

MATERIAL DE REPASO BIOLOGÍA BACHILLERATO

PARTE I

Los seres vivos están compuestos principalmente por C, H, O y N; y en menor proporción por P y S. La química orgánica se basa en enlazar átomos de carbono formando macromoléculas bastante estables y la vida es el resultado de la organización de estas macromoléculas.

1. BIOELEMENTOS

Son los elementos químicos que forman parte de la materia viva. Se han encontrado unos 70 elementos químicos formando parte de la materia viva, estos se encuentran en distintas proporciones y no todos están presentes en todos los seres vivos. De acuerdo con su abundancia se dividen:

- Bioelementos primarios.
- Bioelementos secundarios.

•**Bioelementos primarios:** Son los que se encuentran en mayor proporción, están presentes en todas las biomoléculas. Representan entorno al 95 % del peso de la materia viva. Son el C, O, H, N y en menor proporción el P y S.

Estos elementos han sido seleccionados entre todos los que constituyen la corteza terrestre para formar la materia viva, a pesar de que salvo el oxígeno no son los más abundantes, por las características que poseen entre las cuales destacan las siguientes:

•**Bioelementos secundarios:** Son todos los demás elementos que forman la materia viva. Representan alrededor del 5 % del peso de la materia viva. Se encuentran en menor proporción que los anteriores pero también son importantes, hasta el punto que algunos son indispensables.

-Algunos se presentan en todos los seres vivos como: Ca, Na, K, Mg, Cl, Fe, Si, Cu, Mn, B, I, F,

-Otros solo están presentes en algunos seres vivos como: Pb, Br, Zn, Co, etc

Aquellos bioelementos que se encuentran en la materia viva en una proporción inferior al 0,1 % se denominan **oligoelementos** o también elementos vestigiales. Desempeñan generalmente funciones catalizadoras formando parte de enzimas, vitaminas, hormonas.

2.FUNCIÓN DE LOS BIOELEMENTOS.

•**Bioelementos primarios**

Entre las funciones de los bioelementos primarios (C,H,O,N,P y S) hay que señalar las siguientes:

-**Carbono, hidrógeno y oxígeno.** Forman parte en distinta proporción de todas las biomoléculas.

-**Nitrógeno.** Forma parte de biomoléculas importantes como las proteínas y los ácidos nucleicos.

-**Fósforo.** Se encuentra en los ácidos nucleicos, fosfolípidos, ATP, estructuras esqueléticas, etc

-**Azufre.** Forma parte de muchas proteínas (las que tienen cisteína), de algunas enzimas y vitaminas, etc.

•**Bioelementos secundarios**

◆**Entre los bioelementos secundarios más abundantes:**

-**Cloro, sodio y potasio.** En forma iónica mantienen el equilibrio osmótico e intervienen en la transmisión del impulso nervioso.

-**Calcio.** En forma de carbonato forma parte de estructuras esqueléticas de muchos animales (huesos dientes, caparazones, etc), en forma iónica interviene en muchos procesos como la contracción muscular, coagulación sanguínea, liberación de neurotransmisores durante la sinapsis, formación del huso mitótico, etc.

-**Magnesio.** Forma parte de muchas enzimas, entra en la composición de la clorofila, etc.

◆**Entre los oligoelementos:**

-**Hierro.** Interviene en procesos de oxido-reducción cediendo o tomando electrones. Forma parte de proteínas importantes como la hemoglobina y mioglobina que intervienen en el transporte de oxígeno, citocromos que intervienen en la respiración celular.

-**Iodo:** Es necesario para la fabricación de hormona tiroidea.

-**Flúor:** Forma parte del esmalte de los dientes y de los huesos.

-**Cobalto:** Forma parte de la vitamina B₁₂ y de la nitrogenasa que utilizan algunas bacterias para fijar el nitrógeno atmosférico.

-**Silicio:** En forma de óxido de silicio da rigidez a los tallos de muchas plantas (gramíneas, equisetos etc) y forma parte del caparazón de microorganismos como las diatomeas.

-**Cobre y Zinc:** actúan como cofactores de muchas enzimas.

-**Litio:** incrementa la secreción de neurotransmisores y favorece la estabilidad del estado de ánimo.

3. BIOMOLECULAS: CONCEPTO

Los bioelementos en la materia viva no están libres sino que se unen unos con otros mediante enlaces químicos formando moléculas más o menos complejas llamadas **biomoléculas** o **principios inmediatos**. Se les llama principios inmediatos porque se pueden separar de la materia viva mediante procesos físicos tales como: evaporación, filtración, destilación, electroforesis, etc.

3.1. CLASIFICACION

Las biomoléculas las podemos dividirlas en dos grupos:

-**Orgánicas:** Son exclusivas de la materia viva, tienen un alto porcentaje de carbono. Muchas de ellas tienen una gran complejidad y se denominan **macromoléculas** o **polímeros** estando formadas por la unión de unas unidades más sencillas denominadas **monómeros**.

-**Inorgánicas:** Están presente tanto en la materia viva como en la inerte.

Biomoléculas.

-Inorgánicas

Agua

Sales minerales

-Orgánicas

Glúcidos

Lípidos

Prótidos

Ácidos nucleicos

1. ACIDOS NUCLEICOS

Los ácidos nucleicos son biomoléculas, compuestas por C, H, O, N y P. Se forman por la polimerización de unas subunidades denominadas nucleótidos. Según la composición se distinguen dos tipos: ADN y ARN.

Son las moléculas encargadas de almacenar, transmitir y expresar la información genética.

