



### Evaluación formativa

Es la capacidad de los seres vivos de mantener equilibradas sus condiciones internas

- a) Homeostasis
- b) Adaptación
- c) Evolución
- d) Irritabilidad

- **Adaptación.** Para que los seres vivos llegaran a la etapa actual de su evolución tuvieron que sufrir una serie de transformaciones a través de millones de años, adecuándose a las condiciones cambiantes de su medio. Esa capacidad de adecuación al medio que los seres vivos realizan gracias al acervo genético heredado de sus ancestros, es lo que se llama **adaptación**. Los grupos que presentaron los rasgos que los convertían en *mejores adaptados al medio* fueron los favorecidos por la naturaleza, sobreviviendo a las condiciones cambiantes de ese medio, y al reproducirse transmitieron los rasgos de mejor adaptación al ambiente a sus descendientes; esta serie de cambios que se ha presentado en los seres vivos a través del tiempo es lo que ha propiciado su *proceso evolutivo*.
- **Irritabilidad.** Es la capacidad de los seres vivos de responder ante los estímulos del medio. Los seres vivos manifiestan cierta reacción ante diversos estímulos que reciben de su ambiente, como el contacto con sustancias químicas, el cambio de intensidad de la luz o calor. Por ejemplo: al observar con el microscopio la gota de agua del charco notamos que los microorganismos, como el paramecio, que es común en este tipo de preparaciones, trata de huir de la luz que le llega de la fuente de iluminación; lo mismo pasa si incorporamos al medio de estos microorganismos un grano de sal, también responden alejándose de esta sustancia. ¿Qué le sucede al perro o al gato cuando olfatea la comida? Empieza a producir saliva y a realizar toda una serie de acciones para aproximarse al sitio donde se encuentra el alimento. De estos ejemplos, la luz, la sal y el alimento son estímulos que van a provocar en los seres vivos ciertas respuestas, propiedad denominada **irritabilidad**.

## 1.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS SERES VIVOS

Los seres vivos, al igual que los cuerpos u objetos que nos rodean, están formados por materia que a su vez está compuesta de elementos químicos, es decir, sustancias simples que sólo contienen una clase de materia y que, por lo mismo, no pueden descomponerse en otras. La unidad más pequeña del elemento es el átomo. Dos o más átomos se unen mediante enlaces químicos y forman una molécula, ésta es la partícula más pequeña a la que puede reducirse un compuesto sin que se alteren sus propiedades.

Los elementos que forman la materia del ser vivo, llamados bioelementos o elementos biogénicos, se encuentran organizados en un complejo sistema de sustancias con ciertas propiedades físicas y químicas que le dan la condición viviente a las células.

### Bioelementos primarios y secundarios

**Bioelementos primarios.** De los elementos naturales que se conocen, seis participan en mayor proporción —cerca del 99%— en la composición de la materia que constituye

a la célula. Reciben el nombre de **bioelementos primarios** y son azufre (S), fósforo (P), oxígeno (O), nitrógeno (N), carbono (C) e hidrógeno (H), (SPONCH).

**Bioelementos secundarios.** También participan en la composición de la materia celular, sólo que en menor proporción, pero no se puede prescindir de ellos, ya que su carencia puede provocar serios trastornos al funcionamiento de la célula. Entre los bioelementos secundarios se encuentran el sodio (Na), magnesio (Mg), calcio (Ca), potasio (K) y cloro (Cl).

Otros bioelementos secundarios conocidos como **variables**, por ejemplo, el plomo (Pb), bromo (Br), vanadio (V), zinc (Zn) y titanio (Ti), pueden no estar presentes en algunas células.

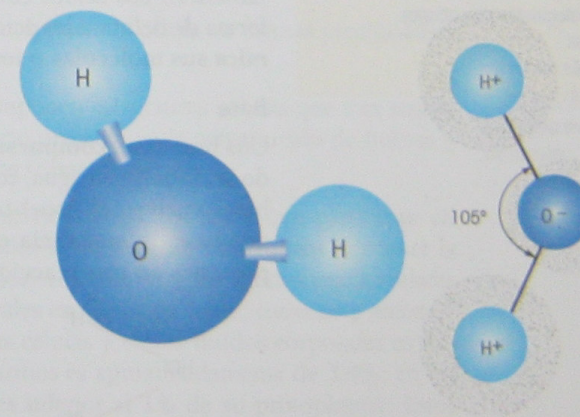
### Moléculas inorgánicas de interés biológico

Las moléculas inorgánicas son sencillas, aunque algunas de ellas contienen carbono como el bióxido de carbono incluido entre los inorgánicos, por lo general se caracterizan porque no contienen carbono en sus moléculas.

Entre los compuestos inorgánicos de importancia biológica se encuentran el agua, el bióxido de carbono y las sales minerales.

### Agua

La molécula del agua está compuesta por un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno; el oxígeno comparte un par de electrones con cada hidrógeno por enlace covalente. Por su mayor electronegatividad, el núcleo del oxígeno tiende a atraer los electrones del hidrógeno, dejando descubierto su núcleo, lo cual da lugar a que **cada uno de los átomos de hidrógeno posea una carga local parcial positiva y el átomo de oxígeno tenga una carga local parcial negativa**; es decir, las cargas negativas se distribuyen en el lado del oxígeno de la molécula y las positivas hacia el lado de los hidrógenos, funcionando como los polos de un imán. Como consecuencia de esa naturaleza bipolar de la molécula, se establece una atracción electrostática entre la carga parcial negativa del oxígeno de una molécula y la carga parcial positiva de un átomo de hidrógeno de otra, redistribuyéndose las cargas eléctricas en las dos moléculas; a esa unión electrostática se le llama **enlace por puente de hidrógeno**. Por lo anterior, la fuerza de atracción entre el polo negativo de una molécula de agua y el polo positivo de otra, es responsable de la alta cohesión que existe en el agua, al mismo tiempo que le confiere una elevada capacidad ionizante o disociante.



