

TEMA 1: COMPONENTES QUÍMICOS DE LA MATERIA VIVA.

1. BIOELEMENTOS: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN.

Los **bioelementos** son los elementos químicos que constituyen los seres vivos. De los aproximadamente 100 elementos químicos que existen en la naturaleza, unos 70 se encuentran en los seres vivos. De estos sólo unos 22 se encuentran en todos en cierta abundancia y cumplen una cierta función.

Clasificaremos los bioelementos en:

- **Bioelementos primarios:** O, C, H, N, P y S. Representan en su conjunto el 96,2% del total.
- **Bioelementos secundarios:** Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻. Aunque se encuentran en menor proporción que los primarios, son también imprescindibles para los seres vivos. En medio acuoso se encuentran siempre ionizados.
- **Oligoelementos o elementos vestigiales:** Son aquellos bioelementos que se encuentran en los seres vivos en un porcentaje menor del 0.1%. Algunos, los **indispensables**, se encuentran en todos los seres vivos, mientras que otros, **variables**, solamente los necesitan algunos organismos.

BIOELEMENTOS			
Primarios	Secundarios	Indispensables	Variables
Oxígeno Carbono Hidrógeno Nitrógeno Fósforo Azufre	Sodio Potasio Magnesio Calcio Cloro	Manganeso Hierro Cobalto Cobre Zinc	Boro Aluminio Vanadio Molibdeno Yodo Silicio

El carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, los cuatro elementos fundamentales de la materia viva están entre los más abundantes del Universo, a excepción de los gases nobles helio (He) y neón (Ne).

BIOELEMENTOS	EJEMPLOS DE FUNCIONES QUE TIENEN EN EL ORGANISMO
C	Estructural
H	Estructural
O	Estructural
N	Estructural
P	Como Ácido Fosfórico Forma Parte De Los Ácido Nucleicos (ADN Y ARN), ATP, Coenzimas
S	Forma parte de los aminoácidos cisteína y metionina, presentes en casi todas las proteínas.
Mg	Átomo integrante de la clorofila (fotosíntesis) y cofactor de muchas encimas.
Na	Interviene en la transmisión del impulso nervioso.
Ca	Componente de las estructuras esqueléticas. Participa en procesos como la contracción muscular, la coagulación sanguínea,...
K	Interviene en la transmisión del impulso nervioso.
Cl	Participa en la transmisión del impulso nervioso.
Fe	Síntesis de citocromos y de la clorofila. Forma parte de la hemoglobina, encargada del transporte de oxígeno.
Co	Sintetiza la hemoglobina y forma glóbulos rojos. Es componente de la Vitamina B12.
I	Síntesis de las hormonas tiroidea de los vertebrados.
F	Forma parte del el esmalte de los dientes.
Si	Constituye el esqueleto de plantas como las gramíneas, de caparzones de radiolarios y diatomeas. También da resistencia al tejido conjuntivo.
Cr	Regula la concentración de glucosa en sangre junto a la insulina.
Mn	En la fotosíntesis, interviene en la fotólisis del agua.

2. BIOMOLÉCULAS.

Los bioelementos se unen entre sí para formar moléculas que llamaremos **Biomoléculas o principios inmediatos**. Estos compuestos pueden aislarse de los seres vivos por métodos simplemente físicos, como pueden ser la filtración, disolución, destilación, evaporación, etc.

Los principios inmediatos se dividen según su naturaleza:

INORGÁNICAS	ORGÁNICAS
Agua CO ₂ Sales minerales	Glúcidos Lípidos Proteínas Ácidos nucleicos

Las biomoléculas orgánicas son la combinación de los cuatro elementos primarios (Oxígeno, Carbono, Hidrógeno y Nitrógeno). Son el resultado de la capacidad de establecer enlaces, tanto con otros elementos como consigo mismo. Ello se debe a las 4 valencias que presenta el carbono, lo que posibilita la formación de largas cadenas carbonadas. Estas cadenas constituyen el esqueleto de los cuatro tipos de en que se clasifica a las biomoléculas: glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Además de las biomoléculas, los seres vivos utilizan y producen moléculas inorgánicas, es decir, moléculas sencillas, como el agua o las sales minerales, que constituyen el mayor porcentaje en peso de la mayoría de los organismos, y cuyo componente no es el carbono.

Además existen en el organismo una serie de compuestos de composición química englobable en los principios inmediatos orgánicos, pero con una misión muy concreta de catalizadores orgánicos (**biocatalizadores**); son las enzimas, vitaminas y hormonas.

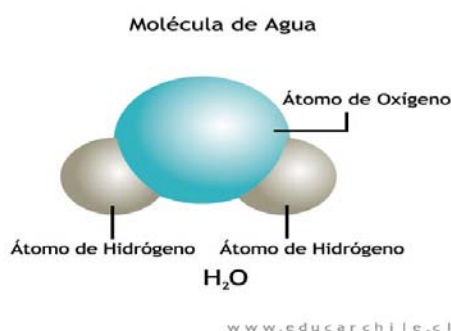
3. EL AGUA. ESTRUCTURA MOLECULAR Y PROPIEDADES.

Es un componente fijo e indispensable de la materia viva, ya que es el medio en donde se desarrollan todos los fenómenos fisicoquímicos de la vida celular. Constituye alrededor del 70% del peso de las células. Los seres vivos van renovando continuamente su contenido en agua, ingiriéndola con la alimentación y perdiéndola con la respiración como vapor y con la excreción (orina, sudor, etc.)

Cada molécula de agua está formada por dos átomos de H y uno de O unido mediante enlace covalente. El átomo de oxígeno comparte un par de electrones con cada uno de los átomos de H. Esta molécula es eléctricamente neutra, pero, la diferencia de electronegatividad de los átomos de O y de H provoca un desplazamiento de los electrones hacia el núcleo de oxígeno. Como consecuencia, constituye un dipolo eléctrico.

Así, las moléculas de agua pueden formar **puentes de hidrógeno**, con ellas mismas. Estos puentes son mucho más débiles que los enlaces covalentes, y además son de corta duración. No obstante, dada la cantidad de ellos que forman, sus efectos determinan la mayoría de las propiedades típicas del agua.

La estructura dipolar del agua es responsable de las peculiares propiedades físico-química que le permiten cumplir importantes funciones en los organismos.



PROPIEDADES	DEL AGUA
Es líquida a temperatura ambiente	Los puentes de hidrógeno mantienen a las moléculas unidas. Por eso, aunque por su peso molecular debería ser un gas, es un líquido.
Tiene alto calor de vaporización	Para que el agua comience a evaporarse hay que suministrar energía calórica suficiente para que las moléculas rompan sus Puentes de hidrogeno y salgan del liquido. Los seres vivos utilizan esta propiedad para refrescarse al evaporarse el sudor.
Tiene elevada tensión superficial	Las moléculas de la superficie están fuertemente unidas a otras del interior (la superficie es como una piel tersa, pero elástica, de la que cuesta separar moléculas). Algunos organismos se desplazan por la película superficial de agua
Tiene elevado calor específico	El agua puede absorber una gran cantidad de calor antes de elevar su temperatura, ya que lo emplea en romper los puentes de hidrógeno. Los seres vivos usan el agua como aislante térmico.
Es uno de los mejores disolventes	La mayoría de las sustancias polares son capaces de disolverse en el agua al formar puentes de hidrógeno con ella.
Tiene cohesión (unión entre sus moléculas) y adhesión (unión a otras moléculas con cargas eléctricas netas o débiles)	Experimenta capilaridad, es decir, movimiento por espacios muy pequeños con cargas eléctricas, y absorción, al poder penetrar en materiales sólidos porosos con cargas eléctricas hinchándolos.
Tiene mayor densidad en estado líquido que en sólido.	Los puentes de hidrógeno “congelados” mantienen las moléculas más separadas que en el estado liquido. El hielo flota sobre el agua. Por eso, en climas fríos los lagos y mares se hielan en superficie y el hielo actúa como aislante para las capas inferiores, que permanecen líquidas.

FUNCIONES DEL AGUA:

- **Disolvente**, porque es un vehículo de transporte.
- **Bioquímica**, para realizar las reacciones vitales.
- **Transporte**, transporta sustancias necesarias.
- **Estructural**, forma parte de la estructura celular, formando lo principal de las células, principalmente la vegetal.
- **Mecánica**, está para que no “choque” las cosas, es decir, no se rompan los organismos.
- **Termorregulador**, para no dependa de la temperatura exterior.

4. SALES MINERALES EN LOS SERES VIVOS.

Estos compuestos son importantes para el desarrollo de la vida. La función que desempeñan las sales en un organismo depende del estado físico en que se encuentren.

- **Sales precipitadas.** Forman parte de los endoesqueletos y exoesqueletos (crustáceos y moluscos). Estas sales tienen una función estructural y protectora.
- **Sales disueltas.** Son constituyentes de todos los plasmas, estando, en estos casos, disociadas en forma de iones.

Las diversas funciones de las sales minerales pueden resumirse en las siguientes:

1. Intervienen en el mantenimiento de la presión osmótica intra y extracelular.
2. Regulan el equilibrio ácido-base citoplasmático.
3. Activan funciones enzimáticas y metabólicas.
4. Entran a formar parte de moléculas de misión respiratoria (hierro en la hemoglobina) o captación energética (magnesio en clorofila).
5. Intervienen en la formación de hormonas (yodo en la tiroxina)
6. Forman parte de los esqueletos de algunos animales (carbonato cálcico, en los esqueletos externos de esponjas, corales y dientes de vertebrados).

5. SOLUCIONES TAMPONES O AMORTIGUADORAS.

En los fluidos biológicos, las variaciones del pH afectan, en gran medida, a la actividad de muchas moléculas. Éste es el caso de las proteínas y, en concreto, de las enzimas. Por ello, en el transcurso de la evolución, los seres vivos han adquirido mecanismos que mantienen constante el pH: son los **sistemas tampón o amortiguadores**.

