

Tema 4: Las moléculas de los seres vivos

Los constituyentes mayoritarios de las células

Toda la materia está compuesta de elementos químicos. De los más de 100 que existen, sólo unos pocos forman la mayor parte de la materia viva (H, O, C, N, P, S). Éstos constituyen el 99% del peso de los organismos vivos. Combinándolos se obtienen todos los compuestos orgánicos.

Cada elemento existe en unidades muy pequeñas: los **átomos**. Éstos son la unidad fundamental de los elementos. En cada átomo se distinguen 2 partes: un núcleo y una nube de electrones que lo rodea. El núcleo está compuesto a su vez por protones (p^+), de carga positiva, y neutrones (n^0), de carga neutra. Los electrones (e^-) de la nube, que tienen carga negativa, están en órbita girando alrededor del núcleo unidos por fuerzas de atracción.

En la primera capa puede haber 2 electrones, en la segunda 8. Cuando las capas electrónicas están completas se dice que el átomo está en la máxima estabilidad. Un átomo en estado neutro contiene el mismo número de protones y electrones. El número de protones que contiene un átomo es fijo y define a cada elemento. El número atómico es el número de protones, el peso atómico el número de protones más el de neutrones.

Los gases nobles son químicamente inertes y no reaccionan con los demás elementos. En el resto de elementos la capa más externa está incompleta, pero dado que todos los átomos tienden a la estabilidad, a completar su capa más externa, los átomos son capaces de:

- Ganar o perder electrones. Cuando ganan o pierden electrones se les llama iones.
- Interaccionar y quedar unidos formando moléculas. Esta unión es lo que se denomina **enlace químico**. Los electrones juegan un papel decisivo en los enlaces. Existen muchos tipos, pero el enlace más común en los seres vivos es el **enlace covalente** (aunque entre las bases de la doble cadena de ADN son enlaces de hidrógeno). Consiste en compartir pares electrónicos, y es muy fuerte.

Ejemplos de enlaces:

Agua (H_2O)

En algunas ocasiones es posible compartir más de un par: se habla de doble enlace. Ejemplo: molécula de oxígeno.

Incluso triples enlaces. Ej.: molécula de nitrógeno

Amoníaco (NH_3)

Las propiedades vienen determinadas por:

- El número de átomos
- El tipo de átomos
- La disposición de los átomos

Dos moléculas pueden contar con el mismo número de átomos, pero si éstos están dispuestos de maneras distintas, van a tener distintas propiedades químicas. Esta variación en los modelos de enlace de las moléculas es muy significativa en la química de la materia viva: el carbono es muy versátil y puede formar gran número de moléculas distintas.

Moléculas de los seres vivos

La molécula más abundante en los seres vivos es el agua (hasta el 70% del peso). La vida surgió en el agua y es un buen medio para las reacciones químicas. Agua y sales minerales son los componentes inorgánicos de la materia viva, el resto son moléculas orgánicas (basadas en el carbono).

Pequeñas moléculas orgánicas: monosacáridos, aminoácidos, ácidos grasos...

Macromoléculas: polisacáridos, proteínas, nucleótidos... Todas las macromoléculas son **polímeros** –están formadas por unidades más pequeñas y semejantes entre sí que se repiten: los *monómeros*–. Así, los monosacáridos son las unidades de los polisacáridos, los aminoácidos son las unidades de las proteínas... El ordenamiento de estas unidades se llama **secuencia**, y ésta puede variar dando lugar a diferentes polímeros. Las macromoléculas son la clave química de la vida.

Clasificación de las moléculas orgánicas

De acuerdo con su estructura física, su composición química y los grupos funcionales que contienen, se clasifican en:

• Glúcidos o hidratos de carbono	• Proteínas
• Lípidos	• Ácidos nucleicos

Glúcidos

Sufijo –osa. Función energética y estructural para las células. Se trata de compuestos orgánicos cuyas moléculas están compuestas por C, O, H; y su estructura química es homogénea. Todos tienen un *grupo alcohol*, y además, bien *grupos aldehído* (aldosas) bien *grupos cetona* (cetosas).

El número de átomos de C va de 3 a cientos de ellos. Los más sencillos son los azúcares simples o **monosacáridos**:

Hexosas:	Glucosa	
	Fructosa	C6H12O6
	Galactosa	
Pentosas:	Ribosa (forma los ácidos nucleicos)	C5H10O5
Triosas:	Gliceraldehído (importante en el metabolismo energético de las células)	C3H6O3

Disacáridos:

Sacarosa:	Fructosa+Glucosa
Lactosa:	Galactosa+Glucosa
Maltosa:	Glucosa+Glucosa

Polisacáridos: formados por largas cadenas de glucosa

- **Almidón:** muy insoluble, almacena reservas de glucosa. Propio de células vegetales.