**Figura 1.8**  
Esquema de una molécula de agua que muestra su polaridad.



El agua es el compuesto inorgánico más abundante de la materia viva, participa en su composición con 70 a 90%. Sin ella sería imposible el funcionamiento y la existencia de la vida tal como se conoce. Es un solvente universal, es decir, disuelve muchas sustancias que la célula incorpora a su citoplasma o desecha de él, de esta forma participa en la mayoría de las reacciones químicas celulares, como la respiración, la nutrición, la excreción y otras. Por su alta capacidad de calentamiento contribuye a regular la temperatura del medio interno y externo de los organismos, participando en los procesos de estabilización de la temperatura interna del ser vivo y en la termorregulación del clima donde se desarrolla; a través de los fenómenos de evaporación, condensación y precipitación, el agua describe los llamados ciclos hidrológicos en la naturaleza.

### Una ventana al conocimiento

Se calcula que el agua cubre más de tres cuartas partes de la superficie terrestre, razón por la cual la fotografía de nuestro planeta tomada desde el espacio exterior se ve de color azul. El agua tiene una alta capacidad de calentamiento, lo cual le permite almacenar mucha energía calorífica y que su cambio de temperatura sea lento: durante el día recibe gran cantidad de energía del Sol y durante la noche la pierde lentamente, a diferencia de las variaciones de temperatura del medio terrestre que son más drásticas. Estas propiedades térmicas hacen del agua un poderoso termorregulador del ambiente, ya que en forma de vapor se incorpora a la atmósfera, regulando la temperatura del medio terrestre. Además, una de las teorías sobre el origen de la vida afirma que en el medio acuático se formaron los sistemas polimoleculares, a partir de los cuales evolucionaron las primeras células hace aproximadamente 3 500 millones de años.

### Evaluación formativa

Es el componente inorgánico más abundante en la materia viva ( )

- a) Bioelementos variables
- b) Bioelementos secundarios
- c) Agua
- d) Sales minerales

### Ácidos, bases y sales inorgánicas

#### Ácido

Un ácido inorgánico es un compuesto que libera iones de hidrógeno cuando se disuelve en agua ( $H^+$ ) con uno o más iones negativos (aniones). Los ácidos convierten el papel tornasol azul a rojo. Otra forma de definir a los ácidos es: **sustancia que en una reacción química sus moléculas o iones pueden donar protones.**

#### Base

Una base es un compuesto que libera iones hidróxido ( $OH^-$ ) cuando se disuelve en agua, con uno o más iones positivos (cationes). Las bases vuelven el papel tornasol rojo a azul. Otra forma de definir una base es: **sustancia cuyas moléculas o iones pueden aceptar protones en una reacción química.**

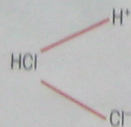


Figura 1.9 Una molécula de ácido clorhídrico está formada por un catión de hidrógeno y un anión de cloro.

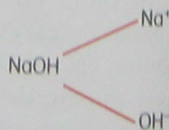


Figura 1.10 El hidróxido de sodio (una base) se disocia en cationes de sodio y aniones de hidróxido.

### pH

Para especificar el grado de **acidez o alcalinidad** de un fluido, la **concentración de iones de hidrógeno** se mide con una **escala de unidades en pH (potencial de hidrógeno)**. El agua pura a 25 °C es **neutral**, es decir, no es alcalina ni ácida, **tiene un pH de 7**, la misma proporción de iones  $H^+$  que  $OH^-$ . Las soluciones alcalinas o básicas tienen un rango de **pH de 7 a 14**, y un menor número de iones  $H^+$  que el agua. Las soluciones ácidas tienen valores de **pH inferiores a 7** y producen más iones  $H^+$  que los presentes en el agua. Una solución con un pH de 5 tiene una concentración de iones de hidrógeno 10 veces mayor que una solución de pH 6 y, por tanto, es 10 veces más ácida.

Las células son muy sensibles a los cambios de pH del fluido extracelular (fuera de ellas), y cuando dichos cambios son considerables resultan de graves consecuencias para la propia célula. Cuando se mezclan un ácido y una base, los iones de hidrógeno ( $H^+$ ) del ácido se unen a los iones hidróxido ( $OH^-$ ) de la base, formando una molécula de agua. **Los iones negativos (aniones) del ácido se combinan con los iones positivos (cationes) de la base para formar una sal.** Por ejemplo, el ácido clorhídrico (HCl) reacciona con el hidróxido de sodio (NaOH) para formar agua y cloruro de sodio (NaCl), que es la sal común.

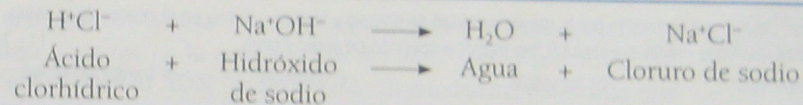


Figura 1.11 Ejemplo de reacción entre un ácido y una base.