Los **nucleótidos**, aunque son mucho más sencillas que los ác. nucleicos, tienen ya cierta complejidad y están formados por 3 tipos de compuestos: una **pentosa**, una **base nitrogenada** y un **ácido. fosfórico**:

•**Pentosa**: Las pentosas que forman los ac.nucleicos pueden ser: **D-ribosa** en el ARN y **D-2-desoxirribosa** en el ADN.

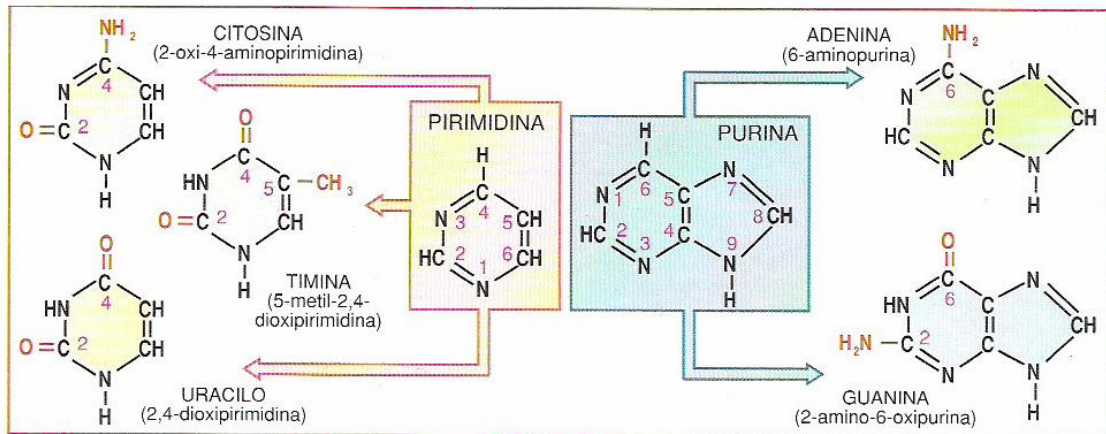
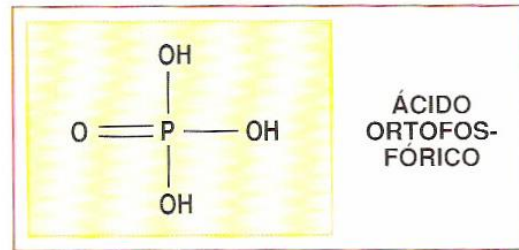
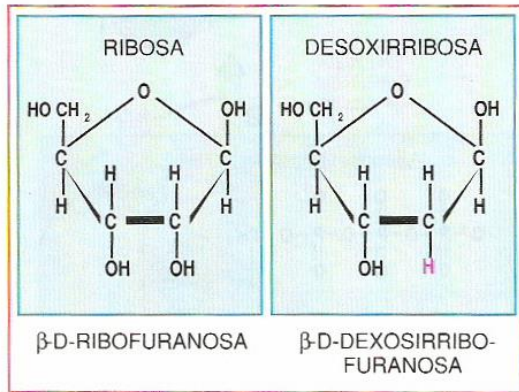
•**Bases nitrogenadas**: contienen átomos de nitrógeno y tienen carácter básico.

Pueden ser de dos tipos:

□**Púricas**: Derivan de la purina. Las más importantes son: **adenina** y **guanina** pueden estar presentes tanto en el ARN como en el ADN.

□**Pirimidínicas**: Derivan de la pirimidina. Las más importantes son: **citocina**, **timina** y **uracilo**. La citosina puede estar en el ADN y ARN, la timina solo en el ADN y el uracilo solo en el ARN.

•**Ac. ortofosfórico**. Se encuentra en forma de ión fosfato (PO_4^{3-}).



1.1. NUCLEÓSIDOS.

Son compuestos que se forman por la unión de una **pentosa** y una **base nitrogenada**. El enlace mediante el cual se unen se denomina **N-glucosídico**. Los nucleósidos se nombran con el nombre de la base cambiando la terminación por la terminación **osina** si la base es púrica o **idina** si la base es pirimidínica. Si la pentosa es la desoxirribosa se añade el prefijo **desoxi**.

Según cual sea la pentosa podemos diferenciar dos tipos de nucleósidos:

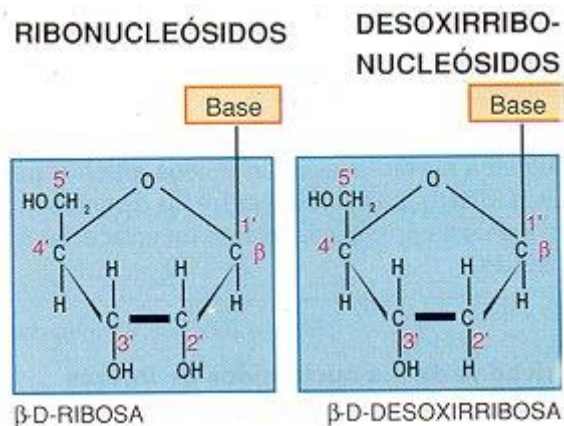
1-Ribonucleósidos: La pentosa es la ribosa (β -D-ribofuranosa). Según la base pueden ser:

- **Adenosina:** Ribosa - adenina
- **Guanosina:** Ribosa- guanina
- **Citidina:** Ribosa- citosina
- **Uridina:** Ribosa- uracilo.

2-Desoxirribonucleósidos: La pentosa es la 2-desoxirribosa (β -D-2-desoxirribofuranosa).