Como consecuencia del metabolismo, las células producen ácidos y bases. Sin embargo, para el correcto funcionamiento de la célula se requiere un pH de 7,4. En la célula determinadas sales actúan como soluciones tampón: un tampón es una mezcla de sal y ácido que es capaz de equilibrar el pH en un margen determinado. Los iones fosfato equilibran el medio intracelular. Los iones bicarbonato equilibran el pH en el medio extracelular.



6. MOLÉCULAS EN ESTADO GASEOSO IMPORTANTES PARA LA VIDA.

Determinadas moléculas gaseosas son imprescindibles para el funcionamiento de los seres vivos. Actualmente no se concibe la vida sin la toma de carbono a partir de CO_2 por parte de las plantas, ni se comprende la existencia de la mayoría de los seres vivos aerobios sin el **oxígeno**.

Estos gases, tan necesarios para el funcionamiento de los organismos, actúan y se difunden en las estructuras intracelulares cuando se encuentran en disolución acuosa. Curiosamente, cuando se encuentran en cantidades excesivas pueden resultar tóxicos para numerosas células.

El **óxido nitroso** (NO), y el **monóxido de carbono** (CO), pueden difundirse de una célula a otra y actuar a modo de señales para activar determinados procesos.

7. GLÚCIDOS.

Los glúcidos son moléculas orgánicas formadas en su mayor parte por átomos de carbono e hidrógeno y en una menor cantidad de oxígeno. A menudo se denominan azúcares, pero no todos tienen sabor dulce, o también se llaman Hidratos de Carbono.

Los glúcidos desempeñan diversas funciones, siendo la de reserva energética (moléculas que las células rompen para obtener energía) y formación de estructuras las dos más importantes. Así, la glucosa aporta energía inmediata a los organismos, y es la responsable de mantener la actividad de los músculos, la temperatura corporal, la tensión arterial, el correcto funcionamiento del intestino y la actividad de las neuronas. La ribosa y la desoxirribosa son constituyentes básicos de los nucleótidos, monómeros del ARN y del ADN .

Los glúcidos se dividen:

- Monosacáridos
- Disacáridos
- Polisacáridos.

MONOSACÁRIDOS.

Los **monosacáridos** o **azúcares simples** son los glúcidos más sencillos, que no se hidrolizan, es decir, que no se descomponen para dar otros compuestos, conteniendo de tres a seis átomos de carbono. Su fórmula empírica es $(\text{CH}_2\text{O})_n$ donde $n \geq 3$. Se nombran haciendo referencia al número de carbonos (3-7), terminado en el sufijo *osa*. Si el grupo carbonilo es un aldehído, el monosacárido es una aldosa; si el grupo carbonilo es una cetona, el monosacárido es una cetosa.

Los monosacáridos más pequeños son los que poseen tres átomos de carbono, y son llamados triosas; aquéllos con cuatro son llamados tetrasas, lo que poseen cinco son llamados pentosas, seis son llamados hexosas y así sucesivamente.

Al igual que los disacáridos, son dulces, solubles en agua (hidrosolubles) y cristalinos. Estos azúcares constituyen las unidades monómeras de los hidratos de carbono para formar los polisacáridos.

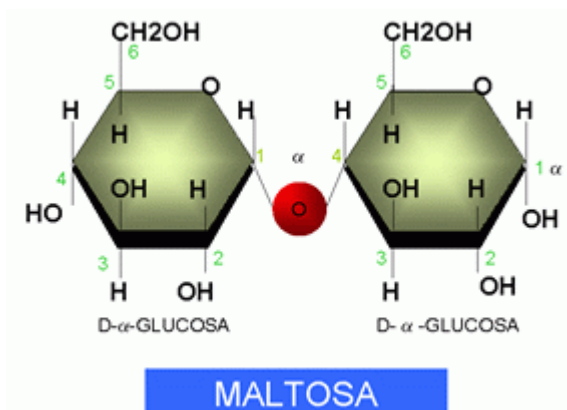
Tienen la propiedad de desviar la luz polarizada, propiedad que le confiere su carbono asimétrico (estereoisomería), llamándose *dextrógiros* los que la desvían hacia la derecha, y *levógiros*, hacia la izquierda.

Los principales monosacáridos que podemos encontrar en los seres vivos son:

1. **Glucosa:** Además de ser la principal fuente de energía para muchos organismos, es precursora de muchos otros compuestos y el monómero a partir del cual se sintetizan mucho otros glúcidos.
2. **Galactosa:** Forma parte de la Lactosa y de diferentes polisacáridos estructurales y glucolípidos.
3. **Fructosa:** Es uno de los azúcares que presenta mayor capacidad para endulzar. Se encuentra en la miel, libre en muchas frutas, y en el hombre es el principal combustible metabólico en los espermatozoides, aunque su concentración no es alta. Forma parte de la Sacarosa.
4. **Manosa:** Forma parte de la estructura de muchos polisacáridos.
5. **D-Ribosa:** Forma parte de los ácidos ribonucleótidos (ARN).
6. **D-Desosirribosa:** Forma parte de los ácidos desoxirribonucleótidos (ADN).

DISACÁRIDOS.

Los disacáridos son glúcidos formados por dos moléculas de monosacáridos y, por tanto, al hidrolizarse producen dos monosacáridos libres. Los dos monosacáridos se unen mediante un enlace covalente conocido como **enlace glucosídico**, tras una reacción de deshidratación que implica la pérdida de un átomo de hidrógeno de un monosacárido y un grupo hidroxilo del otro monosacárido, con la consecuente formación de una molécula de H₂O, de manera que la fórmula de los disacáridos no modificados es C₁₂H₂₂O₁₁.



Disacáridos de importancia biológica:

1. **Sacarosa:** Está compuesto por una molécula de glucosa y otra de fructosa. Azúcar de mesa. Se encuentra en los frutos y en el néctar de flores. Industrialmente se obtiene de caña de azúcar y de remolacha azucarera.
2. **Lactosa:** Formado por galactosa + glucosa. Azúcar de la leche de los mamíferos. Su única fuente natural. Alimento de crías de los mamíferos en las primeras etapas de su desarrollo.
3. **Maltosa:** Formado por dos moléculas de glucosa. Se forma cuando se hidrolizan polisacáridos como el glucógeno y el almidón.
4. **Celobiosa:** Formado por dos moléculas de glucosa. Se forma cuando se hidroliza el polisacárido celulosa.

7.3. POLISACÁRIDOS

Están formados por la unión de miles de monosacáridos, iguales (homo polisacáridos) o diferentes (heteropolisacáridos). Su función en los organismos vivos está relacionada usualmente con estructura o almacenamiento.

HOMOPOLISACÁRIDOS:

1. **Glucógeno:** Homopolisacárido de reserva. Formado por unas 30.000 glucosas unidas en una larga cadena mediante enlaces alfa (1-4). Aproximadamente cada diez residuos la cadena se ramifica lateralmente, con la aparición de enlaces alfa (1-6). Constituye una reserva transitoria de glucosa de las células animales. En los mamíferos se acumula, preferentemente, en hígado y músculo.
2. **Almidón:** Homopolisacárido de reserva. Es la reserva de glucosa de las células vegetales. Se acumula en forma de gránulo en los cloroplastos. Está formado por miles de glucosas. Puede llegar a formar enormes depósitos en semillas y tubérculos. Está formado por dos tipos de polímeros:
 - *Amilosa:* polímero de glucosas unidas por enlace alfa (1-4).
 - *Amilopectina:* De estructura semejante al glucógeno, pero con ramificaciones menos frecuentes y más largas.
3. **Dextrano:** Homopolisacárido de reserva de las levaduras y bacterias. Formado por glucosas.
4. **Celulosa:** Homopolisacárido estructural. Polímero de unas 3.000 unidades de glucosa unidas por enlaces beta (1-4). Su estructura le hace muy resistente al ataque químico y provoca que la mayoría de los animales carezcan de enzimas para digerirlas. Los animales herbívoros (rumiantes) y las termitas poseen en su aparato digestivo microorganismos simbióticos que producen *celulasas* (enzimas que hidrolizan la celulosa). La celulosa es una molécula estructural que es la base de las paredes de las células vegetales. Es la molécula más abundante de la biosfera.
5. **Quitina:** Homopolisacárido estructural. Similar a la celulosa. Se encuentra en la pared celular de los hongos y forma el esqueleto externo de los artrópodos.

HETEROPOLISACÁRIDOS:

Un grupo especial de heteropolisacáridos son los llamados **Glucosaminoglucanos**, están constituidos por unidades repetitivas de un disacárido que contiene un derivado de aminoazúcar: *glucosamina* o *galactosamina*.

Estos compuestos tienen diferentes funciones:

1. **Proteoglucanos:** se encuentran formando una matriz para mantener juntos a los componentes proteicos de la piel, del tejido conjuntivo, o del cartílago.
2. **Ácido hialurónico:** Los polímeros de este ácido se disuelven bien en agua y sirven para aumentar la viscosidad del humor vítreo del ojo, o como agente lubricante en el líquido sinovial de las articulaciones
3. **Heparina:** Inhibe las enzimas del proceso de coagulación de la sangre, es decir, evita la coagulación sanguínea.

Parecidos en composición química a los glucosaminoglucanos son los polisacáridos que entran a formar parte de los **peptidoglucanos** o **muerinas**, las moléculas características de las paredes de las células bacterianas. Están formadas por largas cadenas de polisacáridos que son repeticiones del disacárido *N-acetilglucosamina* y *N-acetilmurámico*, unidas covalentemente por péptidos cortos.

En las paredes de las células vegetales, además de las fibras de celulosa (que hacen las veces de vigas de acero de un hormigón armado), encontramos otros polisacáridos de composición compleja que forman una matriz que envuelve a las fibras de celulosa. Entre ellos podemos citar las **Hemicelulosas**: típica de las paredes de los vegetales superiores y el **Agar** de las algas.

