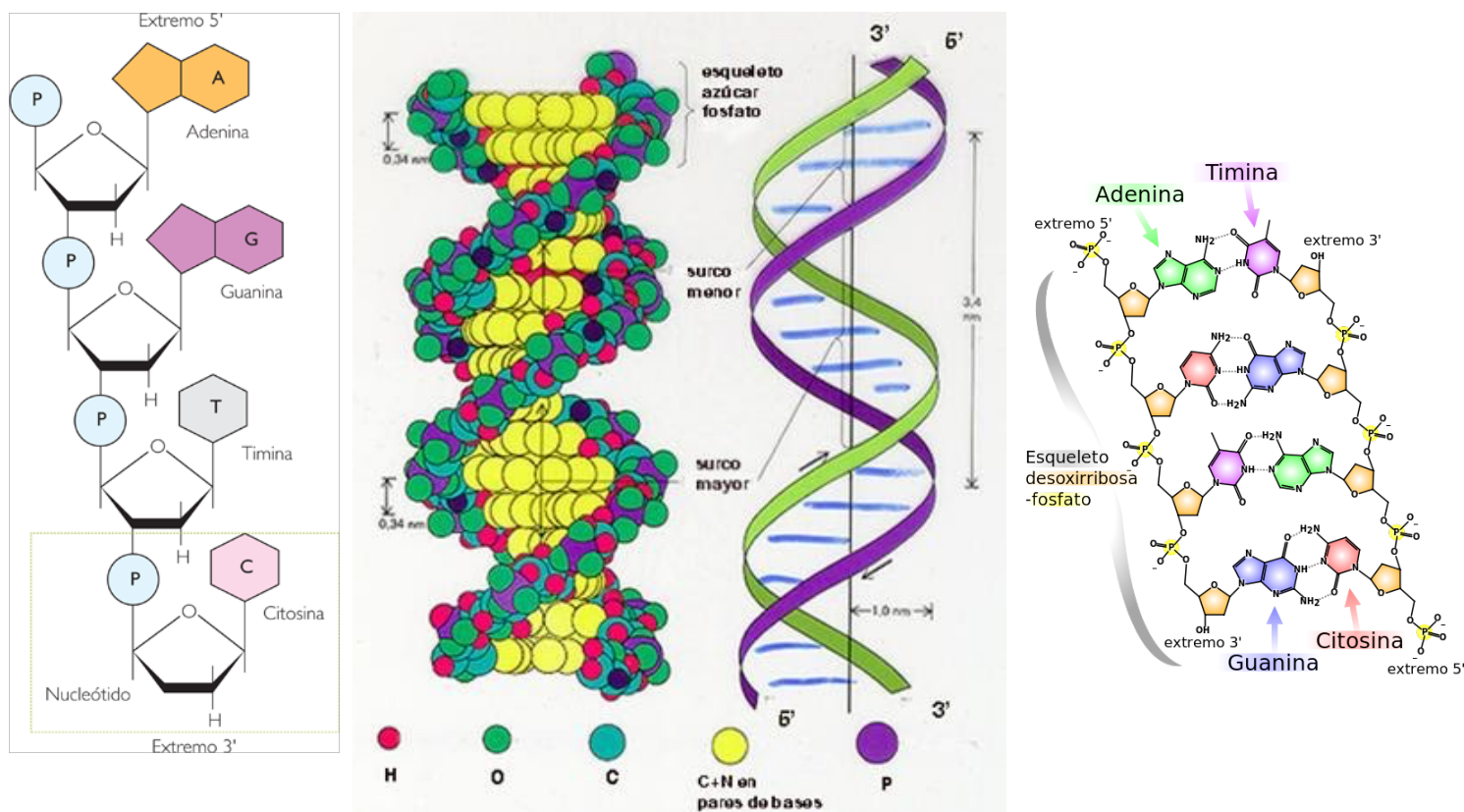
2- EL ADN (Acido Desoxirribonucleico)

Es el ácido nucleico integrado por desoxirribonucleótidos (con desoxirribosa como pentosa) de adenina, guanina, citosina y timina, unidos entre sí por un grupo fosfato. Por tanto, los bioelementos que lo integran son el C, O, H, N, y P.