Según la base pueden ser:

- **Desoxiadenosina:** desoxirribosa- adenina
- **Desoxiguanosina:** desoxirribosa- guanina
- **Desoxicitidina:** desoxirribosa- citosina
- **Desoxitimidina:** desoxirribosa- timidita



1.2 NUCLEÓTIDOS NUCLEICOS

Dentro de los nucleótidos nucleicos, según cual sea la pentosa, los podemos dividir en dos grupos:

1-Ribonucleótidos: La pentosa es la ribosa, forman parte de los ácidos ribonucleicos. Según la base que contengan pueden ser de cuatro tipos:

- **Ac. adenílico** o **adenosina (adenosín)-5'-monofosfato** o **AMP**
- **Ac. guanílico** o **guanosina (guanosín)-5'-monofosfato** o **GMP**
- **Ac. citidílico** o **citidina (citidín) -5'-monofosfato** o **CMP**
- **Ac. uridílico** o **uridina (uridín)-5'-monofosfato** o **UMP**

2-Desoxirribonucleótidos: La pentosa es la 2-desoxirribosa, forman el ADN. Según la base que contengan pueden ser de cuatro tipos:

- **Ac. desoxiadenílico** o **desoxiadenosina (desoxiadenosín)-5'-monofosfato** o **dAMP**.
- **Ac. desoxiguanílico** o **desoxiguanosina (desoxiguanosín)-5'-monofosfato** o **dGMP**.
- **Ac. desoxicitidílico** o **desoxicitidina (desoxicitidín)-5'-monofosfato** o **dCMP**.
- **Ac. desoxitimidílico** o **desoxitimidina (desoxitimidín)-5'-monofosfato** o **dTMP**.

<u>PENTOSA</u>	<u>BASE</u> <u>NITROGENA</u> <u>DA</u>	<u>NUCLEÓSIDOS</u>	<u>NUCLEÓTIDOS</u>		
			MONO ~	DI- ~	TRI ~
		RIBONUCLEÓSIDOS	RIBONUCLEÓTIDOS		
RIBOSA	ADENINA	ADENOSINA	AMP	ADP	ATP
	GUANINA	GUANOSINA	GMP	GDP	GTP

	CITOSINA URACILO	CITIDINA URIDINA	CMP UMP	CDP UDP	CTP UTP
DESOXIRRIBOSA	ADENINA GUANINA CITOSINA TIMINA	DESOXIRRIBO- NUCLEÓSIDOS	DESOXIRRIBO- NUCLEÓTIDOS		
		DESOXIADENOSINA	dAMP	dADP	dATP
		DESOXIGUANOSINA	dGMP	dGDP	dGTP
		DESOXCITIDINA	dCMP	dCDP	dCTP
		DESOXITIMIDINA	dTMP	dTDP	dTTP

1.3 FUNCIONES DE LOS NUCLEÓTIDOS

Además de ser los sillares estructurales de los ácidos nucleicos, los nucleótidos desempeñan en las células otras funciones no menos importantes.

1. **Nucleótidos ricos en energía:** Los enlaces covalentes que unen los grupos fosfato adicionales de los nucleótidos di- y trifosfato son *enlaces ricos en energía*: necesitan un aporte energético importante para formarse y liberan esta energía cuando se hidrolizan. Esto les permite actuar como **transportadores de energía**. En concreto, el **trifosfato de adenosina (ATP)** actúa universalmente en todas las células transportando energía, en forma de energía de enlace de su grupo fosfato terminal, desde los procesos metabólicos que la liberan hasta aquellos que la requieren. En algunas reacciones del metabolismo, otros nucleótidos trifosfato como el GTP, CTP y UTP, pueden sustituir al ATP en este papel.
2. **Coenzimas:** Por otra parte, algunos nucleótidos o sus derivados pueden actuar como *coenzimas* (sustancias orgánicas no proteicas que resultan imprescindibles para la acción de muchos enzimas). Tal es el caso del **NAD, NADP, FAD, FMN** y el **coenzima A**; nucleótidos complejos en los que aparecen bases nitrogenadas diferentes a las típicas de los ácidos nucleicos.

3. **Mediadores:** Otros nucleótidos como el **AMPc**, un fosfato cíclico de adenosina en el que el grupo fosfato está unido mediante enlace éster al hidroxilo de la posición 3' y al de la posición 5', actúan como mediadores en determinados procesos hormonales, transmitiendo al citoplasma celular señales químicas procedentes del exterior.

1.4 FUNCION DE LOS ACIDOS NUCLEICOS

El **ADN** es la molécula que lleva la **información genética**, es decir la información que determina las características del individuo. Estas características están determinadas por las proteínas, por consiguiente el ADN lleva la información que permite la síntesis de todas las proteínas del organismo. Esta información viene determinada por la secuencia de bases. Este proceso de **síntesis de proteínas** se realiza en dos etapas y en él interviene también los ARN:

1) **Transcripción:** En esta etapa se copia la información de un fragmento de ADN, correspondiente a un gen, al ARNm.

2) **Traducción:** La secuencia de nucleótidos del ARNm se traduce, en los ribosomas con la ayuda de los ARNt, en una determinada secuencia de aminoácidos, es decir en una determinada proteína.

El ADN además gracias a la propiedad de **autoduplicación o replicación** que tiene puede transmitir esta información de una generación a otra.

La función del **ARN** en la mayoría de los organismos es la de extraer la información del ADN y posteriormente dirigir a partir de esta información la síntesis proteica. En algunos virus como el de la gripe o el del SIDA, el ARN también es la molécula que lleva la información genética.