8. LÍPIDOS.

Los lípidos son un conjunto de moléculas orgánicas, la mayoría biomoléculas, compuestas principalmente por carbono e hidrógeno y generalmente oxígeno, y en menor medida fósforo, azufre y nitrógeno.

Es un grupo de sustancias muy heterogéneo que sólo tienen en común 2 características:

1. Son insolubles en agua.
2. Son solubles en disolventes orgánicos como la bencina, el alcohol, el benceno y el cloroformo.

En el uso coloquial, a los lípidos se les llama vulgar e incorrectamente grasas, aunque las grasas son sólo un tipo de lípidos procedentes de animales. Los lípidos cumplen funciones diversas en los organismos vivos, entre ellas la de reserva energética (triglicéridos), la estructural (fosfolípidos de las bicapas) y la reguladora (esteroides).

8.1. CLASIFICACIÓN:

Los lípidos al ser un grupo muy heterogéneo se clasifican en dos grupos, atendiendo a que posean en su composición ácidos grasos (Lípidos saponificables) o no lo posean (Lípidos insaponificables).

CLASIFICACIÓN DE LOS LÍPIDOS		
Lípidos saponificables	Simples	Acilglicéridos, céridos
	Complejos	Fosfolípidos, glucolípidos
Lípidos insaponificables	Terpenos	
	Esteroides	
	Prostaglandinas	

8.2. ÁCIDOS GRASOS.

Son moléculas formadas por una larga cadena hidrocarbonada con un número par de átomos de carbono (12-22) y un cuyo extremo hay un grupo carboxilo terminal (-COOH). Se dividen en saturados e insaturados:

1. **Saturados:** Sin dobles enlaces entre sus átomos de carbono, por ejemplo, ácido palmítico, ácido esteárico y ácido mirístico.
2. **Insaturados:** Con uno o más dobles enlaces entre sus átomos de carbono, por ejemplo, ácido oleico, ácido linoleico, ácido palmitoleico.

Algunos ácidos grasos, los denominados **ácidos grasos esenciales**, no pueden ser sintetizados por los mamíferos, pero desempeñan una importante función en el organismo, por lo que deben ser incorporados con la dieta. Estos ácidos son: *ácido linoleico, el ácido linolénico y el ácido araquidónico.*

8.2.1. Propiedades.

- **Carácter Anfipático.** Ya que el ácido graso está formado por un grupo carboxilo y una cadena hidrocarbonada, esta última es la que posee la característica hidrófoba; siendo responsable de su insolubilidad en agua.
- **Punto de fusión:** Depende de la longitud de la cadena y de su número de insaturaciones, siendo los ácidos grasos insaturados los que requieren menor energía para fundirse.
- **Esterificación.** Los ácidos grasos pueden formar ésteres con grupos alcohol de otras moléculas.
- **Saponificación.** Por hidrólisis alcalina los ésteres formados anteriormente dan lugar a jabones (sal del ácido graso)
- **Autooxidación:** Los ácidos grasos insaturados pueden oxidarse espontáneamente, dando como resultado aldehídos donde existían los dobles enlaces covalentes.

8.3. ACILGLICÉRIDOS.

Son lípidos saponificables en cuya composición química sólo intervienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Los acilglucéridos o acilglicerol son ésteres de ácidos grasos con glicerol (glicerina), formados mediante una reacción de condensación llamada esterificación. Una molécula de glicerol puede reaccionar con hasta tres moléculas de ácidos grasos, puesto que tiene tres grupos hidroxilo.

Las cadenas carbonadas de los ácidos que reaccionan con el glicerol, pueden ser saturadas o insaturadas. Si son saturadas, no hay ningún doble enlace carbono-carbono, y se dice que está "saturada" porque la cadena posee todos los átomos de hidrógeno que puede llegar a acomodar. Los acilglucéridos con cadenas saturadas, se denominan **grasas**. Están en estado sólido a temperatura ambiente, y son producidas por los animales.

Por el contrario, si las cadenas son insaturadas (existe uno o más doble enlace carbono-carbono), esa insaturación provoca un cambio en la conformación estérica bastante importante debido a la rigidez del doble enlace que produce que las moléculas no puedan estar en contacto de la misma manera que si fueran saturadas. Esta falta de contacto hace que no puedan establecerse las mismas fuerzas intermoleculares, y al haber menos atracción entre las mismas, están en estado líquido a temperatura ambiente. Estos acilglucéridos se denominan **aceites**, y son solamente fabricados por las plantas.

Según el número de ácidos grasos que se unan a la molécula de glicerina, existen tres tipos de acilglicerol:

- Monoglicéridos. Sólo existe un ácido graso unido a la molécula de glicerina.
- Diacilglucéridos. La molécula de glicerina se une a dos ácidos grasos.
- Triacilglucéridos. Llamados comúnmente triglicéridos, puesto que la glicerina está unida a tres ácidos grasos; son los más importantes y extendidos de los tres.

Triglicéridos: Su marcado carácter hidrofóbico hace que se encuentren en las células formando grandes gotas. En los animales se acumulan en el tejido adiposo, siendo los lípidos más abundantes del organismo y su mayor reserva de energía. Al acumularse en determinadas zonas del organismo cumplen otras funciones. El panículo adiposo de la piel actúa como aislante térmico contra el frío; el tuétano o médula amarilla rellena el hueco de la caña de los huesos; las que recubren diversas vísceras o ciertas zonas por debajo de la piel sirven para amortiguar golpes. Por su baja densidad se acumulan en algunos seres planctónicos para ayudarles a flotar. En el mundo vegetal son características de las semillas, proporcionando energía al embrión en desarrollo.

8.4. CERAS.

Las ceras son ésteres de ácidos grasos de cadena larga, con alcoholes también de cadena larga. Son sustancias altamente insolubles en medios acuosos y a temperatura ambiente se presentan sólidas y duras.

Su misión más frecuente es formar cubiertas protectoras e impermeabilizantes. En los animales las podemos encontrar en la superficie del cuerpo, piel, plumas, cutícula, etc. En los vegetales, las ceras recubren en la epidermis de frutos, tallos, junto con la cutícula o la suberina, que evitan la pérdida de agua por evaporación. Una de las ceras más conocidas es la que segregan las abejas para confeccionar su panal. Otro caso especial es la cera de los oídos, secretada para dificultar el acceso de parásitos al interior de los oídos.

8.5. FOSFOLÍPIDOS.

Son lípidos saponificables complejos en cuya estructura molecular además de carbono, hidrógeno y oxígeno, poseen un grupo fosfato que les otorga una marcada polaridad. Son las principales moléculas constitutivas de la doble capa lipídica de la membrana (bicapa lipídica), por lo que también se llaman lípidos de membrana. Son también moléculas anfipáticas.

Los lípidos de membrana forman la base de la estructura de cualquier membrana celular, con la excepción de las arqueobacterias. Son moléculas anfipáticas que en el medio acuoso tienden a formar una bicapa espontáneamente. En ella los grupos polares quedan en contacto con el agua, y los grupos apolares en el interior de la bicapa, fuera del contacto con el agua.

8.6. TERPENOS.

Los terpenos, terpenoides o isoprenoides, son compuestos, de estructura principalmente lineal, derivados del hidrocarburo **isopreno** (de 5 átomos de carbono). Los terpenos biológicos constan, como mínimo de dos, moléculas de isopreno. Son sustancias fundamentalmente de origen vegetal. Se clasifican atendiendo al número de moléculas de isopreno que tengan.

TIPO DE ISOPRENOIDE	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
MONOTERPENOS	Formado por 2 unidades de isopreno.	Limoneno: olor de los limones. Geraniol: aroma del geranio. Menta: aroma de la menta. Timol: aroma del tomillo.
SESQUITERPENOS	Formado por 3 unidades de isopreno.	Hormona juvenil: que controla la metamorfosis de los insectos.
DITERPENOS	Formado por 4 unidades de isopreno.	Vitamina E: antioxidante. Ácido giberélico: hormona del crecimiento de plantas.
TRITERPENOS	Formado por 6 unidades de isopreno.	Escualeno: precursor del colesterol Cadena lateral de la vitamina K: necesaria para la coagulación sanguínea.
TETRATERPENOS	Formado por 8 unidades de isopreno. Incluyen los carotenoides , que proporcionan colores.	Licopeno: da color rojo al tomate Beta-caroteno: da color naranja a la zanahoria. Su ruptura e hidroxilación da lugar a la vitamina A , necesaria para la visión nocturna.
POLIISOPRENOIDES	Formado por más de 8 unidades de isopreno.	Caucho natural: polímeros lineales gigantes.

Los **monoterpenos** al ser pequeños, tienen un punto de fusión bajo y difunden por las membranas dado su carácter de lípidos, excitando a los receptores olfativos. Proporcionan aromas a las plantas.

8.7. ESTEROIDES.

Son un grupo particular de terpenos que comparten estructuras y origen. En todos ellos podemos encontrar un conjunto de cuatro anillos pegados entre sí, forman el llamado **esterano**. Se diferencian por el número de dobles enlaces y por los sustituyentes en distintas posiciones de los anillos. Los principales son el colesterol, los ácidos biliares, las hormonas esteroideas y la vitamina D.