### Sal

La sal es el **compuesto en el que el átomo de hidrógeno de un ácido es sustituido por otro catión**; puede disociarse en iones positivos y negativos que en ningún caso serán  $H^+$  o  $H^-$ , por ejemplo:

Las sales se encuentran en la materia que compone a la célula en formas precipitadas, disueltas o unidas a moléculas orgánicas.

- **Las sales minerales precipitadas.** Componen estructuras sólidas que dan sostén o protección, como el carbonato de calcio presente en la constitución de huesos y dientes, y en las conchas de los moluscos (caracol, ostra).
- **Las sales minerales disueltas.** Al disolverse la sal, los iones que participan en su composición se separan, estas partículas se denominan **electrolitos** por tener la capacidad de conducir corriente eléctrica. Las células y los fluidos extracelulares contienen gran variedad de sales minerales en forma de iones: cationes y aniones. Aunque la concentración de sales en las células y en los fluidos corporales es mínima, en la mayoría de los animales marinos es aproximadamente de 3.4%; en los vertebrados de agua dulce y terrestre es inferior al 1% de su protoplasma. Estos compuestos inorgánicos son totalmente imprescindibles y de gran importancia para el funcionamiento normal de la célula. Los iones están en proporciones diferentes en el interior de la célula, por ejemplo, el potasio y el fósforo se encuentran en mayor concentración en el interior de la célula, mientras que el sodio y el cloro son

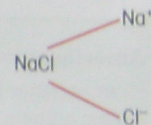


Figura 1.12 Iones que forman la sal común.



más abundantes en el medio extracelular, lo cual facilita la función osmótica de la membrana citoplasmática. Entre las funciones de las sales en el organismo, tenemos que el impulso nervioso sólo actúa normalmente con cierta concentración de sodio y potasio en los fluidos corporales; además, para la contracción normal de los músculos se requiere de ciertas proporciones de calcio, potasio y sodio.

Los iones más abundantes son:

**Cationes:** sodio (Na<sup>+</sup>), potasio (K<sup>+</sup>), calcio (Ca<sup>+2</sup>), magnesio (Mg<sup>+2</sup>).

**Aniones:** cloruro (Cl<sup>-</sup>), bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), fosfatos (HPO<sub>4</sub><sup>-2</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

• **Minerales unidos a moléculas orgánicas.** Los iones también pueden unirse a moléculas orgánicas, por ejemplo, el fosfato participa en la estructura de los nucleótidos, también se une a proteínas (fosfoproteínas) a lípidos (fosfolípidos). Muchas enzimas sólo realizan su función catalítica con la participación de cofactores, como iones de fosfato, magnesio, manganeso, cobalto y otros.

### Evaluación formativa

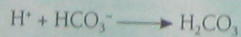
Proceso celular que se facilita por la mayor cantidad de potasio y fósforo que hay en el interior de la célula, mientras que en el medio extracelular hay mayor proporción de sodio y cloro ( )

- a) Plasmólisis      b) Turgencia      c) Ósmosis      d) Transporte activo

## Una ventana al conocimiento

### Amortiguadores

Es importante para la salud de los seres vivos mantener el pH dentro de los límites requeridos. En la sangre del ser humano el límite normal es cerca de 7.4, es decir, ligeramente alcalino. El organismo tiene sus propios mecanismos para mantener el pH en condiciones normales, uno de ellos es a través de sustancias químicas o sus combinaciones llamadas amortiguadores. Un amortiguador, **buffer** o solución tampón, como también se le conoce, mantiene constante el pH, aunque se agregue un ácido o una base a la sangre, al absorber el exceso de iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) o iones hidróxido (OH<sup>-</sup>). Por ejemplo, cuando se incrementan iones hidrógeno en la sangre (baja su pH), los iones bicarbonato de la sangre (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) se combinan con los H<sup>+</sup> y forman ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>):



En cambio, si se agregan iones OH<sup>-</sup> (sube el pH), el ácido carbónico libera H<sup>+</sup> y se forman iones bicarbonato y agua:



### Biomoléculas orgánicas

Los compuestos orgánicos se caracterizan por contener carbono en sus moléculas, unido a otros elementos como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre o fósforo.

### Carbohidratos

Los carbohidratos, hidratos de carbono o azúcares están compuestos de carbono, hidrógeno y oxígeno, en la proporción de dos átomos de hidrógeno por uno de oxígeno; su fórmula general es C<sub>n</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub>. Estos compuestos son producidos por los vegetales durante la fotosíntesis y representan una importante fuente de energía para los seres vivos al formar parte de su alimentación. Los carbohidratos se clasifican en monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos.

**Los monosacáridos** (del griego *mono*: uno, y *sákharon*: azúcar) son los azúcares formados por una sola unidad de carbohidrato, que participan en la formación de carbohidratos más complejos. Los monosacáridos más conocidos por su importancia son los que contienen cinco o seis átomos de carbono, llamados pentosas y hexosas, respectivamente; casi todos sus carbonos tienen un grupo funcional hidroxilo (-OH) y un radical hidrógeno (-H), son ejemplo de hexosas la glucosa y la fructosa.

Los monosacáridos también pueden adoptar la estructura cíclica.

Las pentosas que más se conocen son la ribosa y la desoxirribosa, la primera participa en la composición del ARN (ácido ribonucleico), y la segunda en el ADN (ácido desoxirribonucleico), moléculas que transmiten la información genética.

La hexosa más importante es la glucosa, principal fuente de energía de los seres vivos.