En las células eucariotas, el ADN se encuentra mayormente en el núcleo (asociado a unas proteínas básicas llamadas histonas), aunque también se encuentran pequeños ADN circulares en orgánulos como las mitocondrias y los cloroplastos. Las células procariotas tienen un ADN circular (el nucleoide) en la región nuclear del citoplasma, junto a pequeños ADN circulares conocidos como plásmidos. Algunos virus poseen ADN como ácido nucleico.

En el ADN se puede diferenciar, de una manera análoga a las proteínas, tres **niveles estructurales**:

1. La **estructura primaria** consiste en largas cadenas o hebras de desoxirribonucleótidos. En éstas, lo único que cambia es la Base: (3') /A, G, T, G, T, A, C, C,.../ (5'), quedando una secuencia de bases que constituye la **información genética**.
2. La **estructura secundaria** es la disposición en el espacio de las dos cadenas de polinucleótidos, que se unen entre sí a través de sus bases mediante enlaces débiles (puentes de hidrógeno). Estas dos cadenas o hebras se pliegan helicoidalmente alrededor de un eje, constituyendo una **doble hélice** de 20 Å de diámetro. Según este modelo, sólo se puede realizar la unión entre una base púrica (grande) y una pirimidínica (pequeña), permitiéndose únicamente, por afinidad química, las parejas A-T (enlazados por dos puentes de hidrógeno) y C-G (tres puentes de hidrógeno), por lo que las dos cadenas son **complementarias** en su secuencia de bases. También son **antiparalelas**, con los enlaces 5'→3' orientados en distinto sentido, para permitir que las bases queden enfrentadas.



Con esta conformación tridimensional, la información genética queda protegida al disponerse las bases hacia el interior de la doble hélice, mientras que la desoxirribosa y los grupos fosfato (que confieren el carácter ácido a la molécula) se disponen hacia el exterior. Algunos virus tienen un ADN monocatenario (con una sola cadena).

3. Estructura terciaria o supraestructura: a partir de la doble hélice se pueden originar distintas configuraciones. El ADN circular de las bacterias, cloroplastos y mitocondrias se retuerce sobre sí misma para formar una superhélice. En células eucariotas, el ADN está asociado a unas proteínas básicas que son las histonas y que contribuyen a su empaquetamiento para dar lugar a la cromatina del núcleo.

Cuando la temperatura aumenta y se alcanza el “punto de fusión”, se separan las dos cadenas del ADN por lo que se produce la **desnaturalización**. Al enfriarse la muestra, se restaura la doble hélice en un proceso denominado **renaturalización**. Esto puede permitir la hibridación de dos hebras ADN de distintos individuos y conocer su grado de parentesco.

Funciones del ADN:

1. Portar y almacenar la información genética. Como el ADN es poco reactivo, su estructura tiende a permanecer invariable. Esto, unido al hecho de ser bicatenario, hace que el ADN pueda mantener y proteger la información.
2. Transmitir a la siguiente generación esa información genética que determina los caracteres hereditarios. Para ello, antes de una división celular, se produce una copia del ADN mediante el proceso de replicación.

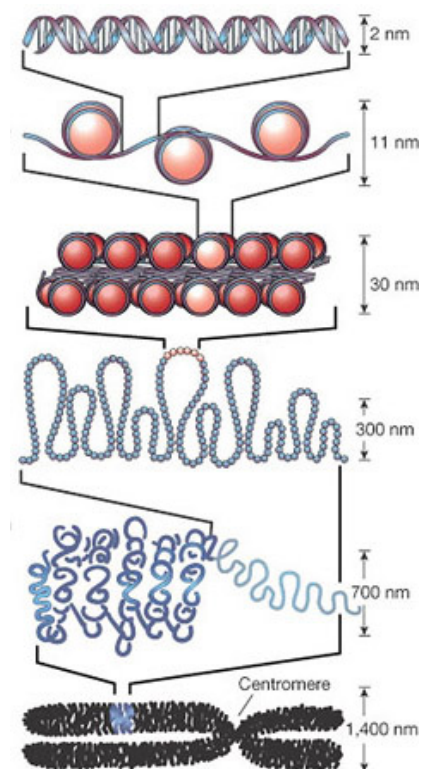
3- EL ARN (Acido Ribonucleico)

