



TEMA 9. INTRODUCCIÓN A LA BIOQUÍMICA: BIOELEMENTOS Y BIOMOLÉCULAS

9.1. BIOELEMENTOS

Los bioelementos son los elementos químicos que forman parte de los seres vivos, bien en forma atómica o bien como integrantes de las biomoléculas. Son más de 60 elementos de la tabla periódica aunque en **todos** los seres vivos se encuentran unos 25. Los bioelementos se presentan en **proporciones diferentes** y su abundancia, que no su importancia, se emplea como criterio para clasificarlos.

Clasificación de los bioelementos:

- **Bioelementos primarios:** son los más abundantes. Encontramos el **carbono (C)**, **hidrógeno (H)**, **oxígeno (O)**, **nitrógeno (N)**, **fósforo (P)** y **azufre (S)**. De estos seis elementos, los cuatro primeros constituyen aproximadamente el **95%** de la materia viva y los seis juntos llegan a formar el **96,2%** de la misma. Estos elementos tienen gran facilidad para constituir moléculas complejas en forma de cadena, las más sencillas de las cuales se componen sólo de carbono e hidrógeno (**hidrocarburos**) y a partir de ellos, por sustitución de algunos hidrógenos por otros átomos o grupos de átomos (**grupos funcionales**) se obtienen infinidad de compuestos o biomoléculas. [Repasa los temas de química orgánica].
- **Bioelementos secundarios:** son todos los demás. Dentro de ellos los hay más abundantes y suelen presentarse formando sales y hay otros, minoritarios, que sólo forman parte de ciertas moléculas (hemoglobina, tiroxina, clorofila...). Se pueden diferenciar:
 - **Indispensables:** aparecen en todos los organismos. Entre ellos destacan el **calcio (Ca)**, **cloro (Cl)**, **potasio (K)**, **sodio (Na)**, **magnesio (Mg)**, **hierro (Fe)**, etc.
 - **Variables:** pueden faltar en algunos organismos. Algunos de ellos son el **bromo (Br)**, **cinc (Zn)**, **aluminio (Al)**, **cobalto (Co)**, **yodo (I)**, **cobre (Cu)**, etc.

Un bioelemento incluido en una categoría puede, en determinados organismos, pertenecer a otra. Así, el **silicio (Si)**, es secundario en general, pero en organismos como las diatomeas (algas unicelulares), pasa a ser primario (constituye el caparazón).

Se denominan **Oligoelementos** a aquellos bioelementos secundarios que se encuentran en cantidades ínfimas en los seres vivos. Por ejemplo el **cobalto (Co)** o el **litio (Li)**.

Cualquier bioelemento es indispensable para el ser vivo que lo posea y aunque su proporción sea minúscula su carencia acarrea la muerte del individuo.

9.2. BIOMOLÉCULAS

Las biomoléculas son los compuestos químicos que forman la materia viva. Resultan de la unión de los bioelementos por enlaces químicos entre los que destacan los de tipo **covalente** (recuerda los tipos de enlace químico). Se distingue entre:

- **Biomoléculas inorgánicas:** son características de la materia inerte, pero se encuentran también entre los seres vivos. No poseen átomos de carbono o este, si aparece, no forma cadenas con otros carbonos y con hidrógenos. Son el **agua**, las **sales minerales** y algunos gases que pueden desprenderse o utilizarse en el transcurso de las reacciones químicas de las células como el **oxígeno (O₂)** y el **dióxido de carbono (CO₂)**.



- **Biomoléculas orgánicas:** están formadas por carbono, al que se unen, al menos hidrógeno y oxígeno y, en muchos casos nitrógeno, fósforo y azufre. En general son moléculas exclusivas de los seres vivos, salvo el caso del **metano**, que es el hidrocarburo más simple y que sabemos que puede tener un origen no biológico [recuerda la composición de ciertas atmósferas planetarias].

Consideramos moléculas orgánicas aquellas que se basan en la química del carbono, entre las que los hidrocarburos son las más sencillas. A lo largo del siglo XX, este campo de la química ha experimentado un desarrollo increíble: combustibles, abonos, colorantes, pesticidas, pinturas, plásticos... Casi todo ello partiendo de esa mezcla natural de hidrocarburos que es el petróleo.

9.3. BIOMOLÉCULAS INORGÁNICAS:

EL AGUA. El agua es una molécula de enorme importancia biológica, tanto por su abundancia como por las funciones que desempeña en la materia viva así como por el papel que ha jugado en el origen y evolución de la vida.

- **Abundancia.** El agua es la biomolécula más abundante de los seres vivos, alcanzando una proporción media del 75% del peso total. Hay seres con mayor proporción (lechugas o medusas, por ejemplo con más de un 90%) y otros con mucha menos (por ejemplo las semillas de los vegetales 15%). Esta agua procede en su mayor parte del medio externo y en menor proporción de reacciones químicas de las células. En los seres pluricelulares, el agua se encuentra dentro de las células, entre las mismas (espacio intersticial o intercelular), o circulando por el organismo (sangre, linfa o savia).