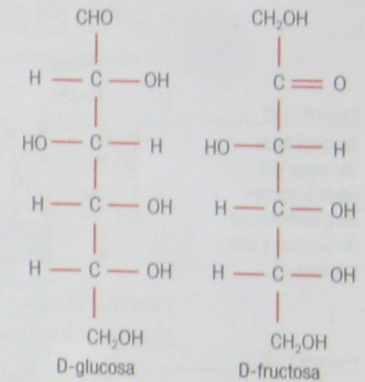


Figura 1.13

Cadena lineal del monosacárido glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) y de la fructosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>).

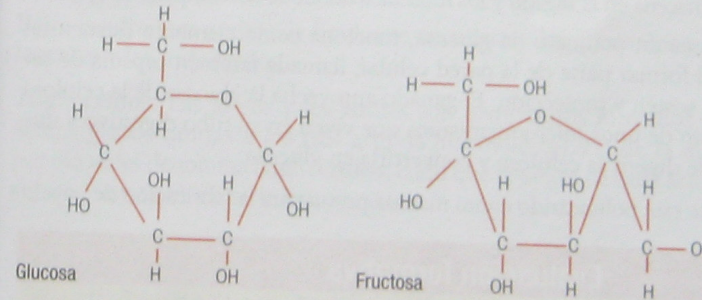


Figura 1.14

Estructura cíclica de la glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) y la fructosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>).

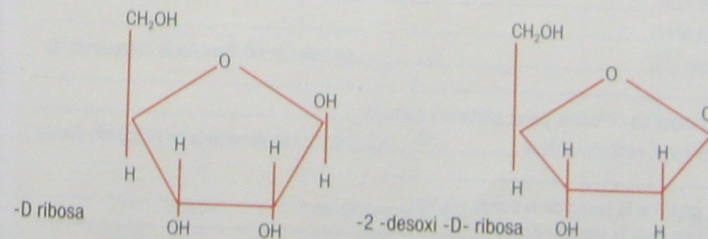


Figura 1.15

Ribosa y desoxirribosa.



Los **oligosacáridos** (del griego *oligos*: pocos) más conocidos son los disacáridos, especialmente la sacarosa o azúcar de mesa, maltosa o azúcar de la malta y lactosa o azúcar de la leche. Se llaman disacáridos porque están constituidos por dos moléculas de sacáridos unidos por un enlace glucosídico. La sacarosa está formada por glucosa y fructosa. La maltosa por dos moléculas de glucosa y la lactosa por una de galactosa y una glucosa.

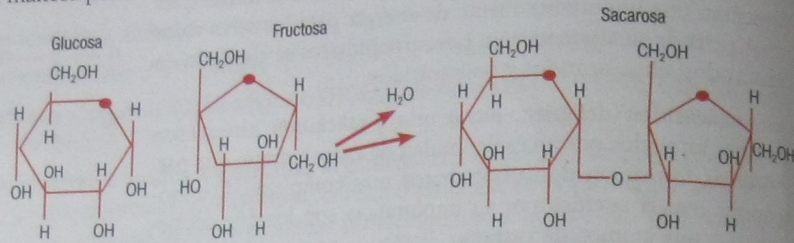


Figura 1.16

Síntesis de la sacarosa por deshidratación de una molécula de glucosa y una fructosa.

Para que la sacarosa pueda ser aprovechada por la célula primero debe descomponerse en glucosa y fructosa agregándole una molécula de agua, proceso denominado **hidrólisis**:



Figura 1.17

Hidrólisis de la sacarosa.

Los **polisacáridos** son macromoléculas formadas por muchos monosacáridos, son ejemplos de ellos:

El **almidón**, formado por largas cadenas de glucosa, al hidrolizarse se convierte en una importante fuente de glucosa aprovechable en la nutrición; el almidón se almacena en muchos vegetales –como papa, plátano, camote– y cereales.

El **glucógeno**, llamado a veces almidón animal, también está formado por numerosas moléculas de glucosa; se almacena en el hígado y los músculos donde se descompone en glucosa.

La **celulosa** también es un polímero de glucosa, funciona como elemento estructural en la célula vegetal al formar parte de la pared celular, llamada también cápsula de secreción, brindándole sostén y protección. El ganado aprovecha la glucosa de la celulosa por medio de la acción de unos microorganismos que viven en su tubo digestivo y que tienen la capacidad de digerir la celulosa y convertirla en glucosa.

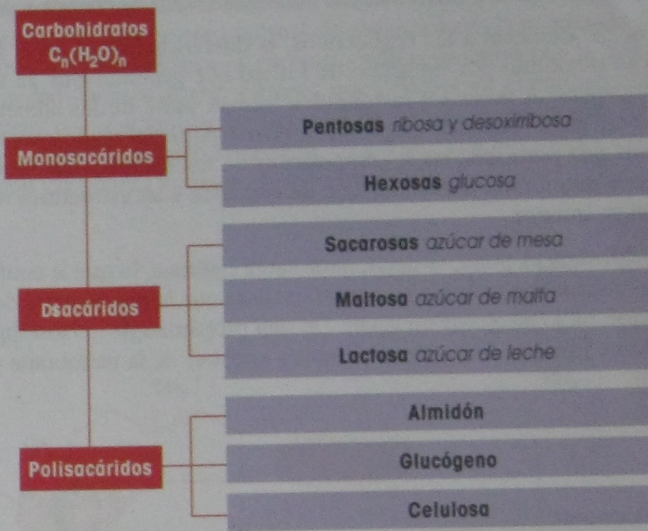
También es importante este polisacárido como materia prima para la fabricación de papel.