1.5 ACIDO DESOXIRRIBONUCLEICO: GENERALIDADES

Son macromoléculas formadas por **desoxirribonucleótidos-5'-monofosfatos** de: **adenina, guanina, citosina y timina** (nunca uracilo) que se unen entre sí mediante enlaces **fosfodiéster 5'-3'**.

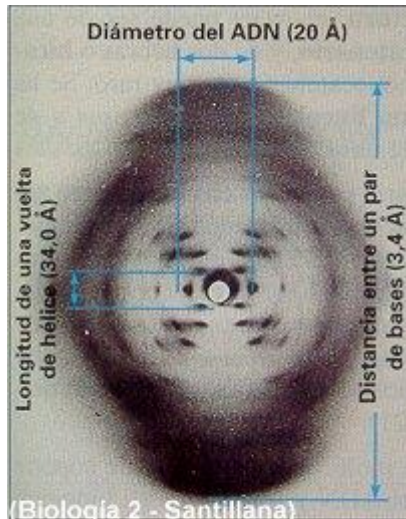
Tienen un peso molecular muy elevado (en el hombre $3,6 \cdot 10^{12}$). En la mayoría de los casos es **bicatenario** esta formada por dos cadenas de nucleótidos, aunque en algunos virus es **monocatenario**. En algunos casos la molécula de ADN es **circular** (carece de extremos) como ocurre en las células procariotas, en algunos virus etc; en las células eucariotas es **lineal**.

Las moléculas de ADN son **muy largas**, su longitud varía desde los 0,5 μm en algunos virus, hasta 13 cm en la mosca del vinagre. En el hombre es de unos 5 cm..

En las células eucariotas el ADN se encuentra asociado a **proteínas básicas** formando las nucleoproteínas, así se encuentra en las **fibras de cromatina** y en los **cromosomas**; en las procariotas antes se creía que no se asociaba a proteínas por eso se decía que estaba "desnudo", hoy se duda de que sea así.

En las células eucariotas la mayor parte del ADN se localiza en el **núcleo (ADN nuclear)** formando la cromatina y los cromosomas, pero también hay una pequeña cantidad en las

mitocondrias (ADN mitocondrial) y cloroplastos (ADN plastidial), este es similar al de las células procariotas.



Difracción de rayos X de ADN extraído del timo de ternera.

ESTRUCTURA

En el ADN, al igual que las proteínas se diferencian distintos niveles de complejidad estructural.

ESTRUCTURA PRIMARIA

Es la **secuencia de nucleótidos de una cadena o hebra**. Nos indica cuantos, de que clase y como están ordenados los nucleótidos en la cadena.

En las cadenas de nucleótidos se diferencian:

- El **eje de la cadena** que esta formado por **desoxirribosa** y **fosfórico** que se van sucediendo alternativamente y es común para todas las clases de ADN.
- Las **diferentes bases** (A,G,C,T) que salen del eje a nivel de la desoxirribosa. La colocación o **secuencia** de estas bases es lo que diferencia a las distintas clases de ADN. Esta secuencia de bases constituye el **mensaje genético**, en esta secuencia es donde reside la información necesaria para la síntesis de las proteínas, y por lo tanto esta información es la que determina las características biológicas del individuo.
- Todas las cadenas tienen **polaridad**, en ellas se diferencian dos extremos: el **extremo 5'**, es el que lleva el grupo fosfato libre unido al carbono 5' de la pentosa; el **extremo 3'** es el que lleva el OH del carbono 3' de la pentosa libre.

ESTRUCTURA SECUNDARIA

Es la disposición espacial de las dos cadenas de polidesoxirribonucleótidos que constituyen la molécula de ADN.

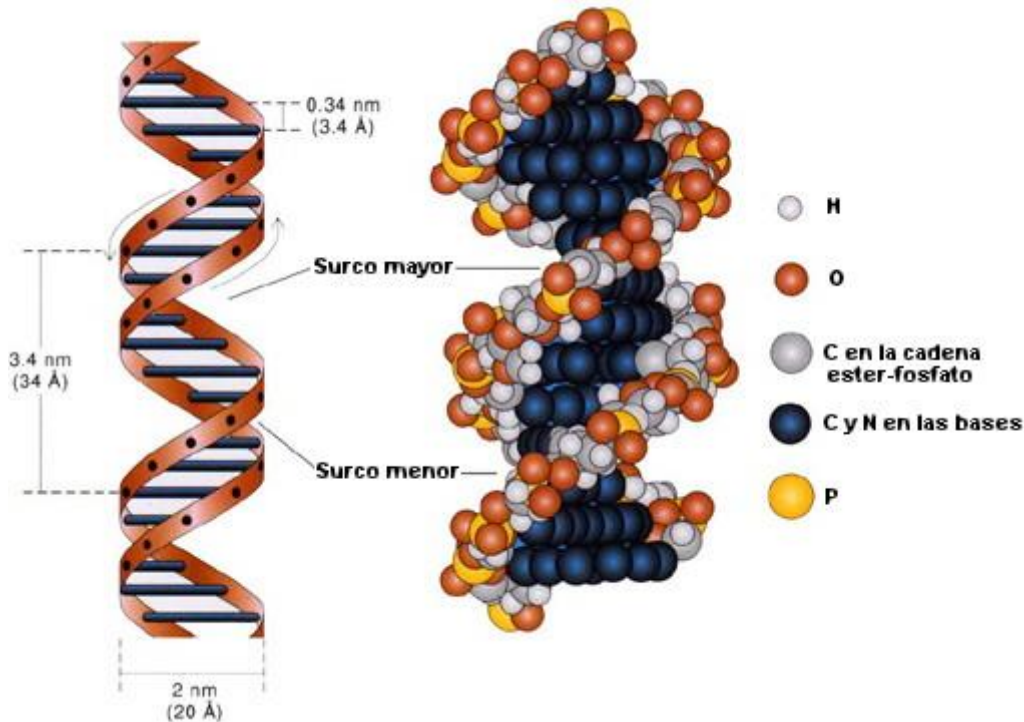
Esta estructura fue determinada por **Watson y Crick** en 1953, que propusieron el modelo de **doble hélice**. **Rosalind Franklin y Maurice Wilkins** entre 1950 – 53, mediante difracción por rayos X del ADN dedujeron:

- La molécula de ADN era fibrilar (larga y delgada) con un diámetro constante de 2 nm .
- Su estructura debía de ser helicoidal.
- Que poseía dos estructuras que se repetían periódicamente: una cada 0,34 nm (se correspondería con los pares de bases complementarias), y la otra se repite cada 3,4 nm (se correspondería con una vuelta de hélice).

Basándose en estos datos **Watson y Crick** propusieron el **modelo de doble hélice** para el ADN. Según el cual:

- La molécula de ADN está formada por dos cadenas de polidesoxirribonucleótidos, que son **antiparalelas**, es decir están orientadas en sentido opuesto, una tiene sentido **5'→3'** y la otra **3'→5'**.
- Las dos cadenas están enfrentadas por sus bases nitrogenadas. El enfrentamiento es siempre entre una **base púrica** (anillo más grande) y una **pirimidínica** (anillo más pequeño) de esta forma la molécula tiene un grosor uniforme. El enfrentamiento se da entre la **A-T** y **G-C** o **viceversa**, a las bases que se encuentran enfrentadas se las denomina **bases complementarias**.
- Las dos cadenas se unen mediante enlaces por **puentes de hidrógeno** que se establecen entre los grupos polares de las bases complementarias.
- Las dos cadenas no son iguales, cada una de ellas está formada por bases complementarias (nucleótidos complementarios) de la otra, por ello se denominan **cadenas complementarias**.
- Estas dos cadenas están enrolladas en espiral alrededor de un eje imaginario originando una **doble hélice**.
- Este enrollamiento es **dextrógiro** (hacia la derecha visto desde arriba) y **plectonémico** es decir esta enrollada una sobre la otra y para separarla es necesario hacerlas girar.
- Las **bases nitrogenadas** se sitúan en el **interior** de la doble hélice, mientras que los **ejes** (pent.- fosfato) de las cadenas forman el **esqueleto externo**. Los planos de los anillos de las bases nitrogenadas que están enfrentadas son paralelos entre sí y perpendiculares al eje de la doble hélice.
- El **grosor** de la doble hélice es de **2 nm** por lo que en cada vuelta hay 10 pares de nucleótidos.

- Por todo lo dicho la molécula de ADN se asemeja a una escalera de caracol, cuyos pasamanos se corresponderían con los esqueletos de polidesoxirribosa-fosfato y los peldaños serían los pares de bases enfrentadas entre sí. Este modelo estructural se le denomina **forma B**, hoy se sabe que además de este modelo existen otros dos modelos: la **forma A** y la **forma Z**.



1.5 ACIDO RIBONUCLEICO: GENERALIDADES

Son macromoléculas formadas por **ribonucleótidos 5' monofosfatos** de **adenina, guanina, citosina y uracilo** (nunca timina), que se unen mediante enlaces **fosfodiéster 5'-3'**

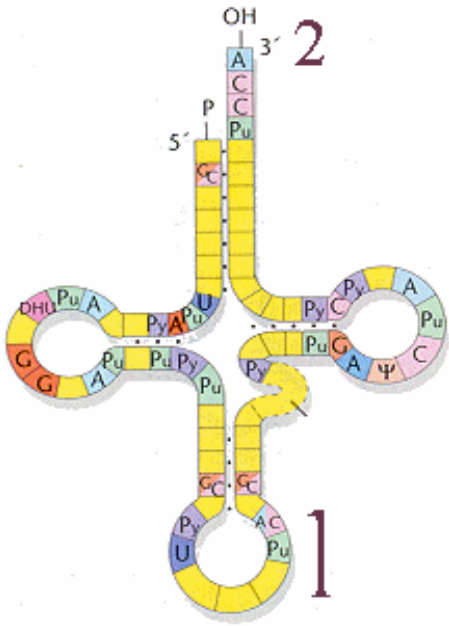
En algunos tipos de ARN aparecen **otras bases** diferentes en menor proporción, que suelen derivar de las primeras, así la metilguanina, metilcitosina etc.

El ARN es **unicatenario** excepto en algunos virus en los que es bicatenario. Por lo tanto solo tienen estructura primaria, sin embargo en algunos tipos de ARN, en ciertas zonas la cadena se dobla sobre sí misma presentando estructura secundaria de doble hélice, a estas zonas se las denomina **horquillas**.

Las cadenas de ARN son más cortas que las de ADN y tienen un peso molecular más pequeño; pueden localizarse tanto en el núcleo como en el citoplasma.

En disolución acuosa se hidrolizan con mayor facilidad que el ADN por lo que son menos estables que este.