- **Estructura de la molécula.** La molécula del agua es neutra en conjunto, pero presenta bipolaridad, es decir, se comporta como un pequeño imán o dipolo debido al reparto asimétrico de sus electrones, que hace que un extremo tenga carga positiva y el otro extremo la tenga negativa. Esta asimetría procede de que en el enlace covalente entre los hidrógenos y el oxígeno, este último "tira" de los electrones de los hidrógenos al ser muy electronegativo quedando con un exceso de carga negativa y la zona de los hidrógenos con un defecto de esta carga negativa y por lo tanto con exceso de carga positiva. Debido a esta característica, entre hidrógenos y oxígenos de distintas moléculas se establecen enlaces débiles llamados **puentes de hidrógeno** que mantienen unidas a las moléculas del agua. Por todo ello presentan una gran cohesión y para evaporar agua habrá que aportar una gran cantidad de energía. [→ Tejidos impermeables que transpiran. Goretex, zapatos "Geox"].

- **Funciones biológicas.** Están relacionadas con sus propiedades fisicoquímicas. Las principales son:

- **Función disolvente.** El agua es un líquido que disuelve un gran número de sustancias diferentes (disolvente universal). Esto hace que casi todas las reacciones biológicas tengan lugar en medio acuoso, al mantener muchos compuestos de forma ionizada y por lo tanto permitiendo que puedan reaccionar entre ellos.
- **Medio de reacción.** Además, constituye un medio que facilita la movilidad de las moléculas, favoreciendo el que puedan reaccionar entre ellas. (Las semillas pueden mantenerse "dormidas" mucho tiempo porque al no tener agua, no hay reacciones químicas).
- **Función transportadora.** Los medios transportadores de sustancias tanto nutritivas como de desecho suelen estar constituidos fundamentalmente por agua (sangre, savia).
- **Función bioquímica.** El agua participa en reacciones bioquímicas como **sustancia reaccionante o sustrato**, como por ejemplo en las llamadas **hidrólisis**, mediante las cuales muchas macromoléculas orgánicas son descompuestas en biomoléculas más simples. En procesos como la fotosíntesis, el agua interviene aportando hidrógenos. En otras reacciones, se obtiene agua como **producto de reacción**, como por ejemplo en la respiración u oxidación de la glucosa.



- **Función estructural.** El agua puede servir de auténtico esqueleto, dando consistencia a ciertas células o estructuras. Por ejemplo esto sucede en plantas herbáceas o en animales como las medusas.
- **Función termorreguladora.** El agua, debido a su elevado calor específico (se necesita mucha energía para elevar o disminuir su temperatura) es un excelente regulador, evitando los cambios bruscos que podrían afectar a los seres vivos. Por ejemplo, la sangre calienta la piel cuando ésta pierde calor, o el sudor la enfría si hay un sobrecalentamiento. Pero todo ello sin tener que movilizar o perder mucha cantidad de líquido.

La vida se considera tan ligada al agua que solo ahora que se ha demostrado la existencia de esta en Marte, los científicos se plantean la búsqueda de seres vivos en dicho planeta.

LAS SALES MINERALES

Las sales minerales están formadas por un catión y un anión. Las sales pueden presentarse de dos formas diferentes:

- **Sales insolubles o no disociadas.** Se dicen también sales precipitadas. Presentan una función esquelética, formando caparazones (carbonato cálcico) o conchas o bien huesos (fosfato cálcico).

En algunos casos, los iones pueden estar unidos a moléculas orgánicas, de modo que no están disociados pero tampoco forman sales minerales. Sus funciones dependerán de la molécula de que se trate. Por ejemplo, la hemoglobina lleva el ión hierro, la clorofila contiene magnesio, la vitamina B₁₂ lleva el ión Cobalto, etc.

- **Sales en forma disociada o sales solubles o disueltas.** Los iones se encuentran disueltos en agua y son responsables de algunas funciones muy específicas, pero también intervienen de manera decisiva en procesos físico-químicos de importancia vital para los organismos.

Dos de los fenómenos fundamentales desde el punto de vista biológico son el equilibrio osmótico y el pH:

Equilibrio osmótico. Las membranas celulares son **semipermeables**. Esto quiere decir que dejan pasar el agua libremente pero no las sales. La dirección que lleve el agua, es decir, si entra o si sale de las células dependerá de la concentración de sales a cada lado de la membrana: el agua siempre se mueve desde donde hay menos concentración de sales hacia donde hay más, hasta que ambas disoluciones alcancen la misma concentración. A este fenómeno se le llama **ósmosis**, y en este trasvase el agua ejerce una **presión osmótica**. (Si fuera de la célula hay mayor concentración de sales, la disolución es hiperosmótica o hipertónica, el agua sale de la célula y esta se deshidrata. Si la concentración fuera es menor o hipoosmótica o hipotónica, el agua entra en la célula y se hincha. El tercer caso es el idóneo: si una célula está rodeada por una disolución **isoosmótica**, el agua no entra ni sale.

La presión osmótica es creada básicamente por las sales, pero en general por las moléculas de todo tipo que se encuentran en disolución acuosa. Es un fenómeno de importancia vital para los seres vivos. [Esquemas].