- **Colesterol:** Lípido de membrana característico de las células animales. Es una sustancia débilmente antipática. Su estructura voluminosa y rígida dificulta la fluidez de las membranas. Además, es el precursor para el resto de los esteroides del organismo. Cuando se encuentra en elevadas cantidades en la sangre contribuye a formar los ateromas o placas en las paredes de las arterias.
- **Ácidos biliares:** Producidos por el hígado, normalmente van unidos a un aminoácido, formando las sales biliares. Son detergentes que emulsionan (dispersan) las grasas en el intestino para favorecer su digestión y absorción.
- **Hormonas esteroideas:** además de la **ecdisona** u hormona de la muda de los artrópodos, son las producidas en nuestro organismo por las cortezas suprarrenales, las gónadas y la placenta de una mujer embarazada. Incluyen:

- **Hormonas sexuales:**

- a) Progestágenos como la **Progesterona**, que regulan los fenómenos del embarazo, participan en la regulación del ciclo ovárico y son precursores metabólicos del resto de las hormonas esteroideas.
- b) Andrógenos u hormonas sexuales masculinas como la **Testosterona**, que fomentan el desarrollo sexual masculino y mantienen los caracteres sexuales masculinos. Sus equivalentes femeninos son los estrógenos u hormonas sexuales femeninas, como el **estradiol**.

- **Glucocorticoides,**
- **Mineralocorticoides.**

- **La vitamina D o colecalciferol:** Se considera una vitamina que debemos ingerir con la dieta, pero nuestro organismo puede fabricarla en las células de la piel a partir de su precursor de la síntesis del colesterol, por la acción de los rayos ultravioletas del Sol.

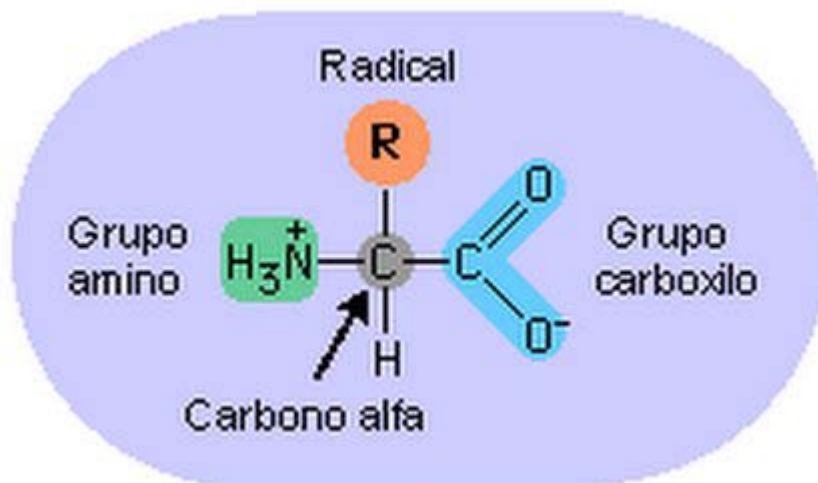
9. PRÓTIDOS.

9.1. ESTRUCTURA GENERAL DE AMINOÁCIDOS.

Las **proteínas** son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos (pueden llegar a tener hasta varios centenares), dispuestos siguiendo una secuencia lineal, uno a continuación de otro, sin ramificaciones. En todos los seres vivos hay 20 tipos diferentes de aminoácidos que pueden formar parte de las proteínas. Como en cada posición puede entrar cualquiera de los 20 aminoácidos y el número de éstos puede variar, la diversidad de proteínas es enorme. Tienen una elevada especificidad, de manera que son características distintivas de cada especie, e incluso, de cada individuo de una especie.

Los aminoácidos que no puede sintetizar un organismo se llaman **esenciales**, y deben ser incorporados con la dieta. En la especie humana hay 8 aminoácidos esenciales.

Un aminoácido que forma parte de una proteína es un compuesto orgánico pequeño, con un grupo amino ($-\text{NH}_2$), un átomo de hidrógeno ($-\text{H}$) y un grupo ácido o carboxilo ($-\text{COOH}$), unidos covalentemente a un carbono central, que por ser el siguiente al extremo del grupo ácido se conoce como carbono alfa. La cuarta valencia de ese carbono lleva un grupo lateral o grupo R (de radical) que varía en los distintos aminoácidos y determina las propiedades de los diferentes aminoácidos, es específica para cada aminoácido.



9.1.1. Clasificación de los Aminoácidos.

Los aminoácidos se clasifican atendiendo a las características de su grupo radical, según su ionización, polaridad y reactividad, en:

- **Neutros:** Cuando el grupo R contiene enlaces covalentes polares, por lo que, aunque no tiene carga eléctrica neutra, tiene afinidad por el agua. *Serina (Ser,S)*, *Treonina (Thr,T)*, *Cisteína (Cys,C)*, *Asparagina (Asn,N)*, *Glutamina (Gln,Q)* y *Tirosina (Tyr,Y)*.
- **Neutros no polares:** Cuando el grupo R sólo contiene enlaces covalentes apolares que lo hacen muy hidrofóbico. Pueden ser alifáticos o aromáticos. *Glicina (Gly,G)*, *Alanina (Ala,A)*, *Valina (Val,V)*, *Leucina (Leu,L)*, *Isoleucina (Ile,I)*, *Metionina (Met,M)*, *Prolina (Pro,P)*, *Fenilalanina (Phe,F)* y *Triptófano (Trp,W)*.
- **Ácidos:** cuando el grupo R lleva un grupo ácido, de manera que en pH neutro, tienen carga eléctrica negativa neta. Ácido aspártico (Asp,D) y Ácido glutámico (Glu,E).
- **Básicos:** Cuando el grupo R lleva un grupo básico (amino), del tal modo que a pH neutro, tienen carga eléctrica positiva neta. Lisina (Lys,K), Arginina (Arg,R) e Histidina (His,H).
-

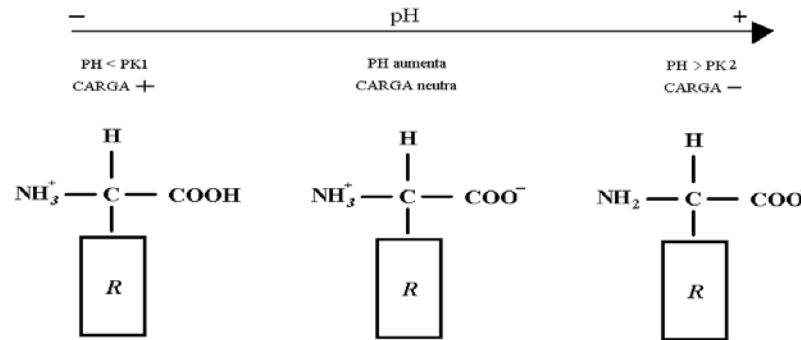
9.1.2. Propiedades de los Aminoácidos.

- **Ácido-básicas.**

Los aminoácidos son **anfóteros**, es decir, pueden actuar como ácidos y como bases, dependiendo del pH. Cualquier aminoácido a pH neutro contiene, al menos, la carga negativa del grupo ácido (se disocia y suelta un protón al agua) y la carga positiva del grupo amino (capta un protón del agua). Si el pH se vuelve muy ácido, el grupo ácido incorpora un protón y desaparece la carga negativa. Si el pH se vuelve muy básico, el grupo amino cede un protón y desaparece la carga positiva. Los aminoácidos y las proteínas se comportan como sustancias tampón.

- **Ópticas.**

Todos los aminoácidos excepto la *glicina* (su grupo lateral es un H), tienen el carbono alfa asimétrico lo que les confiere **actividad óptica**; esto es, que desvían el plano de polarización cuando un rayo de luz polarizada se refracta en la molécula. Si el plano es a la derecha, se denominarán *dextrógiras* y las que lo desvían a la izquierda se denominan *levógiras*. Además, cada aminoácido puede presentar configuración D o L dependiendo de la posición del grupo amino en el plano. Esta última configuración D o L es independiente de las formas dextrógira o levógira. En todas las proteínas hay sólo **L aminoácidos**, aunque podemos encontrar D aminoácidos en las paredes celulares bacterianas.

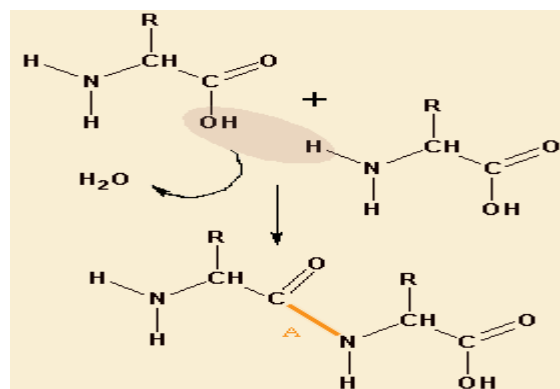


9.2. ENLACE PEPTÍDICO. PÉPTIDOS Y PROTEINAS.

La unión química entre aminoácidos en las proteínas se produce mediante un **enlace peptídico**. El compuesto resultante de la unión de dos aminoácidos es un dipéptido. Este compuesto continúa teniendo un extremo con un grupo amino y otro extremo con un grupo carboxilo, por lo que puede volver a unirse con otro aminoácido formando otro enlace peptídico. Cuando se juntan muchos aminoácidos de esta manera, siguiendo una secuencia lineal, se forma un polipéptido. Por convenio, para nombrar el péptido se empieza por el extremo amino. Si el primer aminoácido de nuestro péptido fuera alanina y el segundo serina tendríamos el péptido alanil-serina. Esta reacción ocurre de manera natural en los ribosomas, tanto del retículo endoplasmático como del citosol.

El enlace peptídico es un enlace covalente entre el grupo amino (-NH₂) de un aminoácido y el grupo carboxilo (-COOH) de otro aminoácido. El enlace peptídico implica la pérdida de una molécula de agua y la formación de un enlace covalente CO-NH. Podemos seguir añadiendo aminoácidos al péptido, pero siempre en el extremo COOH terminal.

Podríamos pensar que una proteína puede adoptar miles de conformaciones debidas al giro libre en torno a los enlaces sencillos. Sin embargo, en su estado natural sólo adoptan una única conformación tridimensional que llamamos **conformación nativa**; que es directamente responsable de la actividad de la proteína.