- **Glucógeno:** muy parecido al almidón, pero las moléculas están mucho más ramificadas. Almacén reserva de glucosa en las células animales.
- **Celulosa:** en células vegetales. Aproximadamente 2000 unidades de glucosa poco ramificadas. La mayoría de los animales no la pueden digerir.

Lípidos o grasas

Se llama lípidos a un grupo bastante heterogéneo de moléculas compuestas por C, O, H. Su único rasgo común claro es el ser *hidrófobos* (poco solubles en agua), aunque sí se disuelven en disolventes orgánicos (éter, cloroformo, benceno...). Crean regiones de exclusión del agua: forman barreras que separan la célula del exterior, o crean compartimentos internos. Son componentes estructurales de la membrana, aunque también tienen una función energética. Es difícil clasificarlos, uno de los criterios más útiles se basa en su estructura: lípidos complejos y lípidos sencillos.

Lípidos complejos: tienen como componentes ácidos grasos+otra molécula. Los ácidos grasos están constituidos por una cadena hidrocarbonada con un *grupo carboxilo* terminal. Si hay algún doble enlace se dice que están *insaturados* o no saturados, si todo son enlaces simples entre carbonos se dice que están *saturados*.

Los ácidos grasos insaturados (propios de los vegetales), se funden a temperaturas bajas, por eso son líquidos a temperatura ambiente (aceites vegetales). Los ácidos saturados (propios de los animales), se funden a temperaturas más altas, por eso son sólidos a temperatura ambiente (mantecas). Hay 4 tipos:

- **Acilglicéridos:** ácido graso+glicerina. Función energética
- **Fosfoglicéridos:** ácido graso+fosfoglicerina. Función estructural de la membrana celular
- **Esfingoglicéridos:** ácido graso+esfingosina
- **Ceras:** ácido graso+un alcohol. Función de protección

Los acilglicéridos contienen 1, 2 ó 3 moléculas de ácido graso, que se unen a la glicerina. Los **triglicéridos** (acilglicéridos con 3 moléculas de ácido graso) es lo que se conoce vulgarmente como *grasa*. Ésta forma depósitos energéticos, concentrados en las *células adiposas* de los animales. Las grasas constituyen una importante reserva de alimento.

Lípidos sencillos: no contienen ácidos grasos y son mucho menos abundantes. Destacan los **esteroides**: presentes en animales y vegetales. Se los clasifica como lípidos por ser hidrófobos. Hay muchos tipos según los grupos funcionales:

- **Colesterol:** esteroide presente en la membrana celular, en el plasma... Aparece sólo en animales, no tiene valor energético, pero sí estructural. Su acumulación puede reducir la flexibilidad de los vasos sanguíneos.

También hay esteroides que son **vitaminas, hormonas sexuales...**

Proteínas

Son las moléculas orgánicas más abundantes en las células. Fundamentales para la estructura y la función. Todas las funciones del ser vivo dependen en gran medida de las proteínas. Especializadas en funciones diferentes y específicas de cada organismo. A pesar de la enorme diversidad, coinciden en muchos aspectos de su composición química. Las proteínas son polímeros cuyos monómeros que se repiten son los aminoácidos.

Los aminoácidos están formados por C, O, H, N y, a veces, S, Fe, Cu o P. Aparecen *grupos aminos* ($-NH_2$) y *grupos ácido* ($-COOH$).

El carbono está unido a un grupo carboxílico ($-\text{COOH}$), que es ácido (tiene tendencia a ceder protones), y a un grupo amina ($-\text{NH}_2$), que es básico (tiene tendencia a captar los protones que se desprenden del grupo carboxílico). R es un radical, una cadena más o menos larga de carbonos que va a caracterizar a cada aminoácido. Hay 20 aminoácidos proteicos que difieren en R. En la naturaleza existen otros muchos no proteicos con funciones variadas.

R = H ! Glicina

R = CH_3 ! Alanina

Con estos 20 aminoácidos se construyen los miles de proteínas. El grupo carboxilo de un aminoácido se une al grupo amina del otro y se desprende una molécula de agua. CONH , *enlace peptídico*. Cientos de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos forman una proteína.