### Evaluación formativa

- Pentosa componente del ADN \_\_\_\_\_
- Pentosa componente del ARN \_\_\_\_\_
- La lactosa es el azúcar de \_\_\_\_\_, se trata de un disacárido compuesto de \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_
- Polisacárido que se almacena en cereales, papa, plátano y camote: \_\_\_\_\_
- Polisacárido identificado como almidón animal \_\_\_\_\_; se almacena en el hígado donde se descompone en \_\_\_\_\_
- Polisacárido que forma parte de la pared de la célula vegetal; \_\_\_\_\_ y sirve como materia prima para la fabricación de \_\_\_\_\_

## Lípidos

Los lípidos forman un grupo de compuestos orgánicos cuyas moléculas presentan múltiples características en cuanto a tamaño, forma y composición, se distinguen más por su propiedad común de ser solubles en solventes orgánicos como el cloroformo, la gasolina, el alcohol, el éter y el benceno. Por su importancia biológica destacan sus funciones como moléculas estructurales de las células, fundamentalmente como componentes de los sistemas membranosos y sirven como medio de reserva energética.



Entre los diversos grupos de lípidos se encuentran las grasas, los aceites, los esteroides, las ceras y los fosfolípidos.

**Triglicéridos.** Las grasas y los aceites son compuestos formados por tres cadenas de ácidos grasos unidas a los tres grupos hidroxilo (–OH) de la molécula de glicerol, por eso se les denomina **triglicéridos**; dado que la unión de cada ácido al hidroxilo es por enlace éster, también se le llama triéster.

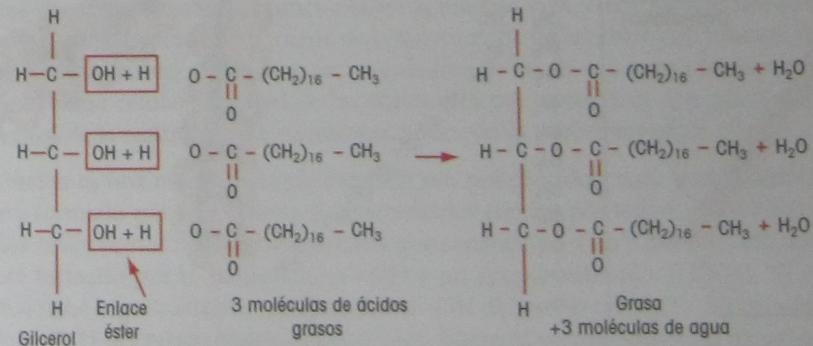


Figura 1.18

Síntesis de un triglicérido por la unión de tres ácidos grasos a una molécula de glicerol (enlace éster), por deshidratación.



Los ácidos grasos y las grasas que forman suelen clasificarse por su nivel de saturación. Así, es decir, por la cantidad de hidrógenos presentes en sus largas cadenas de carbono. Así, cuando están formados por enlaces sencillos carbono-carbono, poseen el mayor número de hidrógeno en sus moléculas y se les llama **grasas saturadas**, como la grasa animal. En cambio, cuando presentan dobles enlaces entre pares de carbonos lo cual reduce el número de enlaces laterales de hidrógeno, se les denomina **grasas insaturadas**, como el aceite vegetal.

Los triglicéridos funcionan como medio de almacenamiento de energía en el organismo.

**Fosfolípidos.** Se asemejan a los triglicéridos, la diferencia es que en el fosfolípido el tercer ácido es sustituido por un grupo de fosfato que generalmente va unido a otras moléculas orgánicas. A veces los fosfolípidos forman parte de los alimentos como la lecitina, presente en la yema del huevo, otros forman parte del tejido nervioso, pero son más conocidos por participar en la composición de los sistemas membranosos de las células, como la membrana plasmática que las envuelve y las estructuras membranosas localizadas en su interior.

El extremo del fosfato es polar, es decir, tiene carga eléctrica, lo que le confiere la característica de ser hidrofílico (soluble en agua); en tanto que la mayor parte de la molécula es apolar, hidrofóbica (insoluble en agua). De esta propiedad de los fosfolípidos depende la estructura y función de las capas polares y apolares de la membrana plasmática.