Se diferencian varios tipos de ARN: **ARNr, ARNt, ARNm y ARNn**



TIPOS DE ARN

ACIDO RIBONUCLEICO MENSAJERO (ARN_m)

Esta formado por una **sola cadena de ribonucleótidos**, que puede llegar a tener hasta 5000. Sólo presentan estructura primaria. Representa el 5% del total de ARN.

Su **función** es copiar la información genética del ADN (**transcripción**) y una vez copiada sale del núcleo a través de los poros de la membrana nuclear y lleva dicha información hasta los ribosomas del citoplasma para que se sinteticen las proteínas, por eso se llama mensajero. Cada ARN_m será complementario con la cadena del fragmento ADN que sirvió como molde para su síntesis.

En los **eucariotas**, el ARN_m se denomina **monocistrónico**, debido a que lleva información para sintetizar una sola proteína. En los eucariotas los ARN_m cuando se forman tienen fragmentos que llevan información para la síntesis de proteínas (codifican aminoácidos), a estos fragmentos se les llama **exones** e intercalados con ellos hay otros que no contienen información llamados **intrones**. Por ello para hacerse funcional sufren un proceso de maduración en el cual se eliminan los intrones y se unen entre sí los exones.

Los ARN_m tienen una vida muy corta y se degrada rápidamente por acción de unas enzimas llamadas **ribonucleasas**, si no fuese así el proceso de síntesis proteica continuaría indefinidamente.

ACIDO RIBONUCLEICO DE TRANSFERENCIA (ARN_t)

Es un tipo de ARN cuyas moléculas son pequeñas, contienen de 80-100 nucleótidos,. Representan 15% de todo el ARN. Un 10% de las bases que lo forman son derivadas de las bases normales.

Está formado por una sola cadena de ribonucleótidos que esta doblada y en algunas zonas las bases complementarias (A-U, C-G) están enfrentadas y se unen por puentes de hidrógeno presentando estructura secundaria de doble hélice. Vista en el plano esta molécula tienen forma de **hoja de trébol**, pero vista en tres dimensiones tienen un plegamiento más complejo y presentan forma de **L invertida o boomerang**.

Partes de las moléculas de ARN_t

- **Brazo aceptor.** Es el brazo que no tiene bucle, en él se sitúan los dos extremos de la cadena: el **extremo 5'** que termina siempre en el nucleótido de la guanina que tiene el grupo fosfato libre y el **extremo 3'** que termina siempre en el **tripleto CCA** sin aparear, con él es con quien se une el aminoácido que van a transportar.

- **Brazo del anticodón,** se sitúa en el lado opuesto al brazo aceptor, en el bucle de este brazo existe un triplete de bases denominadas **anticodón**, que determina el aminoácido que transportara el ARN_t. Los anticodones son complementarios de tripletes de bases del ARN_m (codones) con los que se unen de forma transitoria en la traducción de la información durante la síntesis de proteínas.

- Además existen otros dos brazos: el **brazo D**, que es por donde se une al enzima (**aminoacil-ARN_t sintetasa**) que cataliza la unión con el aminoácido que transporta. El **brazo T** que es por donde se fija el ARN_t al ribosoma.

Existen unos 50 tipos diferentes de ARN_t. Se sintetizan en el núcleo por la transcripción de zonas concretas del ADN, una vez formados salen al citoplasma donde realiza su función.

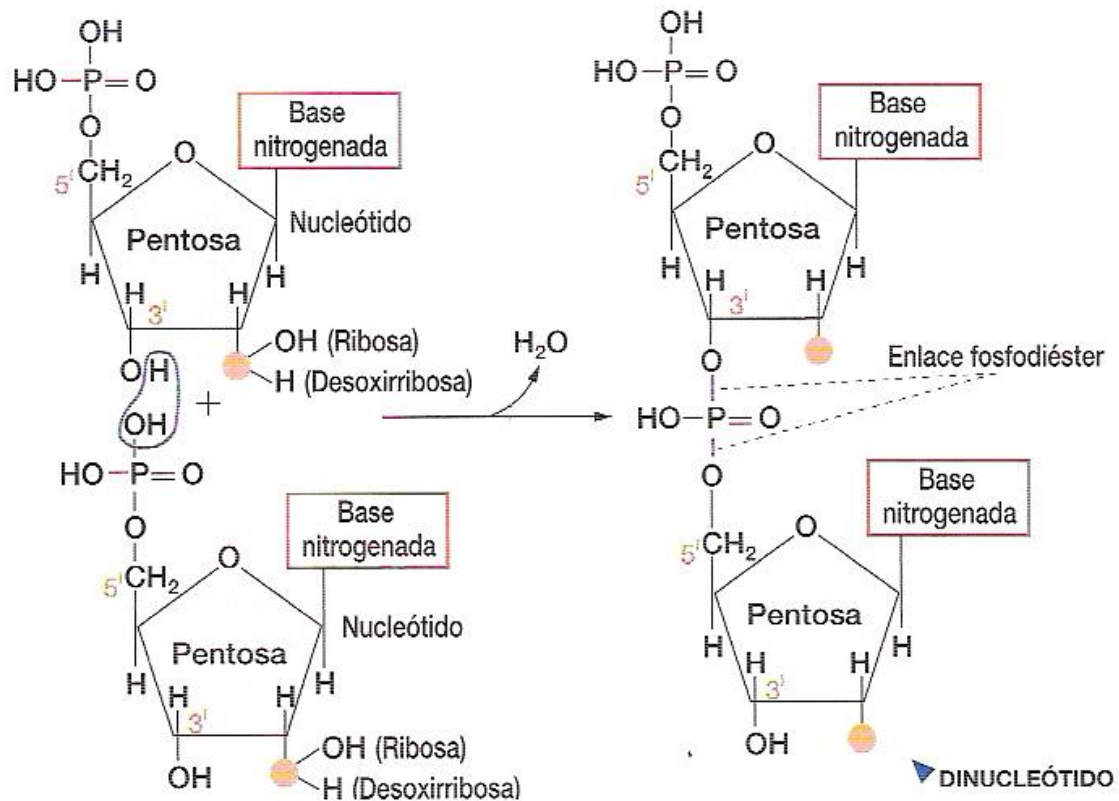
Su **función** es la de captar aminoácidos en el citoplasma y transportarlos a los ribosomas, colocándolos según indica la secuencia del ARN_m para sintetizar las proteínas.