- Oligopéptido: cadena de menos de 10 aminoácidos.
- Polipéptido: cadena de entre 10 y 100 aminoácidos.
- Proteína: cadena de más de 100 aminoácidos.

Las cadenas tienen forma helicoidal. El armazón de la espiral de las cadenas es $...-\text{N}-\text{C}-\text{C}-\text{N}-\text{C}-\text{C}-...$, cada grupo $\text{N}-\text{C}-\text{C}$ corresponde a un aminoácido.

Una proteína va a depender del orden, de la cantidad de aminoácidos y de la disposición tridimensional. Los cambios en estas condiciones se conocen como **desnaturalización** de la proteína. Estos cambios pueden producir la inactivación funcional de la proteína. Pueden ser de tipo físico o de tipo químico: temperatura, pH... La desnaturalización es un proceso reversible cuando el cambio es leve y de poca duración, si es largo e intenso es irreversible.

Las proteínas se diferencian de los otros compuestos orgánicos (glúcidos, lípidos, ácidos nucleicos) por sus casi infinitas variaciones estructurales: no hay dos organismos con todas las proteínas iguales. Las proteínas de un organismo son específicas del mismo, las proteínas de otros son consideradas objetos extraños.

Tienen también una función energética, pero muy específica. Sus funciones son muy diversas, y según éstas se clasifican en proteínas:

- **estructurales**: misión de mantener la forma y la rigidez o flexibilidad de tejidos, células, orgánulos, etc. Ejemplos: colágeno, queratina.
- **de reserva**: almacenan aminoácidos en espera de que sean necesitados por la célula para sintetizar nuevas proteínas. Los aminoácidos son liberados por un proceso de hidrólisis.
- **activas**: múltiples funciones. Tienen en común que para desempeñar su función relacionándose con otras sustancias llamadas **ligandos**. Hay una subdivisión en:
 - **contráctiles**: cambio de conformación que afecta a la movilidad de la célula. Ej.: actina y miosina.
 - **transportadoras**: se unen a un ligando y lo trasladan a otro lugar del organismo. Ej.: hemoglobina y mioglobina.
 - **de defensa** (inmunoglobulinas): se unen a sustancias nocivas para inactivarlas.
 - **reguladoras**: como consecuencia de su interacción con un ligando ponen en funcionamiento un proceso. Ej.: receptores hormonales.
- **enzimas** (biocatalizadores): acelerar las reacciones en los organismos. (Ver tema 5).

Ácidos nucleicos

Como su nombre indica son ácidos que están en el núcleo celular. Son macromoléculas, polímeros cuyos monómeros son los *nucleótidos*. El nucleótido está formado por un azúcar + ácido fosfórico (fosfato) + una

base nitrogenada.

- Azúcar (pentosas):

–Ribosa

–Desoxirribosa (como la ribosa pero con un oxígeno menos)

- Ácido fosfórico (fosfato): H_3PO_4
- Base nitrogenada:

Purinas o bases púricas	Adenina (A) Guanina (G)
Pirimidinas o bases pirimídicas	Citosina (C) Timina (T) –en el ADN– Uracilo (U) –en el ARN, en lugar de la Timina–

Estos nucleótidos actúan como bloques en la edificación de los ácidos nucleicos. Se denominan según el número de fosfatos. Conviene recordar, por su importancia, el adenosín trifosfato (ATP).

Un nucleótido puede tener 1, 2 ó 3 fosfatos. En los enlaces se acumula gran cantidad de energía.

1 fosfato ! adenosín monofosfato (AMP)

2 fosfatos ! adenosín difosfato (ADP)

3 fosfatos ! adenosín trifosfato (ATP)

ATP: contiene mucha energía en sus enlaces e interviene en las reacciones metabólicas de producción de energía. Es el gran acumulador / dador de energía. Los nucleótidos, sobre todo el ATP, tienen importancia en la administración de la energía.

Los ácidos nucleicos son largas cadenas de nucleótidos enlazados por los fosfatos. Las bases nitrogenadas se sitúan lateralmente unidas a los azúcares.

- **Ácido desoxirribonucleico (ADN, DNA):** lleva siempre la desoxirribosa y es un componente fundamental del núcleo de la célula –forma parte de los cromosomas–. También existe en pequeñas cantidades en el citoplasma (en mitocondrias y cloroplastos).
- **Ácido ribonucleico (ARN, RNA):** lleva siempre la ribosa y es abundante en el citoplasma, aunque también se presenta en el núcleo (en el nucleolo, donde se sintetiza). Está en el citoplasma porque allí se realiza la síntesis de proteínas, en la que interviene.