Equilibrio ácido-base. El pH es uno de los parámetros que un organismo debe mantener constantes. (El pH está relacionado con la concentración de hidrogeniones [H⁺] presentes en el medio acuoso). En muchas reacciones celulares el pH tiende a aumentar o a disminuir y ciertas sales se unen a los protones o los liberan evitando cambios en su concentración. Se denominan sustancias **tamponantes**. Un ejemplo de sistema tampón en las células lo constituye el ión hidrógeno carbonato, carbonato ácido o bicarbonato. [Recuerda que para eliminar la acidez de estómago muchas personas emplean bicarbonato sódico].

Además de lo anteriormente visto, las sales disueltas pueden intervenir en funciones específicas. Se pueden citar, a modo de ejemplo iones como el Na⁺ y el K⁺, imprescindibles en la transmisión del impulso nervioso; el Ca²⁺ que participa en la contracción muscular y en la coagulación sanguínea, etc.



9.4. BIOMOLÉCULAS ORGÁNICAS:

Como ya se ha dicho, las biomoléculas orgánicas se caracterizan por la presencia de átomos de carbono encadenados a los que se unen, sobre todo, hidrógenos y oxígenos, y nos vamos a centrar en las que forman parte de la materia viva.

Algunos conceptos que deben repasarse son los siguientes: El **carbono** es un átomo tetravalente, que se comporta como si fuera un tetraedro cuyos vértices corresponden a sus cuatro valencias (orbitales), cada una de las cuales puede estar unida covalentemente a las de otros átomos de carbono o a otros elementos diferentes. Si dos o tres de sus valencias se unen a un mismo átomo, tendremos un doble o triple enlace respectivamente.

Estos “tetraedros” de carbono se unen directamente a otros formando cadenas, en ocasiones muy largas y ramificadas o incluso cerradas en forma de anillo. Si sólo hay carbonos e hidrógenos, hablaremos de hidrocarburos (Los hidrocarburos aparecen en los combustibles fósiles pero no en los seres vivos. No obstante ya sabemos que el carbón y el petróleo tienen un origen biológico). Si sólo hay enlaces simples, diremos que las cadenas son **saturadas** y si hay dobles o triples enlaces, dichas cadenas serán **insaturadas**.

Podríamos considerar las biomoléculas orgánicas como derivadas de hidrocarburos que contienen átomos o grupos de átomos que sustituyen a algunos de los hidrógenos, unidos a los carbonos. A estos sustituyentes los llamaremos genéricamente **grupos funcionales** y sabemos que otorgan a las moléculas que los poseen nuevas propiedades y entre ellas una **mayor reactividad** o facilidad para unirse a otras moléculas.

Los principales grupos funcionales son [recuerda el tema de la asignatura de química]:

Alcohol o hidroxilo, aldehído, cetona, ácido carboxílico, amina y sulfhidrilo. (Ver esquemas de hidrocarburos y de compuestos derivados).

Los principales tipos de biomoléculas son:

Glúcidos, lípidos, prótidos y ácidos nucleicos.

Ha sido costumbre durante mucho **tiempo** considerar las **vitaminas** como un quinto grupo de biomoléculas, pero no es correcto ya que son un conjunto demasiado heterogéneo en cuanto a composición química (algunas son lípidos) que sólo tienen en común ser sustancias que no podemos sintetizar los animales y que por ello debemos de ingerir en la dieta. También es de todos sabido que las necesitamos en pequeñas cantidades. Cabe añadir que intervienen en reacciones del metabolismo y que su carencia ocasiona enfermedades graves que pueden llevar a la muerte (escorbuto, raquitismo, pelagra, anemia...)

GLÚCIDOS

Los glúcidos también son conocidos con los nombres poco apropiados de HIDRATOS DE CARBONO, CARBOHIDRATOS o AZÚCARES.

Los glúcidos son biomoléculas formadas por C, H y O exclusivamente, químicamente se definen como **polialcoholes con un grupo aldehído o cetona**. Sus funciones biológicas son fundamentalmente dos: **energética y estructural**.

Por la proporción entre sus componentes se cometió el error de hacer lo siguiente: $C_nH_{2n}O_n = C_n (H_2O)_n$, de lo cual surgieron los nombres, erróneos pero hoy día utilizados de hidratos de carbono o carbohidratos (hidrato significa agua). El término de azúcares sólo debe emplearse para aquellos glúcidos de sabor dulce (mono y disacáridos).

Los glúcidos pueden ser simples o complejos, los más sencillos son los **monosacáridos** y los complejos están formados por dos o más monosacáridos (pueden ser miles de ellos). Destacaremos los **disacáridos** y los **polisacáridos**.



- **Monosacáridos.** Son los glúcidos más sencillos que hay, a partir de ellos se constituyen todos los demás glúcidos. Son de color blanco, solubles en agua, de sabor dulce y pueden cristalizar. Su fórmula general es $C_nH_{2n}O_n$, variando n entre 3 y 8. Así, distinguimos entre triosas, tetrasas, pentosas, hexosas, etc.