ACIDO RIBONUCLEICO RIBOSOMICO (ARN_r)

Es el ARN más abundante de todos representan el 80% del total. Está formado por moléculas de diferentes tamaños, que están constituidas por una sola cadena de ribonucleótidos, en algunas zonas presentan estructura secundaria en doble hélice. Se asocian con una gran cantidad de proteínas diferentes y forman los **ribosomas**.

ÁCIDO RIBONUCLEICO NUCLEOLAR (ARN_n)

Se encuentra asociado a diferentes proteínas formando parte del **nucléolo**. Se origina en el núcleo a partir de diferentes segmentos del ADN llamados **organizadores nucleolares**. Una vez formado, se fragmenta y da origen a los diferentes tipos de ARN_r.



DIFERENCIAS ENTRE ADN Y ARN

•En cuanto a la composición:

-El ADN tiene como pentosa la β -D-desoxirribofuranosa, como base tiene timina y no tiene uracilo.

-El ARN tiene como pentosa la β -D-ribofuranosa, como base tiene uracilo y no tiene timina.

•En cuanto a la localización:

-La mayor parte del ADN se localiza en el núcleo, aunque también algo se localiza en mitocondrias y plastos.

-El ARN se localiza tanto en el núcleo como en el citoplasma.

•En cuanto a la estructura:

-La mayor parte de las moléculas de ADN son bicatenarias y mucho más grande complejas que las del ARN.

-La mayoría de las moléculas de ARN son unicatenarios y de tamaño mucho menor.

•En cuanto a la función:

-El ADN es la molécula que lleva la información y dicta las órdenes en la síntesis de proteínas.

-El ARN ejecuta las órdenes dictadas por el ADN.

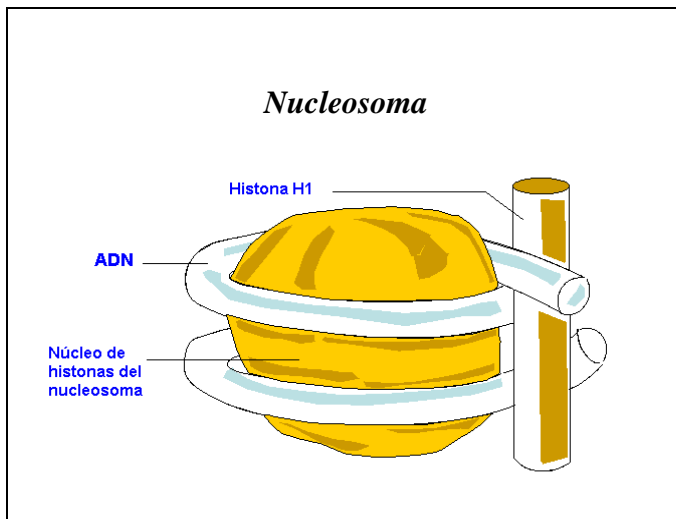
NIVELES DE CONDENSACIÓN DEL ADN

La enorme cantidad de información que lleva la molécula de ADN se debe a su empaquetamiento.

En las **células eucarióticas** el problema consiste en introducir más de 1 metro de ADN en un núcleo de apenas 10 micras.

Primer nivel de condensación: Fibra de 10 nm o collar de perlas.

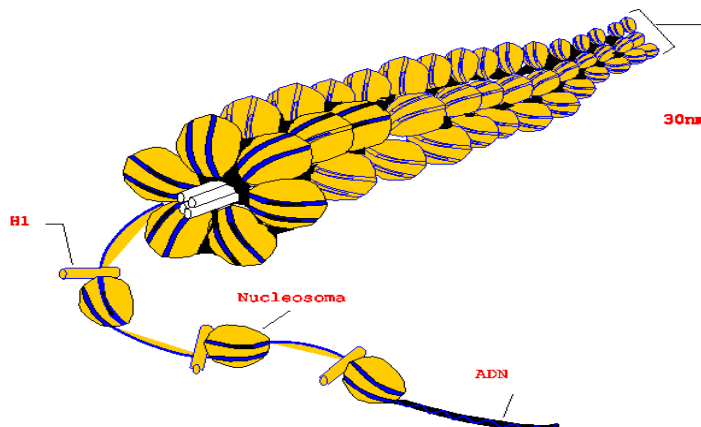
El ADN se encuentra compactado en el núcleo. Un primer nivel de condensación se forma gracias a la unión de cierto tipo de proteínas básicas, denominadas **histonas**, a manera de un collar de cuentas: el ADN rodea un núcleo compuesto por ocho histonas. Este núcleo rodeado por ADN, más el ADN espaciador entre las cuentas, se denomina **nucleosoma** y fue descubierto en 1975 por **Roger Kornberg, Dean Hewish y Leigh Burgoyne**. Cada nucleosoma contiene un pedazo de ADN de 146 nucleótidos más ocho histonas