El ADN son largas cadenas de nucleótidos que adoptan estructura de doble hélice. Contienen la información de los caracteres hereditarios. En el ARN la hélice es simple –no doble–. El ARN envía las órdenes a los orgánulos, para que se sintetizen las proteínas necesarias.

Se puede decir que los ácidos nucleicos contienen el programa de la vida.

DIFERENCIAS ADN / ARN		
	ADN	ARN
Localización	Principalmente en el núcleo, también en	Núcleo y citoplasma

	mitocóndrias y cloroplastos	
Bases púricas	Adenina	Adenina
	Guanina	Guanina
Bases pirimídicas	Citosina	Citosina
	Timina	Uracilo
Pentosa	Desoxirribosa	Ribosa
Papel en la célula	Información genética	Síntesis de proteínas
Enzima hidrolítica	Dexosirribonucleasa	Ribonucleasa

El ADN es la base de la vida. Contiene la información genética. Esta información es copiada o transcrita en las moléculas de ARN (proceso de **transcripción**). La secuencia de nucleótidos del ARN lleva un código para secuencias específicas de aminoácidos; por eso, hay que traducir dicha secuencia de nucleótidos en una secuencia de aminoácidos (proceso de **traducción**).

Esto se considera el ***Dogma Central de la Biología Molecular***.

ADN

Composición de las bases del ADN

Toda la información genética se encuentra reunida ahí. En 1949 Chargaff observó que existían regularidades en el contenido de las bases: en todos los casos la cantidad de Adenina=Timina y Guanina=Citosina. El número total de purinas era igual al de pirimidinas. Observó que la relación AT/GC variaba según la especie. Pero no avanzó más que esto.

En 1953 Watson y Crick propusieron un modelo que iba a explicar las regularidades detectadas por Chargaff. Propusieron una estructura del ADN de modo que este se compone por 2 cadenas de nucleótidos enrollados en espiral. Cada molécula de desoxirribosa lleva una base púrica o una base pirimídica. Son las bases nitrogenadas las que unen ambas cadenas. Van unidas A-T y C-G de manera constante. Por tanto la secuencia de bases de una cadena va a determinar la secuencia de la otra. Watson y Crick sugirieron que según sea esta secuencia de nucleótidos, el ADN contendrá una información u otra.

Características del ADN

Es el portador del carácter genético. Para pasar de una generación celular a otra, el ADN se duplica y forma 2 dobles hélices. **Replicación del ADN:**

Las 2 cadenas se separan de manera que cada una va a actuar de molde para formar la cadena complementaria. Esta duplicación del ADN es lo que explica la herencia de los caracteres, que se mantienen constantes en las replicaciones.

Propiedades funcionales del ADN

- Proporciona a la células las **instrucciones sobre la manera de sintetizar las proteínas**. Quien controla las proteínas lo controla todo.
- Propiedad de **autoduplicarse**. La reproducción del ADN es el origen de toda reproducción.
- El ADN **puede sufrir mutaciones**, alteraciones en la composición de bases nitrogenadas. Cuando esto ocurre el carácter estructural y funcional de la célula cambia.

ARN

Hay 3 clases principales:

- **ARNm (mensajero):** lleva la información genética sobre la secuencia de aminoácidos, es decir, lleva la información para sintetizar proteínas del núcleo al citoplasma.
- **ARNt (transferente):** identifica los aminoácidos que indica el ARNm y los lleva hasta los ribosomas. Los ribosomas son los orgánulos soporte para la síntesis de polipéptidos.
- **ARNr (ribosómico):** constituye más del 50% de la masa de los ribosomas. Proporciona el soporte para que se produzca la síntesis.

7

ÁTOMO

Núcleo

protones (p^+)

neutrones (n^0)

Nube de electrones

electrones (e^-)

H

Fórmula estructural:

H-O-H

O

H

Fórmula estructural:

O=O

Fórmula estructural:

N"N

H

H

N

H

OH

C

C=O

C

O

H

Grupo alcohol

Grupo cetona

Grupo aldehído

O

C

OH

Grupo carboxilo

O

H

H

Ø

N

C

C

OH

H

R

Fosfato

Pentosa

Fosfato

Pentosa

Base nitrogenada

Base nitrogenada

ADN

ARN

Proteína

Transcripción

Traducción

-