9.3. NIVELES DE ORGANIZACIÓN.

La estructura de las proteínas es la manera en como se organiza una proteína para adquirir cierta forma, esta comprende cuatro niveles de organización, aunque el cuarto no siempre esta presente. Presentan una disposición característica en condiciones ambientales, si se cambian estas condiciones como temperatura, pH, etc. pierde la conformación y su función, proceso el cual se denomina desnaturalización. La función depende de la conformación y ésta viene determinada por la secuencia de aminoácidos.

La **ESTRUCTURA PRIMARIA** esta representada por la sucesión lineal de aminoácidos que forman la cadena peptídica y por lo tanto indica qué aminoácidos componen la cadena y el orden en que se encuentran. El ordenamiento de los aminoácidos en cada cadena peptídica, no es arbitrario sino que obedece a un plan predeterminado en el ADN.

La **ESTRUCTURA SECUNDARIA** está representada por la disposición espacial que adopta la cadena peptídica (estructura primaria) a medida que se sintetiza en los ribosomas. Es debida a los giros y plegamientos que sufre como consecuencia de la capacidad de rotación del carbono y de la formación de enlaces débiles (puentes de hidrógeno). Las formas que pueden adoptar son:

a) **Hélice alfa:** Conformación en que el eje de la molécula adopta una estructura ordenada en forma de espiral o hélice que se mantiene por puentes de hidrógeno.

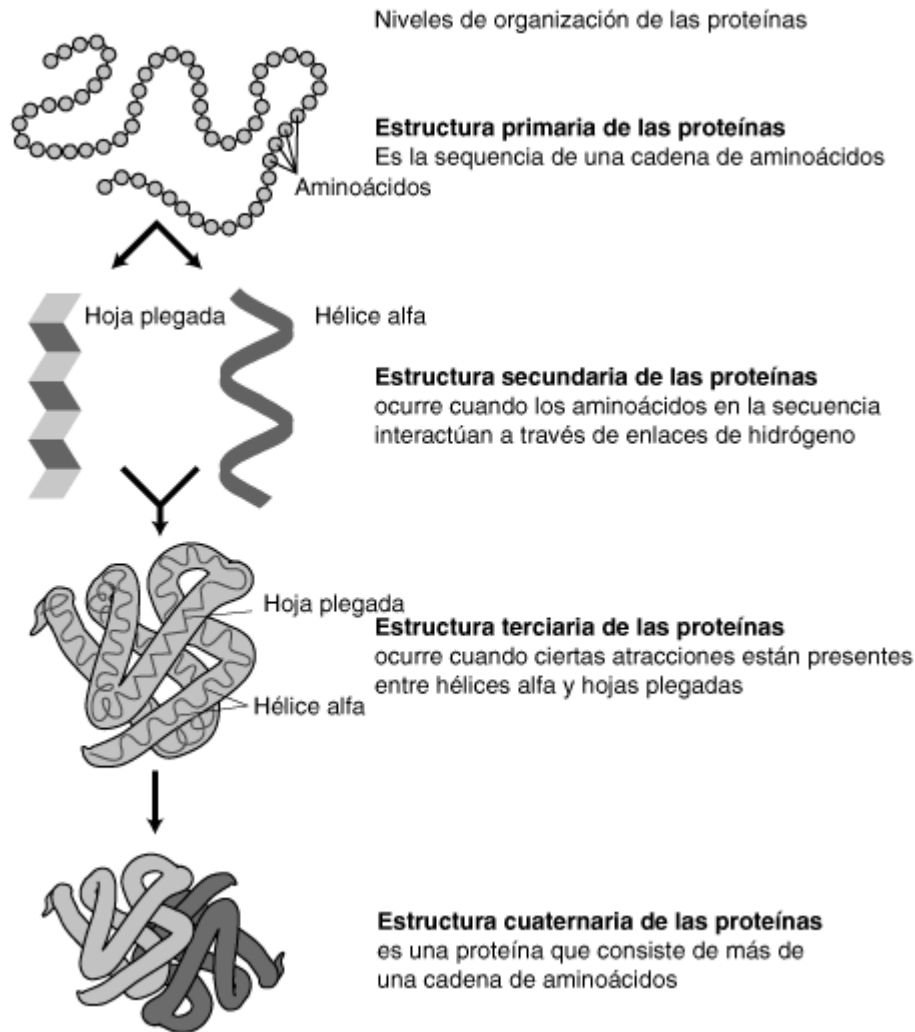
b) **Lamina u hoja beta plegada:** Es una conformación en la que dos o más segmentos de la cadena polipeptídica se mantienen paralelos, extendidos, mediante puentes de hidrógeno entre los átomos de los enlaces peptídicos.

La **ESTRUCTURA Terciaria** esta representada por los superplegamientos y enrollamientos de la estructura secundaria, constituyendo formas tridimensionales geométricas muy complicadas que se mantienen por enlaces fuertes (*puentes disulfuro* entre dos cisteínas) y otros débiles (*puentes de hidrógeno; fuerzas de Van der Waals; interacciones iónicas e interacciones hidrofóbicas*).

Desde el punto de vista funcional, esta estructura es la más importante pues, al alcanzarla es cuando la mayoría de las proteínas adquieren su actividad biológica o función. Hay dos tipos de estructura terciaria:

- a) **Proteínas globulares:** Tienen formas compactas, no necesariamente esféricas. Suelen mostrar secuencias complicadas de aminoácidos sin ningún esquema de repetición. Son solubles en disoluciones acuosas, como la *mioglobina* o muchas enzimas.
- b) **Proteínas fibrosas:** Están formadas por un número poco variado de aminoácidos, es una secuencia repetitiva. Son insolubles en agua y disoluciones salinas siendo por ello idóneas para realizar funciones esqueléticas. Entre ellas, las más conocidas son el *colágeno* de los huesos y del tejido conjuntivo; la *queratina* del pelo, plumas, uñas, cuernos, etc...;

La **ESTRUCTURA CUATERNARIA** este nivel de estructura sólo está presente en proteínas formadas por más de una cadena polipeptídica. Cada una de las cadenas se llama subunidad de la proteína o *protómero*. Las subunidades pueden ser iguales o distintas. La estructura cuaternaria se refiere a la estructura espacial global de toda la proteína, consecuencia de las interacciones y organización en el espacio de las diferentes subunidades. El tipo de interacciones que se producen son análogas a las descritas en la estructura terciaria.



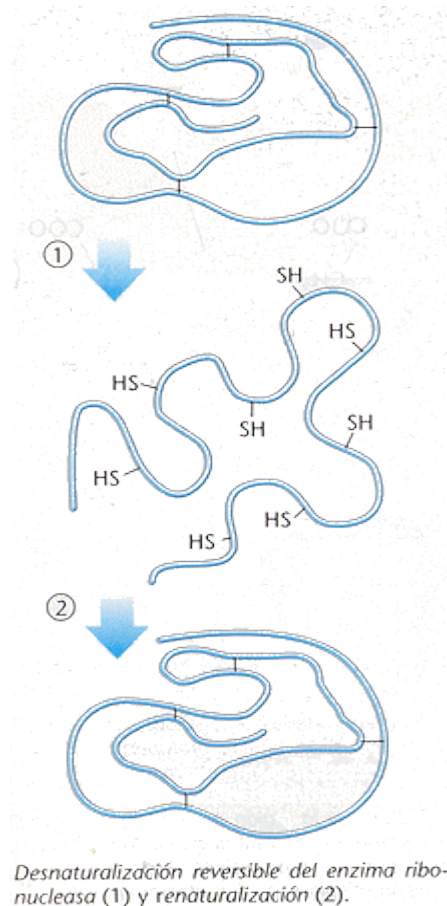
9.3.1. Propiedades de las proteínas.

1. SOLUBILIDAD: Las proteínas son solubles en agua cuando adoptan una conformación globular. La solubilidad es debida a los radicales (-R) libres de los aminoácidos que, al ionizarse, establecen enlaces débiles (puentes de hidrógeno) con las moléculas de agua. Así, cuando una proteína se solubiliza queda recubierta de una capa de moléculas de agua (*capa de solvatación*) que impide que se pueda unir a otras proteínas lo cual provocaría su precipitación (insolubilización). Esta propiedad es la que hace posible la hidratación de los tejidos de los seres vivos. Si se aumenta la temperatura y el pH, se pierde la solubilidad.

2. CAPACIDAD AMORTIGUADORA: Las proteínas tienen un comportamiento anfótero y esto las hace capaces de neutralizar las variaciones de pH del medio, ya que pueden comportarse como un ácido o una base y por tanto liberar o retirar protones (H^+) del medio donde se encuentran.

3. DENATURALIZACIÓN Y RENATURALIZACIÓN: La desnaturalización de una proteína se refiere a la ruptura de los enlaces que mantienen sus estructuras cuaternaria, terciaria y secundaria, conservándose solamente la primaria. En estos casos las proteínas se transforman en filamentos lineales y delgados que se entrelazan hasta formar compuestos fibrosos e insolubles en agua. Los agentes que pueden desnaturalizar a una proteína pueden ser: calor excesivo; sustancias que modifican el pH; alteraciones en la concentración; alta salinidad; agitación molecular; etc... El efecto más visible de este fenómeno es que las proteínas se hacen menos solubles o insolubles y que pierden su actividad biológica.

La mayor parte de las proteínas experimentan desnaturalizaciones cuando se calientan entre 50 y 60 °C; otras se desnaturalizan también cuando se enfrían por debajo de los 10 a 15 °C. La desnaturalización puede ser reversible (*renaturalización*) pero en muchos casos es irreversible.



4. ESPECIFICIDAD: Es una de las propiedades más características y se refiere a que cada una de las especies de seres vivos es capaz de fabricar sus propias proteínas (diferentes de las de otras especies) y, aún, dentro de una misma especie hay diferencias proteicas entre los distintos individuos. Esto no ocurre con los glúcidos y lípidos, que son comunes a todos los seres vivos.

La enorme diversidad proteica interespecífica e intraespecífica es la consecuencia de las múltiples combinaciones entre los aminoácidos, lo cual está determinado por el ADN de cada individuo.