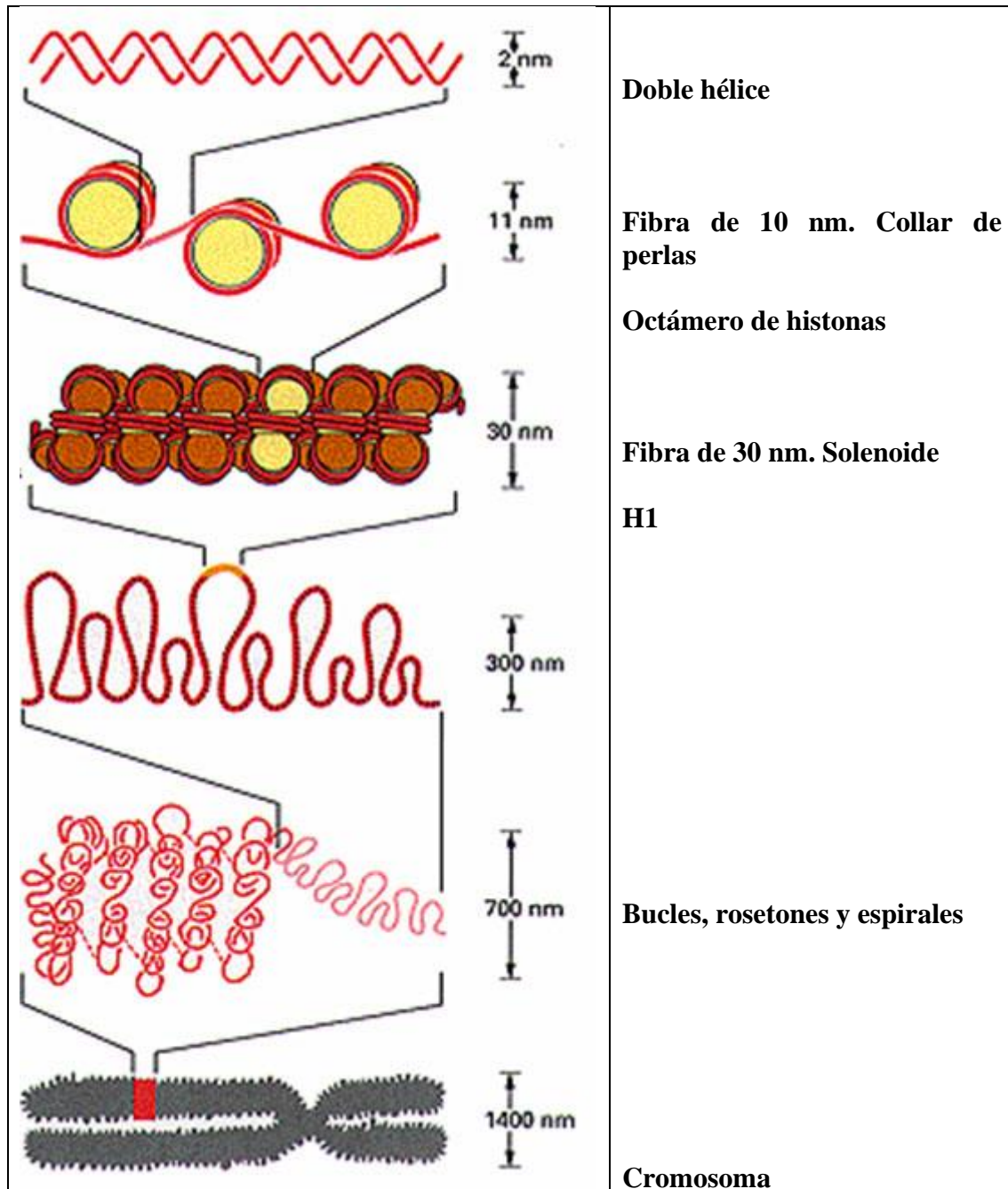
Segundo nivel de condensación: Fibra de 30 nm o solenoide.

La fibra de 10 nm se enrolla gracias a la histona H1 originando una estructura más condensada denominada solenoide.

Esquema de una fibra de 30 nm



Otros niveles de condensación. La fibra de 30 nm se pliega formando **bucles** o asas radiales. 6 bucles forman un **rosetón** y 30 rosetones en espiral forman un **rodillo**. El **cromosoma** (grado de condensación máximo) sería una sucesión de rodillos. Finalmente, la compactación a la que se llega es 10.000 veces mayor que la fibra de ADN desnudo (2 nm). En los espermatozoides el ADN se encuentra aún mucho más empaquetado, se dice que tiene "estructura cristalina".



BIBLIOGRAFÍA

- Amabis, M. y Rodrigues, Gilbert. (2011). Biología III Genética, evolución y ecología. Barcelona: Santillana.
- García, Mariano. Furió, J. y García, Á (2011). Editorial ECIR.
- Velasco Santos, JM. (2009). 2BAC BIOLOGÍA 2 BACHILLERATO. Editorial Editex.

Enlaces

1. ESTRUCTURA DEL ADN:
<http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/Estruadn/estruadn.htm>
2. AULA VIRTUAL DE BIOLOGÍA: <http://www.um.es/molecula/anucl.htm>
3. CURSO DE BIOLOGÍA: <http://www.bionova.org.es/biocast/tema09.htm>