A diferencia del ADN, el ARN presenta ribosa como pentosa y las bases adenina, guanina, citosina y uracilo (en vez de la timina). Su estructura es más sencilla, dado que es monocatenario (de una cadena), a excepción de algunos virus llamados reovirus, que tienen ARN bicatenario.

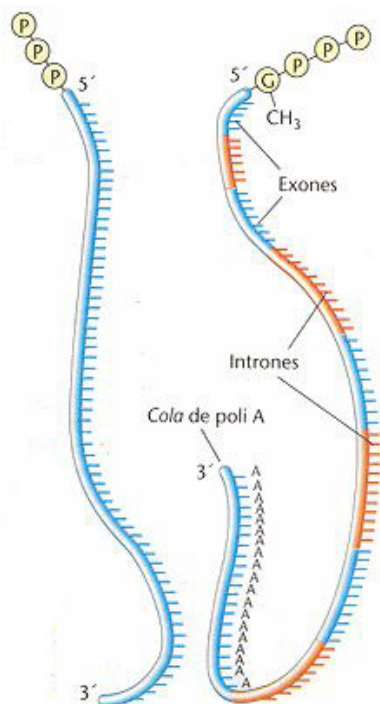
Las cadenas de ARN de las células procariotas y eucariotas presentan sólo estructura primaria, aunque a veces aparece la estructura secundaria mediante el establecimiento de enlaces débiles entre bases por apareamiento internucleotídico para alcanzar una estructura casi helicoidal.

Existen tres tipos importantes de ARN, de misma composición, pero que se diferencian por su estructura y su función:

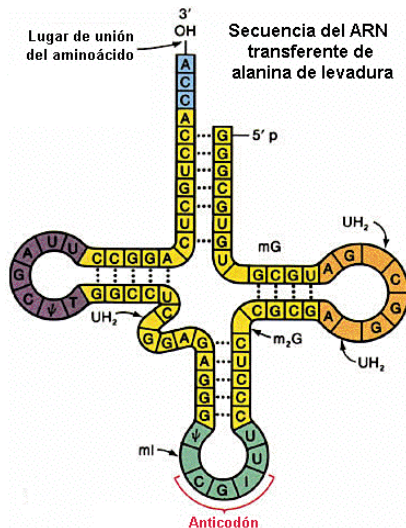
1. El **ARN mensajero (ARNm)** es una cadena lineal y de alto peso molecular (de 100 a 10.000 nucleótidos), aunque más pequeña que el ADN. La secuencia de bases es la complementaria a la del ADN del que procede. El ARNm transporta la información genética que está contenida en el ADN hacia los ribosomas, en donde se traduce y se sintetizan las proteínas. El ARNm forma el 10% del ARN total.
2. El **ARN Transferente (ARNt)** constituye del 5 al 15% total y se encuentra en el citoplasma, por lo que se denomina también ARN soluble. Su tamaño es pequeño