La especificidad de las proteínas explica algunos fenómenos biológicos como: la compatibilidad o no de trasplantes de órganos; injertos biológicos; sueros sanguíneos; etc, o los procesos alérgicos e incluso algunas infecciones.

9.4. FUNCIONES DE LAS PROTEINAS.

Muchas proteínas, además de su función concreta, tienen capacidad amortiguadora del pH y del equilibrio osmótico. De la enorme variedad de funciones que cumplen las proteínas en los organismos, vamos a nombrar las más importantes:

1. **Catalizadoras:** Cada reacción química del metabolismo está catalizada por una *enzima* específica (las enzimas aceleran las reacciones).
2. **Regulación de intercambios de la célula con el exterior:** Diferentes proteínas de la membrana plasmática facilitan que los iones y muchas moléculas orgánicas puedan atravesarla.
3. **Moléculas señalizadoras:** Muchas *hormonas* son de naturaleza proteica o son derivadas de aminoácidos.
4. **Trasporte y acumulación de sustancias:** La *hemoglobina* transporta oxígeno. La *transferrina* transporta el hierro por la sangre y la *ferritina*, una proteína del hígado, lo acumula.
5. **Movimiento:** La contracción muscular se debe a la interacción de varios tipos de filamentos proteicos.
6. **Soprote mecánico:** La gran tensión del tejido conjuntivo se debe a la presencia de fibras de varias proteínas, entre las que destaca el *colágeno*.
7. **Defensa inmunitaria:** Los *anticuerpos* son unas proteínas que se combinan específicamente con sustancias extrañas al organismo para protegernos de ellas.
8. **Respuesta a estímulos:** Las proteínas receptoras de las membranas celulares detectan transmisores externos y generan señales intracelulares.
9. **Control de la multiplicación y diferenciación celular:** Diversas proteínas específicas interaccionan con el ADN para controlar su duplicación y la expresión de su mensaje genético.
10. **Estructuras celulares:** Diversas proteínas participan en la formación de estructuras celulares, como las *histonas* de la cromatina.
11. **Reserva de aminoácidos:** Las *albúminas* de la sangre, del huevo o de la leche son una fuente de aminoácidos para las células.
12. **Especializadas:** En los diferentes organismos hay proteínas que cumplen misiones particulares, como anticongelantes, luminiscentes, venenos, etc.

9.5. CLASIFICACIÓN DE PROTEÍNAS.

Según su forma:

1. **Fibrosas:** Presentan cadenas polipéptidas largas y una atípica estructura secundaria. Son insolubles en agua y en soluciones acuosas. Algunos ejemplos de estas son la *queratina*, *colágeno* y *fibrina*.
2. **Globulares:** Se caracterizan por doblar sus cadenas en una forma esférica apretada o compacta dejando grupos hidrófobos hacia adentro de las proteínas y grupos hidrófilos hacia afuera, lo que produce que sean solubles en solventes polares como el agua. La mayoría de las enzimas, anticuerpos, algunas hormonas, proteínas de transporte, son ejemplo de proteínas globulares.
3. **Mixtas:** Posee una parte fibrilar (en el centro de la proteína) y otra parte globular (en los extremos). Como por ejemplo, *albúmina*, *queratina*.

Según su composición química

1. **Simples u holoproteínas:** Su hidrólisis sólo produce aminoácidos. Ejemplos de estas son la *insulina* y el *colágeno* (fibrosas y globulares).
2. **Conjugadas o heteroproteínas:** Su hidrólisis produce aminoácidos y otras sustancias no proteicas llamado grupo prostético (sólo globulares).

10. BIOCATALIZADORES:

10.1. ENZIMAS. MECANISMOS DE ACCIÓN.

Las enzimas son catalizadores biológicos que aceleran la velocidad de las reacciones químicas para que se aproximen al equilibrio. Casi todas son proteínas globulares, aunque algunas moléculas de ARN (ribozimas) también muestran actividad catalítica.

Las enzimas no alteran los equilibrios de la reacción química que catalizan, simplemente hacen que suceda más deprisa.

Las moléculas de enzimas no se alteran al catalizar una reacción, sino que la misma molécula puede actuar varias veces. Una sola molécula de una enzima puede llegar a catalizar la reacción de decenas de miles de moléculas en un segundo. De ahí su eficacia a concentraciones muy pequeñas.

10.1.1. Especificidad enzimática.

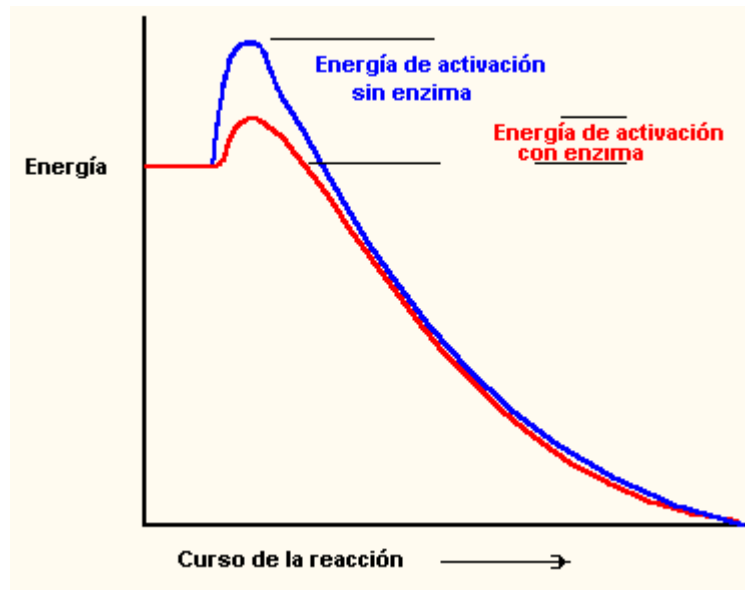
Cada tipo de enzima es muy selectivo en relación con la reacción que cataliza. Su especificidad deriva de que cada enzima sólo puede reconocer, unirse y modificar a moléculas determinadas, que son los sustratos de la reacción.

Las moléculas del sustrato se unen a un sitio particular en la superficie de la enzima, denominado **sitio activo**, donde tienen lugar la catálisis. La estructura tridimensional de este sitio activo, donde sólo puede entrar un determinado sustrato, es lo que determina la especificidad de las enzimas.

Es lo que conocemos como *Modelo "Llave-Cerradura"*: el sustrato se adapta al centro activo o catalítico de una enzima como una llave a una cerradura.

10.1.2. Mecanismo de acción de las enzimas.

Una enzima, por sí misma, no puede llevar a cabo una reacción, su función es modificar la velocidad de la reacción, entendiéndose como tal **la cantidad de producto formado por unidad de tiempo**. Tal variación se debe a la disminución de la **energía de activación E_a** ; en una reacción química, la E_a es la energía necesaria para convertir los reactivos en formas moleculares inestables denominadas **especies en estado de transición**, que poseen mayor energía libre que los reactivos y los productos.



En el diagrama están representados los niveles de energía, durante el curso de la reacción, de moléculas intervinientes en una reacción tipo: $A + B \rightarrow C$. La **curva azul** muestra el curso de la reacción en ausencia de una enzima que facilite la reacción, mientras que **la curva roja** la muestra en presencia de la enzima específica de la reacción. La diferencia en el nivel de energía entre el estado inicial y la necesaria para iniciar la reacción (**picos de las curvas**) es la energía de activación. Tal como se observa la presencia de enzima baja la energía de activación.

El complejo Enzima- sustrato posee menor energía de activación que las especies en estado de transición que la correspondiente reacción no catalizada.

10.2. VITAMINAS. IMPORTANCIA EN EL ORGANISMO.

Son sustancias orgánicas, no relacionadas estructuralmente entre sí, que precisan ser ingeridas en pequeñas cantidades con la dieta. Aunque la dieta es la principal fuente, existen otras fuentes, como por ejemplo la Vitamina K (se sintetiza por la flora bacteriana) o la Vitamina D.

Las vitaminas son micronutrientes esenciales para el mantenimiento de funciones vitales del organismo, pudiendo actuar como **coenzimas**, antioxidantes u hormonas. Una deficiencia en una vitamina puede originar importantes defectos metabólicos.

Los coenzimas son moléculas orgánicas complejas que se asocian temporalmente a la enzima, a menudo, cerca del centro activo, como paso previo a la catálisis. La mayoría de las vitaminas son coenzimas o parte de coenzimas.

Aunque tienen estructuras químicas, fuentes, requerimientos y mecanismos de acción distintos, se pueden clasificar de acuerdo a su solubilidad en agua o en lípidos:

- a) **Hidrosolubles:** Complejo vitamina B, vitamina C.
- b) **Liposolubles:** Vitamina A, vitamina D, vitamina E, vitamina K.

a) Hidrosolubles:

- **Vitamina C o ácido ascórbico** (antiescorbútica)
- **Complejo B**
 - **Vitamina B1** o tiamina (antineurítica)
 - **Vitamina B2** o riboflavina
 - **Vitamina B3**, vitamina PP o niacina
 - **Vitamina B5** o ácido pantoténico
 - **Vitamina B6** o piridoxina
 - **Vitamina B8**, vitamina H o biotina
 - **Vitamina B9**, vitamina M o ácido fólico.
 - **Vitamina B12** o cianocobalamina
 - **Vitamina B15** o ácido pangámico
 - **Vitamina B17**, laetril o amigdalina

b) Liposolubles:

- **Vitamina A** o retinol (antixerofálmica)
- **Vitamina D** o colecalciferol (antirraquítica)
- **Vitamina E** o tocoferol (antioxidante)
- **Vitamina K** o naftoquinona (antihemorrágica)

11. ÁCIDOS NUCLEICOS.