Puesto que los enlaces entre átomos de carbono son más o menos rígidos y las moléculas no son planas sino que tiene una disposición tridimensional, podemos encontrar moléculas idénticas en su composición pero con organización espacial diferente. Por el hecho de que tienen propiedades diferentes es preciso darles nombres distintos o al menos ha habido que distinguir unas formas de otras mediante símbolos. A estas moléculas semejantes pero no idénticas se las llama **isómeros**.

- Entre las **pentosas** (monosacáridos con 5 átomos de carbono) destacan la **RIBOSA** y la **DESOXIRIBOSA**, que forman parte respectivamente de los ácidos nucleicos ARN y ADN. Sus funciones son, por lo tanto, estructurales.
- Entre las **hexosas** (6 carbonos) se encuentra la **GLUCOSA**, que es el monosacárido más abundante en los seres vivos y cuya función es la energética, sirviendo de auténtico combustible celular. Se encuentra como tal en frutos y por ejemplo en la sangre (en una proporción de 1 g/l) [Cuando se dice que alguien “tiene azúcar en la sangre”, se refieren en realidad a que tiene más cantidad de glucosa de la normal]. Es también un monosacárido básico en la composición de disacáridos y polisacáridos. Otras hexosas comunes son la **GALACTOSA**, que forma parte del azúcar de la leche y la **FRUCTOSA**, que es propia del azúcar de las frutas.

Los monosacáridos se representan mediante fórmulas. Una representación muy usual es la de Fischer. Se trata de una fórmula lineal y plana. Pero los monosacáridos en disolución acuosa reaccionan frente al agua y sufren una ciclación, convirtiéndose en moléculas en forma de anillo (anulares o cicladas) que pueden ser de dos tipos, alfa o beta según la disposición de un grupo $-OH$. En 2º curso de Bachillerato se tratará más a fondo esta cuestión. Pero para este nivel de 1º es deseable conocer las fórmulas cíclicas mediante la representación de Haworth de algunos monosacáridos, con el fin de poder comprender los enlaces de unión entre ellos que producen disacáridos y polisacáridos.

- **Disacáridos.** Son moléculas formadas por la unión de dos monosacáridos, mediante el llamado **enlace glucosídico**. Este enlace se efectúa entre un grupo alcohol de cada monosacárido con el desprendimiento de una molécula de agua. Esta reacción se da entre el $-OH$ del carbono 1 de un monosacárido y, generalmente, el $-OH$ del carbono 4 del otro monosacárido. Hay diferencia si el enlace se efectúa entre monosacáridos de la forma alfa o de la forma beta (ambas formas de la glucosa son isómeras). Los disacáridos también son sólidos cristalizables, solubles en agua y de sabor dulce, por eso también son denominados azúcares. La función de los disacáridos es también energética, aunque para ser utilizados por las células, primeramente deberán ser descompuestos en sus monosacáridos integrantes. Los principales son:
 - **MALTOSA** o azúcar de malta, que está formada por dos unidades de glucosa (la malta el grano de la cebada germinada; este producto es la base de la fabricación de la cerveza).
 - **LACTOSA** o azúcar de la leche, está formada por la unión de una molécula de glucosa y una de galactosa. (Hay personas con intolerancia a la lactosa. Comentario)
 - **SACAROSA** o azúcar de la fruta. Es muy abundante en la remolacha y en la caña de azúcar, de donde se extrae y constituye el azúcar que consumimos habitualmente. Se compone de un monosacárido de glucosa unido a otro de fructosa. Es realmente de sabor más dulce que la glucosa pero menos que la fructosa (comentario: edulcorante).



- **Polisacáridos.** Están formados por centenares de monosacáridos, unidos por enlaces glucosídicos. Son, por lo tanto, macromoléculas. No son solubles en agua ni tienen sabor dulce, aunque son sólidos de color blanco. Los más abundantes son:
 - **ALMIDÓN.** Está formado por unidades de glucosa y constituye el polisacárido de reserva energética propio de los vegetales. Se acumula preferentemente en ciertos órganos como tubérculos, raíces, semillas (cereales).
 - **GLUCÓGENO.** También se compone de cientos de unidades de glucosa y también constituye una reserva de energía, pero en este caso su origen es animal. Los mamíferos contienen glucógeno en el hígado y en los músculos. Su estructura es muy similar a la del almidón. Los hongos (reino fungi), también acumulan glucógeno.
 - **CELULOSA.** Está formada por unidades de glucosa unidas por un tipo de enlace glucosídico algo diferente. Las moléculas de celulosa, a diferencia de las de los anteriores polisacáridos, no se hallan ramificadas. Es de origen vegetal y su función es estructural, ya que forma parte de la pared celular, que como sabemos, da rigidez y protección a las células vegetales y constituye un auténtico esqueleto. La celulosa es muy resistente y no puede utilizarse como fuente de materia o energía para la mayor parte de los animales. [La distribución espacial de los átomos de las biomoléculas es determinante a la hora de otorgar unas u otras propiedades a las mismas: la glucosa que forma la celulosa es algo diferente de la que forma el almidón. Aquella es indigerible por los humanos mientras que el almidón se digiere perfectamente. Comentario en clase.
 - Otros polisacáridos, en estos casos formados por derivados de monosacáridos son la **QUITINA**, que forma el esqueleto de los artrópodos y de las paredes celulares de los hongos (glucosas con un grupo amino) y la **PECTINA**, que interviene en la formación de las paredes celulares de todas las células vegetales (se emplea como espesante de mermeladas). [No confundir quitina con queratina –proteína-].