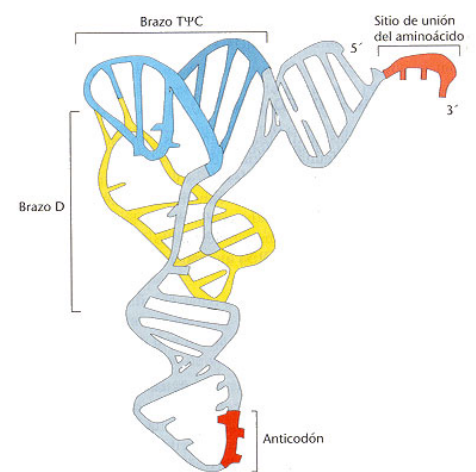
(unos 80 nucleótidos) y es monocatenario, aunque en algunas zonas son bicatenarias, por lo que la molécula se repliega y se forman asas o bucles, apareciendo una estructura secundaria. Su función es la de portar aminoácidos específicos en la síntesis de proteínas, por lo que habrá tantos ARNt como aminoácidos distintos (20). El ARNt capta los aminoácidos y los lleva al ribosoma para ensamblarlos en el orden establecido en el ARNm y así formar las proteínas. La unión entre ARNt y el mensajero se realiza mediante un triplete de nucleótidos denominado **anticodon**, que es complementario al **codon** del ARNm. Por otra parte, el aminoácido se une al extremo 3'.



Cadena de ARNm maduro (izda) y transcrito primario (dcha)

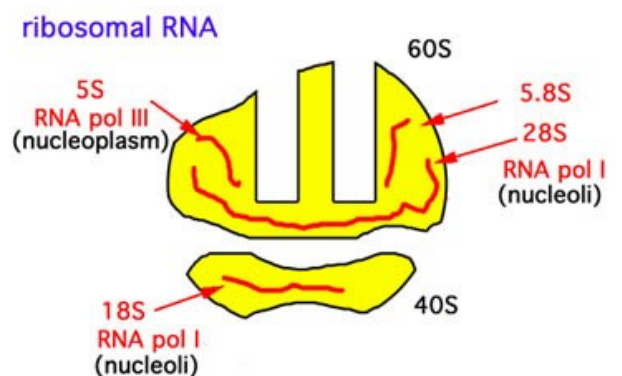


Estructura en hoja de trébol del ARNt



Estructura tridimensional del ARNt

3. El **ARN Ribosómico** (ARNr) es el más abundante porque constituye el 80% del total. Junto a proteínas ribosómicas de acción catalítica, forma los ribosomas: orgánulos celulares en donde se realiza la síntesis de proteínas. El peso de estas estructuras se expresa mediante el coeficiente de sedimentación S, inversamente proporcional a la velocidad de sedimentación durante la ultracentrifugación (unidad svedberg S = 10⁻¹³ segundos).



Otros ARN:

- ARN heteronuclear (ARNhn): un precursor del ARNm en eucariotas.
- ARN nucleolar (ARNn): es el componente principal del nucléolo y precursor de las dos subunidades que conforman los ribosomas.
- ARN pequeño nuclear (ARNpn): presente en el núcleo, es importante en el proceso de maduración del ARNm, en la que actúan como ribozimas.

- ARN de interferencia (ARNi): muy pequeño y de doble cadena, inactiva y degrada algunos ARNm.
- ARN vírico: forman el genoma de algunos virus.

Funciones del ARN:

1. Expresar la información genética, llevándolo del ADN a los ribosomas mediante el ARNm para convertirlo en una secuencia de aminoácidos (con el concurso del ARNt y el ARNr) que genera una proteína funcional encargada de realizar una función que permite ejecutar esa información.
2. Almacenar la información genética en virus que no tienen ADN.