Los ácidos nucleicos, como su nombre indica son macromoléculas ácidas que se encuentran mayoritariamente en el núcleo de las células eucarióticas. Como las demás macromoléculas, los ácidos nucleicos están formados por la unión de unos monómeros, que son los **nucleótidos**, unidos mediante enlaces fosfodiéster. Se forman, así, largas cadenas o *polinucleótidos*, lo que hace que algunas de estas moléculas lleguen a alcanzar tamaños gigantes (de millones de nucleótidos de largo).

Existen dos tipos de ácidos nucleicos: **ADN** (ácido desoxirribonucleico) y **ARN** (ácido ribonucleico), que se diferencian en:

- El azúcar (*pentosa*) que contienen: la desoxirribosa en el ADN y la ribosa en el ARN.
- Las bases nitrogenadas que contienen: adenina, guanina, citosina y timina en el ADN; adenina, guanina, citosina y uracilo en el ARN.
- En los eucariotas la estructura del ADN es de doble cadena, mientras que la estructura del ARN es monocatenaria, aunque puede presentarse en forma extendida, como el ARNm, o en forma plegada, como el ARNt y el ARNr.
- La masa molecular del ADN es generalmente mayor que la del ARN.

11.1. NUCLEÓTIDOS.

Las unidades que forman los ácidos nucleicos son los nucleótidos. Cada nucleótido es una molécula compuesta por la unión de tres unidades:

1. un monosacárido de cinco carbonos (una **pentosa**, ribosa en el ARN y desoxirribosa en el ADN),
2. una **base nitrogenada** purínica (adenina, guanina) o pirimidínica (citosina, timina o uracilo)
3. y uno o varios **grupos fosfato** (ácido fosfórico). Tanto la base nitrogenada como los grupos fosfato están unidos a la pentosa.

La unión formada por la pentosa y la base nitrogenada se denomina *nucleósido*. Cuando lleva unido una unidad de fosfato al carbono 5' de la ribosa o desoxirribosa y dicho fosfato sirve de enlace entre nucleótidos, uniéndose al carbono 3' del siguiente nucleótido; se denomina nucleótido-monofosfato (como el AMP) cuando hay un solo grupo fosfato, nucleótido-difosfato (como el ADP) si lleva dos y nucleótido-trifosfato (como el ATP) si lleva tres.

Listado de Bases Nitrogenadas:

- **Adenina**, presente en ADN y ARN.
- **Guanina**, presente en ADN y ARN.
- **Citosina**, presente en ADN y ARN.
- **Timina**, exclusiva del ADN.
- **Uracilo**, exclusiva del ARN.

- Duplicación del ADN.
- Expresión del mensaje genético.
- Transcripción del ADN para formar ARN_m y otros.
- Traducción, en los ribosomas, del mensaje contenido en el ARN_m a proteínas.

11.2. ÁCIDO DESOXIRRIBONUCLEICO O ADN.

El ADN es bicatenario, está constituido por dos cadenas polinucleotídicas unidas entre sí en toda su longitud. Esta doble cadena puede disponerse en forma lineal (ADN del núcleo de las células eucarióticas) o en forma circular (ADN de las células procarióticas, así como de las mitocondrias y cloroplastos eucarióticos).

La molécula de ADN porta la información necesaria para el desarrollo de las características biológicas de un individuo y contiene los mensajes e instrucciones para que las células realicen sus funciones. Dependiendo de la composición del ADN (refiriéndose a composición como la secuencia particular de bases), puede desnaturalizarse o romperse los puentes de hidrógenos entre bases pasando a ADN de cadena simple o ADNsc abreviadamente.

Excepcionalmente, el ADN de algunos virus es monocatenario, es decir, está formado por un solo polinucleótido, sin cadena complementaria.

A.- ESTRUCTURA.

Está formado por la unión de muchos desoxirribonucleótidos. La mayoría de las moléculas de ADN poseen dos cadenas antiparalelas (una 5´-3´ y la otra 3´-5´) unidas entre sí mediante las bases nitrogenadas, por medio de puentes de hidrógeno.

La adenina enlaza con la timina, mediante dos puentes de hidrógeno, mientras que la citosina enlaza con la guanina, mediante tres puentes de hidrógeno.

El ADN es el portador de la información genética, se puede decir por tanto, que los genes están compuestos por ADN.

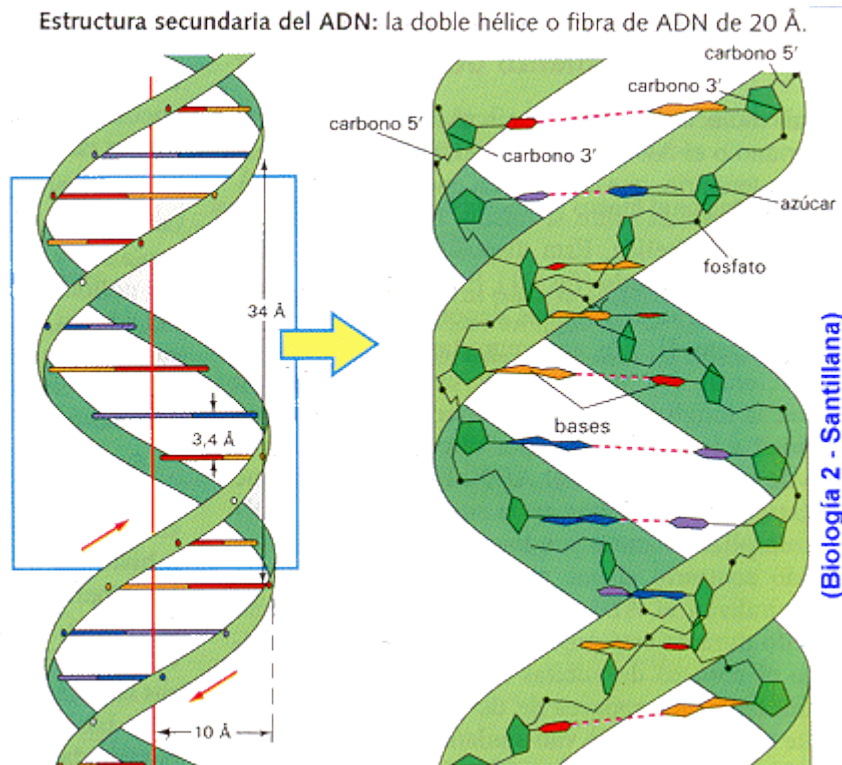
ESTRUCTURA PRIMARIA DEL ADN

Se trata de la secuencia de desoxirribonucleótidos de una de las cadenas. La información genética está contenida en el orden exacto de los nucleótidos.

ESTRUCTURA SECUNDARIA DEL ADN

Es una estructura en doble hélice. Permite explicar el almacenamiento de la información genética y el mecanismo de duplicación del ADN. Fue postulada por Watson y Crick, basándose en:

- La difracción de rayos X que habían realizado Franklin y Wilkins
- La equivalencia de bases de Chargaff, que dice que la suma de adeninas más guaninas es igual a la suma de timinas más citosinas.



Es una cadena doble, dextrógira o levógira, según el tipo de ADN. Ambas cadenas son complementarias, pues la adenina de una se une a la timina de la otra, y la guanina de una a la citosina de la otra. Ambas cadenas son antiparalelas, pues el extremo 3' de una se enfrenta al extremo 5' de la otra.

Existen tres modelos de ADN. El ADN de tipo B es el más abundante y es el descubierto por Watson y Crick.

ESTRUCTURA TERCIARIA DEL ADN.

Se refiere a como se almacena el ADN en un volumen reducido. Varía según se trate de organismos procariontes o eucariontes:

- En procariontes se pliega como una super-hélice en forma, generalmente, circular y asociada a una pequeña cantidad de proteínas. Lo mismo ocurre en la mitocondrias y en los plastos.

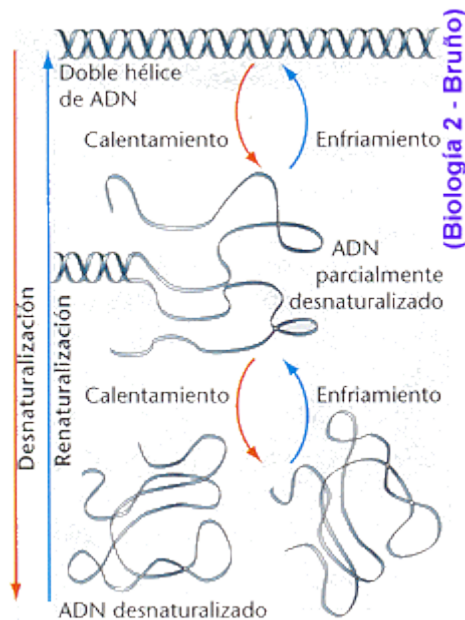
b) En eucariontes el empaquetamiento ha de ser más complejo y compacto y para esto necesita la presencia de proteínas, como son las histonas y otras de naturaleza no histona (en los espermatozoides las proteínas son las protaminas). A esta unión de ADN y proteínas se conoce como cromatina, en la cual se distinguen diferentes niveles de organización:

- Nucleosoma
- Collar de perlas
- Fibra cromatínica
- Bucles radiales
- Cromosoma.

B.- DESNATURALIZACIÓN DEL ADN.

Cuando la temperatura alcanza el punto de fusión del ADN, la agitación térmica es capaz de separar las dos hebras y producir una desnaturalización. Este es un proceso reversible, ya que al bajar la temperatura se puede producir una renaturalización. En este proceso se rompen los puentes de hidrógeno que unen las cadenas y se produce la separación de las mismas, pero no se rompen los enlaces fosfodiéster covalentes que forman la secuencia de la cadena.

La desnaturalización del ADN puede ocurrir, también, por variaciones en el pH.



Al enfriar lentamente puede renaturalizarse.



3. ÁCIDO RIBONUCLEICO O RNA.