LÍPIDOS

Los lípidos son biomoléculas orgánicas formadas siempre por C, H y O aunque muchos poseen fósforo y nitrógeno, y en menor proporción azufre. Constituyen un grupo muy heterogéneo en cuanto a su composición química y suelen incluirse en este grupo aquellas sustancias que presentan unas características físicas determinadas, que son: ser insolubles en agua (disolvente polar) y solubles en disolventes orgánicos (apolares) como el benceno, el éter, el alcohol, la acetona, la gasolina, etc., suelen ser untuosos al tacto y menos densos que el agua.

Sus funciones son también variadas, destacando entre ellas la energética, la estructural, la hormonal y vitamínica.

Clasificación:

1. Lípidos saponificables

Son aquellos lípidos que pueden descomponerse en ácidos grasos y en alcohol. Se llaman así porque puede hacerse jabón con ellos (reacción de saponificación). En realidad el jabón se hace a partir de los ácidos grasos.

Los **ácidos grasos** son cadenas hidrocarbonadas, que pueden ser saturadas o insaturadas. Los ácidos grasos saturados son los que no poseen ningún doble enlace entre carbonos y los insaturados son los que tienen uno o más dobles enlaces. Los ácidos grasos poseen un número variable de carbonos y en uno de sus extremos portan un grupo ácido carboxílico. Su característica más llamativa es que son muy insolubles en agua, por lo que se dice que son **hidrófobos**. (hidro= agua; Fobos, fobia = odio)



Los **alcoholes** también son variados y se trata de moléculas carbonadas que poseen uno o más grupos hidroxilo (-OH).

Los principales grupos de lípidos saponificables son:

- **Triglicéridos o grasas.** Se componen de una molécula con tres carbonos y tres grupos -OH, el propanotriol o **glicerina**. Esta molécula lleva unidas mediante enlaces **éster** a tres moléculas de ácido graso. El enlace éster se establece por reacción entre un grupo alcohol de la glicerina y el grupo hidroxilo del ácido graso, con liberación de una molécula de agua. Esta reacción recibe el nombre de **ESTERIFICACIÓN**. La reacción opuesta es la **HIDRÓLISIS**, que requiere una molécula de agua y por eso se llama así. Si la hidrólisis se realiza en presencia de una base fuerte como la sosa cáustica (NaOH), se obtiene glicerina y una sal de ácido graso, ésta es la reacción de **SAPONIFICACIÓN** y el resultado un jabón. (Ver los esquemas y entender por qué el jabón sirve para eliminar la grasa. Distinguir del modo de acción de los detergentes). Las grasas tienen una función esencialmente energética. Un gramo de grasa contiene el doble de energía que un gramo de glúcido o de lípido (unas 9 Kilocalorías por gramo frente a unas 4,2 Kcal/g de las otras biomoléculas), por eso supone un ahorro de peso y de volumen y para seres como los animales resulta ventajoso guardar la energía bajo esta forma en vez de en glucógeno. Los vegetales no tienen el problema del sobrepeso pero sí sus semillas o sus frutos, por lo que muchas de ellas almacenan también grasa (los llamados frutos secos: nueces, avellanas, pipas, almendras, etc.).

Otras funciones de los triglicéridos son las de protección mecánica y aislante térmico (Una foca sin su capa de grasa subcutánea moriría de frío en el agua polar en cinco minutos, tal y como nos pasa a los humanos).

Las grasas con cadenas **insaturadas** son líquidas a temperatura ambiente, son las más frecuentes en los vegetales, denominándose aceites y al ser metabolizadas en nuestro organismo, no se transforman en colesterol. Pero también hay grasas vegetales **saturadas** como las de **coco y palma**, que son las que se utilizan en la elaboración de alimentos preparados por ser más baratas. En general las grasas animales son saturadas y por esto, su estado es sólido o semisólido a temperatura ambiente (manteca, sebo, tocino). Las grasas saturadas pueden ser transformadas en colesterol dentro de nuestro organismo y vulgarmente las conocemos como mantecas, sebos o tocino; también son grasas la mantequilla y la nata así como gran parte de la composición del queso. Sin embargo, la grasa del pescado contiene una gran proporción de grasas insaturadas y por lo tanto es de la mejor calidad sanitariamente hablando. Parte de estas grasas son las que contienen los famosos ácidos grasos **omega 3** de los que tanto se habla últimamente.