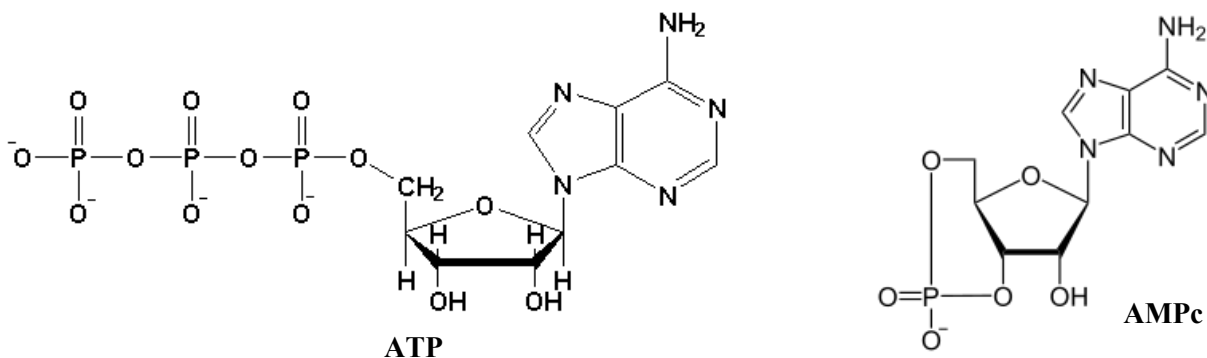
4- NUCLEOTIDOS NO NUCLEICOS

Son ribonucleótidos (con ribosa en su estructura molecular) que no forman parte de ácidos nucleicos y actúan la mayoría como coenzimas (como el coenzima A o el ATP), aunque algunos tienen la función de ser mensajeros químicos (como el AMP cíclico o AMPc). Entre ellos destacaremos los transportadores de energía y de electrones.

4.1 TRANSPORTADORES DE ENERGÍA

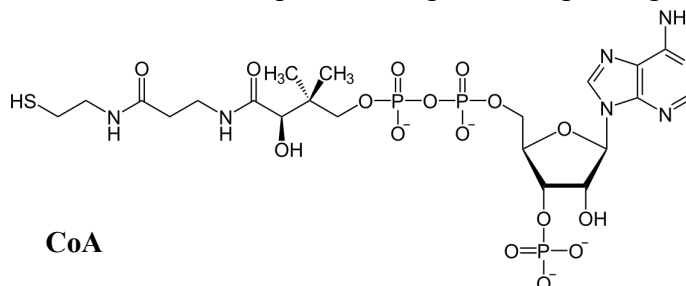
Los enlaces existentes entre los grupos fosfato de los nucleótidos di y trifosfato son **enlaces de alta energía**, denominados así porque necesitan mucha energía para formarse y liberan mucha al romperse. De este modo, los nucleótidos pueden transportar energía de reacciones exergónicas a endergónicas, dado que la hidrólisis de estos enlaces libera energía. En cambio, la fosforilación (formación de estos enlaces) capta energía.

Los nucleótidos más utilizados en el metabolismo como transportadores de energía son los adenosín fosfatos, por lo que se considera al ATP como la unidad universal de energía, frente al papel más limitado (aunque existente) del GTP, UTP y CTP.



El adenosín monofosfato cíclico (AMPc) es un derivado del ATP que actúa como segundo mensajero (o mediador) en muchos procesos hormonales y controla la velocidad de numerosas reacciones intracelulares.

El coenzima A es un derivado del ADP que se encarga de transportar grupos acilo (R-CO-R').



4.2 TRANSPORTADORES DE ELECTRONES

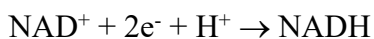
Son coenzimas que constan de un nucleótido y un derivado de una vitamina. Los más destacables son:

- **NAD⁺/NADH** (nicotin adenin dinucleotido): se compone de adenina, nicotinamina (derivado de la niacina) y 2 grupos fosfato.
- **NADP⁺/NADPH** (nicotin adenin dinucleótido fosfato): compuesto de adenina, nicotinamina y 3 grupos fosfato.
- **FAD/FADH₂** (flavin adenin dinucleotido): se compone de adenina y riboflavina (Vitamina B₂).

Están implicadas en reacciones de oxidación-reducción, que son reacciones de transferencia de electrones. Éstos son transportados por estas sustancias de una reacción de oxidación que los genera a una de reducción que los capta. Es decir, los transportadores de electrones captan el poder reductor generado en la oxidación de moléculas orgánicas, para cederlo a las sustancias que han de ser reducidas.

Ejemplos con el NAD⁺ / NADH + H⁺

Partiendo de una reacción de oxidación, se obtiene poder reductor acumulado en la versión reducida (NADH).



De este modo, en una reacción de reducción, se cede el poder reductor (electrones) para reducir al sustrato, por lo que libera la versión oxidada (NAD⁺).