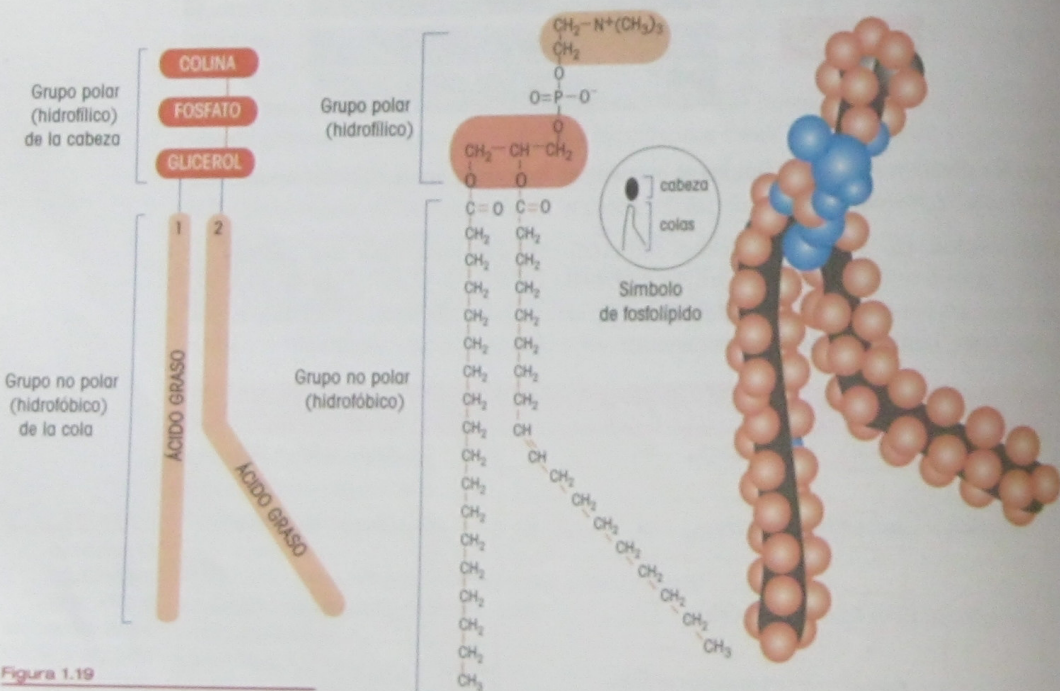
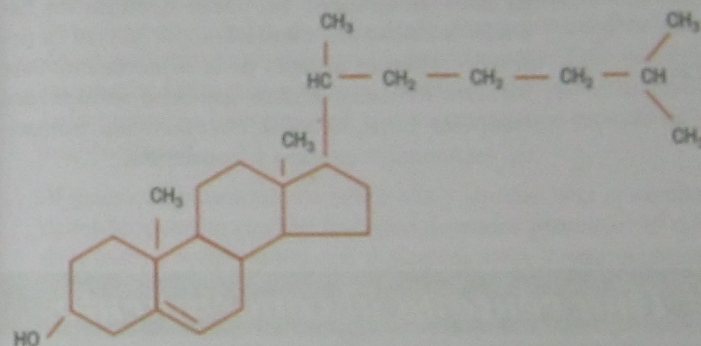


Figura 1.19  
Fosfolípido.

**Esteroides.** Son estructuralmente diferentes a los triglicéridos y a los fosfolípidos, pero por ser insolubles en agua se incluyen en la clasificación de los lípidos. Están formados por cuatro anillos de carbono entrelazados, de los cuales tres tienen seis carbonos (ciclo hexano) y el cuarto, cinco (ciclo pentano).

Tienen funciones diferentes, algunos son hormonas como el estrógeno, la progesterona y la corticosterona, pero quizá el esteroide que más se conoce es el colesterol, que participa en la composición de la membrana celular del tejido animal. Por la acción de las radiaciones ultravioleta del Sol, el colesterol puede convertirse en vitamina D necesaria para el desarrollo y mantenimiento normal del sistema óseo. Pero además de reconocer su acción estructural y fisiológica es necesario aclarar la causa por la que se le asocia con la enfermedad llamada arteriosclerosis, que consiste en el endurecimiento de los vasos sanguíneos por la acumulación del colesterol en su pared interna, lo que reduce su diámetro y aumenta la presión sanguínea. De allí que muchos productos actualmente se anuncien con cantidades mínimas de colesterol.



**Evaluación formativa**

Grupo de lípidos que funciona como medio de almacenamiento de energía en células animales ( )

a) Triglicéridos      b) Fosfolípidos  
c) Hormonas        d) Colesterol

Figura 1.20  
Colesterol.

**Proteínas**

El término proteína, derivado del griego *proteios* que significa de primer orden o de primera línea, fue empleado por primera vez por el químico holandés Gerard Johannes Mulder (1802-1880) al reconocer la importancia biológica de este compuesto. Las proteínas desempeñan muchas funciones en la materia viva, entre las que destacan su función estructural como componente de la mayor parte de la célula y su función biocatalizadora como enzima, es decir, como reguladora de las diversas reacciones químicas del metabolismo celular; el papel de las enzimas es tan importante que prácticamente sería imposible la realización de ciertas reacciones sin la participación de ellas.

Una proteína es una macromolécula formada por polipéptidos, cada polipéptido es un polímero formado por una cadena de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. Por tanto, los aminoácidos son las subunidades que constituyen a las proteínas. Un aminoácido está formado por el grupo amino  $-NH$  y un grupo carboxilo  $-COOH$ . El enlace peptídico tiene lugar cuando se desprende un  $-OH$  del grupo carboxilo del primer aminoácido y un  $H$  del grupo amino del siguiente, liberándose una molécula de agua.



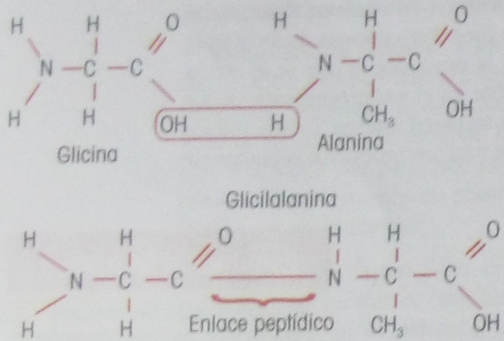
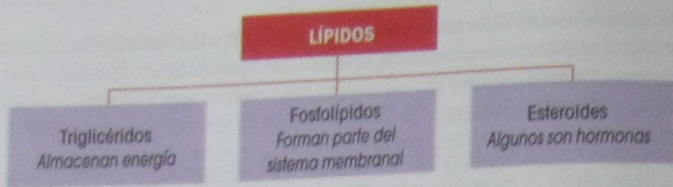


Figura 1.21  
Síntesis de un dipéptido.