- **Ceras.** Son ésteres de alcohol monovalente de larga cadena y una molécula de ácido graso. Son sólidas a temperatura ambiente y su principal característica es que son extremadamente hidrófobas. Las hay de origen animal como la cera que fabrican las abejas para confeccionar sus colmenas o el cerumen que segregan células del conducto auditivo para impermeabilizarlo y para retener partículas. Las aves acuáticas recubren de ceras su plumaje de modo que éste puede sumergirse sin mojarse. Las ceras de origen vegetal recubren estructuras como hojas, tallos y sobre todo frutos. En estos casos su función es tanto impermeabilizante como antideshidratante.
- **Fosfolípidos.** Son un tipo de lípidos complejos, ya que además de estar constituidos por glicerina y dos moléculas de ácido graso poseen un grupo ácido fosfórico esterificado al tercer grupo alcohol de la glicerina y unido al fosfórico hay otra molécula orgánica con un grupo alcohol, diferente según los casos. Lo más llamativo de estas moléculas es su comportamiento ante el agua, diciéndose que son **anfipáticas**, lo que significa que un extremo (el del á. fosfórico) es polar y se mezcla bien con el agua (es hidrófilo – filo = amante) y el otro extremo (el de los ácidos grasos) es apolar y rehuye



el agua (hidrófobo). Este comportamiento hace que estas moléculas en el agua se distribuyan de tal manera que sus extremos polares se enfrenten al agua y sus extremos apolares se protejan de ella. Esto hace que de manera espontánea formen capas dobles y micelas (ver esquema). Su función en los seres vivos es estructural, constituyendo la base de las membranas celulares.

Otros fosfolípidos como la **lecitina**, dado su carácter muy anfipático, tienen como función “hacer solubles” sustancias que no lo son o lo que es lo mismo, sirven para **emulsionar** moléculas como las grasas. Se emplean mucho en la industria alimentaria (lecitina de soja), por ejemplo para hacer margarina. Habrás observado que el Colacao no se disuelve en leche fría mientras que el Nesquik y el Colacao turbo sí lo hacen; esto es así porque los dos últimos llevan lecitina en su composición mientras que el primero no. [→ Emulgentes más baratos son los monoglicéridos y diglicéridos de ácidos grasos. Se obtienen a partir de triglicéridos].

2. Lípidos insaponificables.

No poseen ácidos grasos (y por ello no se puede obtener jabón). Destacamos dos tipos:

- **Isoprenoides o terpenos.** Formados por la unión de moléculas de isopreno. Un ejemplo es el **β -caroteno** que es un pigmento vegetal de color naranja, que interviene en la fotosíntesis y colorea frutos. Los carotenos (hay más) también son precursores de la vitamina A (= prorrretinol: lo anuncian como ingrediente de las cremas para la cara como si fuera algo fantástico para las arrugas, y se extrae de una raíz tan exótica como la zanahoria). Otros terpenos son colorantes de flores y frutos (rojo, azul, amarillo...), son también terpenos los aceites esenciales de los vegetales que al evaporarse dan el aroma u olor a flores y plantas. El caucho es un polímero de isopreno (unas 1.000 unidades de isopreno por molécula). El caucho o látex es un producto de muchas plantas empleado por ellas como cicatrizante ante heridas y también como sustancia irritante y de mal sabor para defenderse de animales herbívoros.
- **Esteroides.** Moléculas muy complejas y formadas por anillos de carbonos (moléculas cíclicas). Destacaremos el **colesterol**, cuya función es la de formar parte, junto con los fosfolípidos, de las membranas celulares y por lo tanto son estructurales y fundamentales para las células. También son esteroides la **vitamina D**, las **hormonas sexuales** como la testosterona y los estrógenos así como las **hormonas corticoides** (fabricadas por las cápsulas suprarrenales).

[Las vitaminas A y D son lípidos y se encuentran en una alta proporción en la leche. Por ello se disuelven bien en su grasa. Cuando se le quita la grasa a la leche (la nata), se le están quitando también estas vitaminas. Por eso, cuando los fabricantes de leche “enriquecen” la leche desnatada o descremada con vit. A y D no hacen sino devolverle lo que tenía originariamente esa leche]. [Esteroides artificiales son los anabolizantes que emplean algunos deportistas para ganar masa muscular; los corticoides empleados contra las inflamaciones; ciertas hormonas prohibidas para el engorde de ganado...]

PROTEÍNAS O PRÓTIDOS

Los prótidos son biomoléculas orgánicas formadas siempre por C, H, O y N. Pueden contener también S, P y algunos otros bioelementos. Los prótidos se componen de unas pequeñas moléculas denominadas **aminoácidos**. Los aminoácidos se enlazan unos con otros mediante el llamado enlace **peptídico**. Una cadena formada por solo unos pocos aminoácidos recibe el nombre de **péptido** (oligopéptido si contiene muy pocos y polipéptido si son más). A partir de un cierto número pasa a llamarse proteína (no hay un número determinado. En general los péptidos son fragmentos de proteínas).

Un aminoácido es una biomolécula que posee un carbono que tiene saturadas sus cuatro valencias de la forma siguiente: lleva unido un grupo amino, un carbono con un grupo ácido



carboxilo y un hidrógeno. Esto es común para todos los aminoácidos y la cuarta valencia está saturada por diferentes átomos o moléculas dependiendo del a.a. del que se trate; lo denominaremos normalmente como $-R$ o cadena radical. Este radical puede ser el hidrógeno en el caso de la glicocola o una cadena carbonada con un grupo alcohol en el caso de la treonina, un grupo sulfhidrilo en la metionina, una molécula orgánica cíclica como la fenilalanina, etc. Existen sólo 20 a.a. diferentes formadores de proteínas.