El ARN difiere del ADN en que la pentosa de los nucleótidos constituyentes, es ribosa en lugar de desoxirribosa, y en que en lugar de las cuatro bases A, G, C, T aparece A, G, C, U (es decir, uracilo en lugar de timina). Las cadenas de ARN son más cortas que las de ADN.

El ARN está constituido casi siempre por una única cadena (es monocatenario), aunque en ciertas situaciones, como en los ARNt y ARNr puede formar estructuras plegadas complejas.

Mientras que el ADN contiene la información, el ARN expresa dicha información, pasando de una secuencia lineal de nucleótidos, a una secuencia lineal de aminoácidos en una proteína

A.- ESTRUCTURA

Está formado por la unión de muchos ribonucleótidos, los cuales se unen entre ellos mediante enlaces fosfodiéster en sentido 5´-3´ (igual que en el ADN).

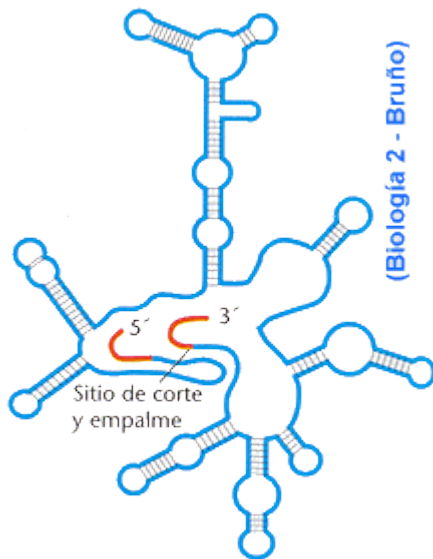
Están formados por una sola cadena, a excepción del ARN bicatenario de los reovirus.

ESTRUCTURA PRIMARIA DEL ARN

Al igual que el ADN, se refiere a la secuencia de las bases nitrogenadas que constituyen sus nucleótidos.

ESTRUCTURA SECUNDARIA DEL ARN

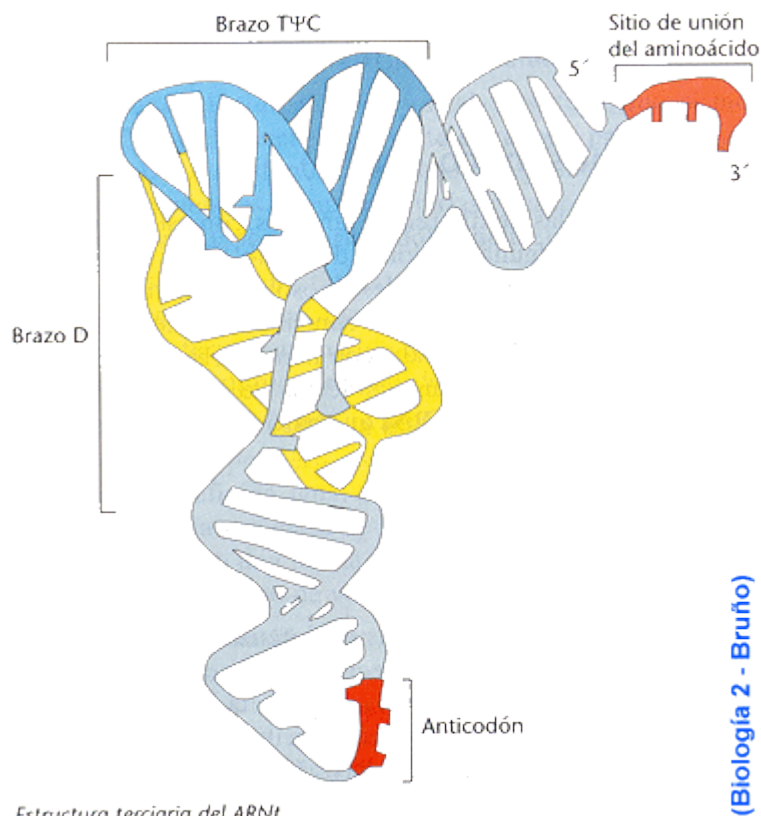
Alguna vez, en una misma cadena, existen regiones con secuencias complementarias capaces de aparearse.



Estructura secundaria de los ARNr.

ESTRUCTURA TERCIARIA DE ARN

Es un plegamiento, complicado, sobre al estructura secundaria.



Estructura terciaria del ARNt.

B.- CLASIFICACIÓN DE LOS ARN.

Para clasificarlos se adopta la masa molecular media de sus cadenas, cuyo valor se deduce de la velocidad de sedimentación. La masa molecular y por tanto sus dimensiones se miden en svedberg (S). Según esto tenemos:

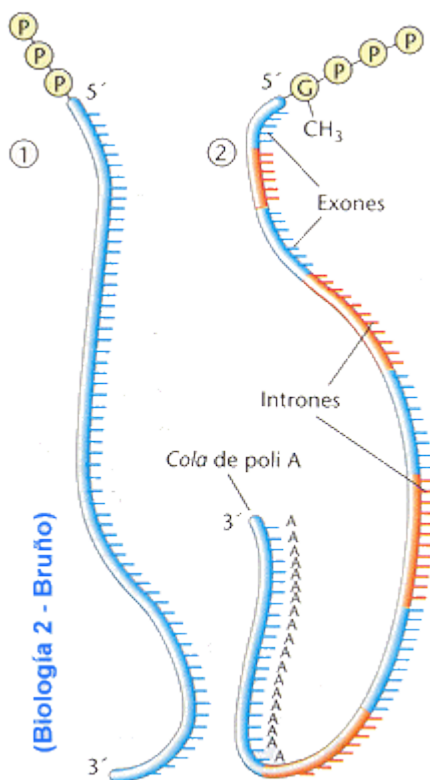
ARN MENSAJERO (ARN_m)

Sus características son la siguientes:

- Cadenas de largo tamaño con estructura primaria.
- Se le llama mensajero porque transporta la información necesaria para la síntesis proteica.
- Cada ARN_m tiene información para sintetizar una proteína determinada.
- Su vida media es corta.

a) En procariontes el extremo 5´ posee un grupo trifosfato

b) En eucariontes en el extremo 5´ posee un grupo metil-guanosina unido al trifosfato, y en el extremo 3´ posee una cola de poli-A



ARN mensajeros (ARN_m) de procariontes (bacterias) (1) y de eucariontes (2).

En los eucariontes se puede distinguir también:

- Exones, secuencias de bases que codifican proteínas
- Intrones, secuencias sin información.

Un ARN_m de este tipo ha de madurar (eliminación de intrones) antes de hacerse funcional. Antes de madurar, el ARN_m recibe el nombre de ARN heterogeneonuclear (ARN_{hn}).

ARN RIBOSÓMICO (ARN_r)

Sus principales características son:

- Cada ARN_r presenta cadena de diferente tamaño, con estructura secundaria y terciaria.
- Forma parte de las subunidades ribosómicas cuando se une con muchas proteínas.
- Están vinculados con la síntesis de proteínas.

ARN NUCLEOLAR (ARN_n)

Sus características principales son:

- Se sintetiza en el nucleolo.
- Posee una masa molecular de 45 S, que actúa como recurso de parte del ARN_r , concretamente de los ARN_r 28 S (de la subunidad mayor), los ARN_r 5,8 S (de la subunidad mayor) y los ARN_r 18 S (de la subunidad menor)

ARN_u

Sus principales características son:

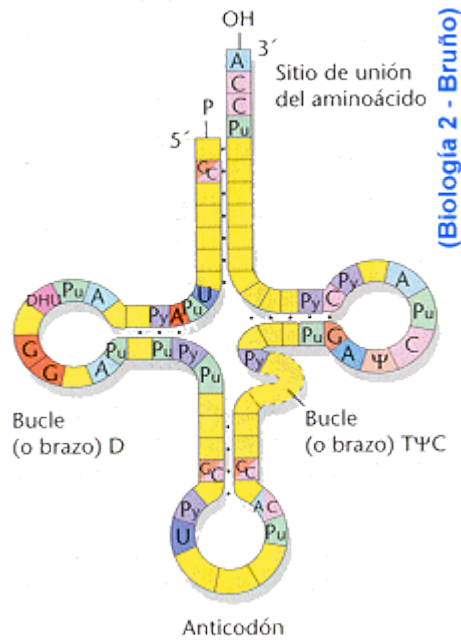
- Son moléculas de pequeño tamaño
- Se les denomina de esta manera por poseer mucho uracilo en su composición
- Se asocia a proteínas del núcleo y forma ribonucleoproteínas pequeño nucleares (RNP_{pn}) que intervienen en:
 - a) Corte y empalme de ARN
 - b) Maduración en los ARN_m de los eucariontes
 - c) Obtención de ARN_r a partir de ARN_n 45 S.

ARN TRANSFERENTE (ARN_t)

Sus principales características son.

- Son moléculas de pequeño tamaño

- Poseen en algunas zonas estructura secundaria, lo que va hacer que en las zonas donde no hay bases complementarias adquieran un aspecto de bucles, como una hoja de trébol.
- Los plegamientos se llegan a hacer tan complejos que adquieren una estructura terciaria
- Su misión es unir aminoácidos y transportarlos hasta el ARN_m para sintetizar proteínas.



El lugar exacto para colocarse en el ARN_m lo hace gracias a tres bases, a cuyo conjunto se llaman anticodón (las complementarias en el ARN_m se llaman codón).

C.- SINTESIS Y LOCALIZACIÓN DE LOS ARN

En la célula eucarionte los ARN se sintetizan gracias a tres tipos de enzimas:

- ARN polimerasa I, localizada en el nucleolo y se encarga de la síntesis de los ARN_r 18 S, 5,8 S y 28 S.
- ARN polimerasa II, localizada en el nucleoplasma y se encarga de la síntesis de los ARN_{hn}, es decir de los precursores de los ARN_m
- ARN polimerasa III, localizada en el nucleoplasma y se encarga de sintetizar los ARN_r 5 S y los ARN_m.