**Aminoácidos esenciales.** En la composición de las proteínas participan 20 aminoácidos naturales, éstos abundan especialmente en los alimentos de origen animal como el huevo, la carne, el pescado, la leche y sus derivados. También son fuente de algunos aminoácidos la soja, el maíz, el frijol y el arroz. Aunque los alimentos no contengan los 20 aminoácidos, el organismo puede transformar un aminoácido en otro; sin embargo, no puede sintetizar los llamados aminoácidos **esenciales**, por lo cual es necesario recibirlos a través de la alimentación. Para los seres humanos adultos hay ocho aminoácidos esenciales: lisina, treonina, leucina, valina, isoleucina, metionina, triptófano y fenilalanina.

## Una ventana al conocimiento

Las principales fuentes de proteínas completas (las que contienen todos los aminoácidos para la nutrición humana) se encuentran en la carne, leche, huevo y pescado. Sin embargo, hay productos vegetales que son ricos en proteínas como la soja o soya y el maíz. El frijol es una importante fuente de isoleucina y lisina, en tanto que el arroz, aunque es deficiente en isoleucina y lisina contiene los demás aminoácidos esenciales. Por eso, al combinar arroz y frijol en la dieta, como tradicionalmente se hace en la cocina mexicana, resulta un importante suministro de proteínas al organismo.

### Niveles de organización de las proteínas

Por su configuración espacial las proteínas presentan cuatro niveles estructurales: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

- **Estructura primaria.** Es la forma lineal de los aminoácidos dentro de la proteína, una secuencia ordenada de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos. La insulina es una proteína formada por dos polipéptidos, cada uno de estructura primaria. Sin embargo, muy pocas proteínas se encuentran en la forma de su estructura primaria.

- **Estructura secundaria.** Se forma de las disposiciones espaciales que adoptan partes de una cadena polipeptídica. Esta estructura puede ser:

De hélice alfa ( $\alpha$ ), en forma de escalera de caracol, de un resorte estirado o una hélice. (Descubierta por Linus Pauling y colaboradores en 1951.) Esta configuración la adquiere la cadena polipeptídica cuando se enrolla en forma de espiral, determinada por los puentes de hidrógeno que la estabilizan. Cada puente de hidrógeno se forma entre el oxígeno del grupo carboxilo CO de un aminoácido y el hidrógeno del grupo amino NH de otro. La hélice alfa es un importante elemento estructural de algunas proteínas fibrosas, como las componentes de uñas, lana y pelo.

De tipo beta ( $\beta$ ), cuando la cadena polipeptídica adquiere la configuración de una lámina plegada. También se mantiene por puentes de hidrógeno entre las partes de una cadena que se ha enrollado sobre sí misma o entre cadenas diferentes. Tienen esta configuración la fibroína de la seda y la parte central de muchas proteínas globulares.

- **Estructura terciaria.** La adoptan algunas proteínas, es una conformación compleja, generalmente globular, que adquieren distintos tramos de la estructura secundaria de un polipéptido al replegarse sobre sí misma. Esta estructura se mantiene por puentes de hidrógeno y enlaces disulfuro. Son proteínas globulares las enzimas y los anticuerpos (proteína que reconoce antígenos específicos en la defensa contra enfermedades).

Algunas combinaciones de hélice alfa y láminas beta se compactan formando unidades funcionales estables llamadas **dominios proteicos**. El dominio es una región de la cadena polipeptídica que al plegarse sobre sí misma constituye la unidad compacta en la que se subdivide la estructura terciaria. Las proteínas globulares muy grandes suelen presentar varios dominios interconectados a través de fragmentos polipeptídicos de longitud variable. En ocasiones los diferentes dominios de una proteína realizan funciones distintas.

- **Estructura cuaternaria.** El nivel cuaternario se presenta cuando dos o más cadenas polipeptídicas interactúan formando una proteína gigantesca, como la hemoglobina encargada de transportar el oxígeno de la sangre, constituida por cuatro polipéptidos.

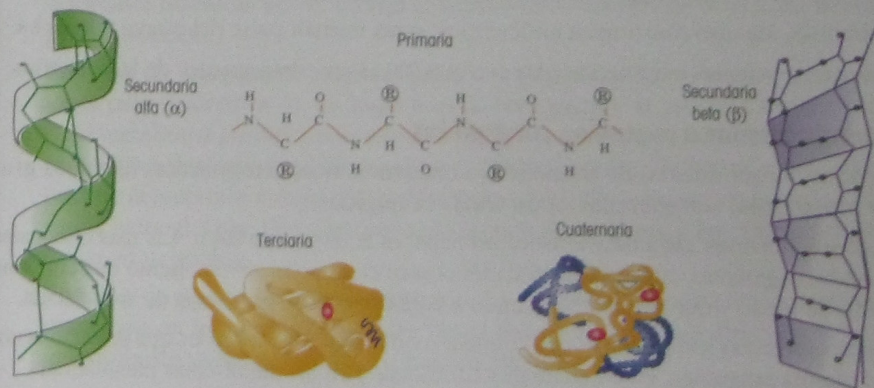


Figura 1.22  
Estructuras de las proteínas.

### Evaluación formativa

Forma en que el organismo obtiene los aminoácidos esenciales:



## Evaluación formativa

Estructura que adoptan partes de una cadena polipeptídica que puede ser de hélice alfa o de tipo beta ( )

a) Primaria

b) Secundaria

c) Terciaria

d) Cuaternaria

### Desnaturalización de las proteínas

La configuración tridimensional específica que adoptan las proteínas es de gran importancia para su funcionamiento. Agentes físicos y químicos, como el calor, el pH y otros, pueden originar que la cadena pierda su patrón característico de plegamiento al romperse los enlaces de hidrógeno que estabilizan su estructura tridimensional, lo cual la deformaría y haría perder su actividad biológica, a estos cambios se les llama *desnaturalización de las proteínas*.