El enlace peptídico se establece entre el grupo hidroxilo del ácido graso de un aminoácido y el nitrógeno del grupo amino de otro aminoácido. En este caso también se desprende agua.

Las proteínas resultan de la unión mediante enlace peptídico de decenas a cientos de a.a. A pesar de que sólo existen 20 a.a. diferentes, se pueden formar casi infinitas proteínas distintas:

Dos proteínas pueden diferir en el nº total de a.a., también en el tipo de a.a. que contengan (de 1 a 20 distintos), de las proporciones de los diferentes a.a. que presenten y por último de la **secuencia u orden** que mantengan a lo largo de la cadena.

Los radicales de los distintos a.a. de una proteína pueden formar enlaces débiles entre ellos, lo que da una forma determinada a la molécula. Esa **estructura tridimensional** es fundamental para que la proteína cumpla con su función y por ello, un cambio en el orden de algunos a.a. puede significar la inactivación de la misma. (Los cambios en su estructura tridimensional se denominan **desnaturalizaciones** y pueden ser reversibles o irreversibles: cuando se pone un huevo a cocer, sus proteínas se desnaturalizan y pasan de líquidas a sólidas).

Se distinguen hasta cuatro niveles distintos de organización de las proteínas. Se comentarán en clase de modo sencillo con el fin de entender la enorme importancia de la organización espacial de cada molécula (una ligera mutación en el material genético que conlleve a un cambio en un solo aminoácido de una proteína puede significar que ésta no pueda ejercer su función, con los problemas que ello puede acarrear) [rechazos, alergias, enfermedades metabólicas y defectos genéticos están relacionados con las proteínas].

Las funciones de las proteínas son muy variadas, destacamos las siguientes:

- **Función estructural:** las membranas celulares son estructuras que contienen una alta proporción de proteínas. El colágeno, la elastina y la queratina son proteínas que aparecen formando parte de los huesos (colágeno), están bajo la piel (colágeno y elastina), o forman la epidermis de la piel, las uñas, los cuernos, los pelos o las plumas (queratina).
- **Función transportadora:** hay proteínas sanguíneas que transportan lípidos (por ejemplo el colesterol), la hemoglobina transporta oxígeno también en la sangre, la mioglobina lo hace en los músculos y los citocromos transportan electrones en las mitocondrias, permitiendo el proceso de la respiración celular.
- **Función inmunológica:** los Anticuerpos que sintetizan los linfocitos son siempre proteínas (los Ac. son fabricados específicamente contra los antígenos o elementos extraños que penetran en el organismo).
- **Función hormonal:** muchas hormonas son proteínas, como la del crecimiento, la insulina o la adrenalina.
- **Función contráctil:** la actina y la miosina responsables de la contracción muscular son proteínas.
- **Otras funciones:** el fibrinógeno es la proteína responsable del coágulo sanguíneo así como muchos factores involucrados en la coagulación sanguínea son también proteínas.
- **Función enzimática o biocatalizadora:** esta función es fundamental. Las enzimas son proteínas que favorecen y permiten que tengan lugar todas las reacciones químicas de



las células (el metabolismo). Hay **miles** de ellas diferentes, que catalizan otras tantas reacciones. Son muy específicas y en su ausencia no tienen lugar las transformaciones químicas. (Los humanos no digerimos la celulosa porque nos falta la enzima correspondiente, capaz de descomponerla en sus unidades de glucosa, sin embargo, el almidón, semejante en composición puede ser digerido y aprovechado como nutriente porque sí tenemos la enzima necesaria. Existen miles de enfermedades metabólicas congénitas debidas a la carencia de enzimas o a un defecto en las mismas → mucopolisacaridosis; fenilcetonuria).

ÁCIDOS NUCLEICOS

Son compuestos formados siempre por C, H, O, N y P. Los ácidos nucleicos son polímeros de monómeros llamados **nucleótidos**.

Nucleótidos:

Un nucleótido es una molécula formada por tres moléculas menores: una base nitrogenada, un monosacárido y una molécula de ácido fosfórico.

Una base nitrogenada es una molécula cíclica que posee nitrógeno además de carbonos en el anillo. La base nitrogenada puede ser de dos tipos, bien púrica o bien pirimidínica, según su estructura sea derivada de la purina o de la pirimidina respectivamente.

Dentro de las bases púricas hay dos posibilidades: ADENINA o GUANINA.

Dentro de las bases pirimidínicas: CITOSINA, TIMINA o URACILO.

El monosacárido siempre es una pentosa (5 carbonos), existiendo dos diferentes: RIBOSA y DESOXIRIBOSA. Ésta última se diferencia de la anterior en que posee un oxígeno menos (El carbono 2' posee un hidrógeno en lugar de un -OH).

La molécula de ácido fosfórico, H_3PO_4 es, en general, única pero algunos nucleótidos pueden tener hasta tres.

La estructura del nucleótido es la siguiente: a la pentosa se encuentra unida por el carbono 1' la base nitrogenada y al carbono 5' la molécula de á. fosfórico. Los carbonos de la pentosa se nombran con el número correspondiente seguido de una comilla para diferenciarlos de los carbonos y nitrógenos de la base nitrogenada que no la llevan evitando así confusiones.

Existen dos tipos de ácidos nucleicos: ADN (DNA) y ARN (RNA)

ADN

El ADN es un polinucleótido (cadena de nucleótidos) cuyos nucleótidos están formados por una de las cuatro bases siguientes: A, T, C, G, no apareciendo en ningún caso uracilo; además presenta como monosacárido la desoxirribosa y una molécula de ácido fosfórico. Por lo tanto existen 4 nucleótidos diferentes. La molécula de ADN suele ser muy larga, con un gran peso molecular y está formada por una doble cadena de nucleótidos (recuérdalo de 4º ESO).

Los nucleótidos que forman la cadena, se unen entre sí a través del ácido fosfórico y de la desoxirribosa, quedando las bases nitrogenadas dispuestas lateralmente (ver esquemas).

Las dos cadenas son antiparalelas, lo cual quiere decir que están enfrentadas en orden opuesto (ver esquemas) y las bases se emparejan de modo que siempre a la A le corresponde una T; a C le corresponde una G y viceversa (T-A; G-C).

Esta doble cadena está replegada en el espacio formando una estructura que llamamos **doble hélice**.

Al igual que las proteínas, El ADN es una molécula tridimensional en la que se pueden distinguir varios niveles de organización: estructura primaria, dada por la secuencia de bases; estructura secundaria, que representa el modo en que se pliega la estructura primaria dando lugar



a la doble hélice; estructura terciaria, la doble hélice se encuentra exquisitamente replegada en torno a unas proteínas especiales llamadas histonas. Hay más estructuras de plegamiento (ver esquemas) las cuales tienen una doble función: hacer que el ADN ocupe menos espacio y, según las condiciones celulares, deberán permitir que la información de esta molécula pueda ser “leída” o por el contrario que no lo sea. Este ADN plegado recibe el nombre de **cromatina** (eucromatina: puede ser transcrita a ARN; heterocromatina: está más replegada y no puede ser transcrita). El grado máximo de replegamiento se da sólo cuando la célula va a dividirse, en cuyo caso la cromatina se transforma en los llamados **cromosomas**.

La función del ADN es contener la información genética de la célula. Esta información puede ser **traducida** en proteínas, habiendo sido previamente **transcrita** a ARN. Se localiza en el núcleo celular en las células eucariotas.

ARN

Es un polinucleótido de nucleótidos con ribosa, á. fosfórico y bases que pueden ser A, U, C, G (nunca timina). Existen 4 nucleótidos diferentes. Se trata de moléculas mucho más cortas que las de ADN y además de cadena sencilla.

Según sus funciones se distinguen varios tipos de ARN:

ARN_m, mensajero. Lleva la información desde el ADN a los ribosomas donde se traducirá a proteínas.

ARN_t, transferencia o de transferencia. Lleva los aminoácidos a los ribosomas para producir la síntesis de proteínas siguiendo la información del ARN_m. Este ARN presenta una estructura tridimensional curiosa ya que aunque se trata de una única cadena, se repliega y forma doble hélice en algunos tramos por complementariedad de bases consigo misma (ver esquema).

ARN_r, ribosómico. Los ribosomas están constituidos en una gran proporción por ARN. (Los ribosomas son los orgánulos celulares encargados de la síntesis o fabricación de las proteínas).

NUCLEÓTIDOS CON FUNCIONES ESPECÍFICAS

Existe una serie de nucleótidos que no forman parte de los ácidos nucleicos, tales como:

ATP o Adenosín trifosfato. Su función es energética. Son “pilas de energía” de las células. Encierran la energía en los enlaces que hay entre los átomos de fósforo: al romperse el enlace se libera la energía que es utilizada para realizar reacciones químicas. El ATP pasa a ADP por pérdida de una molécula de ácido fosfórico; y el ADP se transforma en AMP por pérdida de un segundo á. fosfórico. El AMP es “recargado” con fosfórico en las mitocondrias de las células eucarióticas.

NAD⁺; NADP⁺; FAD. Son moléculas que transportan electrones y protones de un lugar a otro.

Por ejemplo: el FAD es la forma oxidada.

$\text{FAD} + 2\text{e}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{FADH}_2$ (forma reducida); cuando esta molécula cede los electrones y los protones se libera energía. A este transporte se le denomina poder reductor, y la energía liberada se emplea para la realización de reacciones químicas en el organismo (metabolismo).

Aunque anteriormente se dijo que las enzimas son proteínas, se debió añadir que muchas enzimas trabajan con la colaboración de otras moléculas. Precisamente el **NAD⁺, NADP⁺** y el **FAD** están unidos a enzimas y reciben el nombre de **coenzimas**.

[La mayor parte de las vitaminas también son coenzimas, de ahí la poca cantidad que se precisa de ellas pero la gran importancia que poseen para que el organismo funcione adecuadamente].