### Clasificación de las proteínas

Las proteínas se dividen en dos grandes grupos:

- Holoproteínas o proteínas simples, compuestas únicamente por aminoácidos.
- Heteroproteínas o proteínas conjugadas, que además de aminoácidos contienen otra molécula no proteica llamada *grupo prostético*.

### Holoproteínas o proteínas simples como las siguientes:

#### a) Con estructura fibrosa

El colágeno, componente de los tejidos conjuntivo, cartilaginoso y óseo.

La elastina, que se encuentra en tendones y arterias.

Las queratinas, componentes de uñas, pelos, lana y plumas.

Las fibroínas, que forman los hilos de los gusanos de seda.

#### b) Con estructura globular

Gluteínas, presentes en granos de cereales como trigo, cebada y arroz.

Albúminas, se encuentran en la clara del huevo, en la leche, en el plasma sanguíneo.

Globulinas, algunas constituyen anticuerpos, otras forman parte del huevo y la leche.

Histonas, se encuentran relacionadas con el ADN al ser componentes de la cromatina.

### Heteroproteínas o proteínas conjugadas

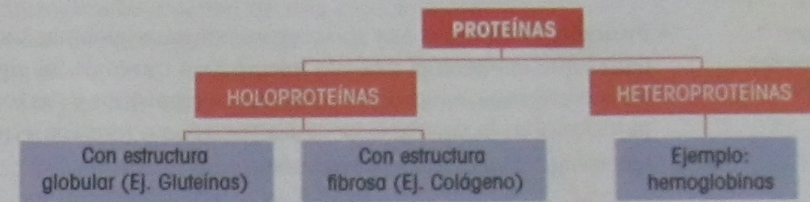
Son aquellas que además de aminoácidos contienen otros componentes llamados **grupos prostéticos**. Son ejemplos de proteínas conjugadas:

Las cromoproteínas, cuya característica principal es la de poseer color. Las más conocidas son las hemoglobinas, cuyas subunidades poseen el grupo prostético **hemo** que contiene átomos de hierro y que se encuentra unido a la globina, parte proteínica de la molécula.

Las glucoproteínas son proteínas que contienen carbohidratos, como las que se encuentran en el plasma sanguíneo, en las enzimas y hormonas y en las membranas plasmáticas.

Las lipoproteínas, que contienen lípidos. Estas proteínas conjugadas también forman parte del plasma sanguíneo y de las membranas celulares.

Las nucleoproteínas, las cuales contienen ácidos nucleicos, presentes en cromosomas y ribosomas.



## Evaluación formativa

Están compuestas solamente por aminoácidos, como la elastina de los tendones y las queratinas de uñas y pelos ( )

a) Heteroproteínas

b) Glucoproteínas

c) Holoproteínas

d) Lipoproteínas

### Principales funciones de las proteínas

Como se manifestó al principio del tema, prácticamente no hay proceso biológico en el que no participe alguna proteína. Su acción en cada proceso es específica, de acuerdo con la estructura que le proporciona la secuencia de sus aminoácidos.

Las principales funciones de las proteínas son:

- **Función estructural y soporte mecánico.** En las células: las glucoproteínas de la membrana plasmática, la tubulina componente de los microtúbulos que estructuran el armazón del citoesqueleto, los cilios y flagelos. En los tejidos: el colágeno, la queratina y la elastina. El colágeno es el principal componente del tejido conectivo como los tendones y ligamentos, del tejido cartilaginoso, como las orejas, y del tejido óseo. La elastina, como su nombre indica, le da elasticidad al tejido conectivo; la queratina se encuentra en el cabello, en la capa externa de la piel, en uñas, en plumas.
- **Acción enzimática.** Las enzimas son proteínas catalizadoras, es decir, aceleran las reacciones químicas en las células al disminuir la energía de activación necesaria para la reacción.
- **Función de transporte.** Algunas proteínas se unen a determinadas moléculas o iones para transferirlos de un lugar a otro. Por ejemplo, la proteína transportadora de la membrana plasmática se une a la molécula o ion específico que se va a transportar, para después presentar cambios conformacionales (de forma) que facilitan el paso de la molécula o ion a través de la membrana. Otras proteínas transportadoras son la hemoglobina, que transporta el oxígeno de la sangre y las lipoproteínas que transportan lípidos.
- **Función de movimiento y contracción.** La actina y la miosina son proteínas que participan en la contracción de las fibras musculares. La tubulina que forma los microtúbulos participa en la movilidad intracelular.



## Evaluación formativa

Función que desempeña la proteína de la membrana plasmática que se une a una molécula para facilitar su paso a través de la membrana ( )

- a) Estructural      b) Catalizadora  
c) De transporte    d) De movimiento y contracción

## Ácidos nucleicos

Aunque los ácidos nucleicos fueron descubiertos en el núcleo de los glóbulos blancos de la sangre por **Friedrich Miescher** desde 1869 como **nucleína**, no fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX cuando se les reconoce su importancia biológica, debido al concepto erróneo que al principio se tuvo sobre las proteínas, pues dada su complejidad se creía que eran las moléculas responsables de la información genética. Los ácidos nucleicos son ADN (ácido desoxirribonucleico) y ARN (ácido ribonucleico), moléculas de gran tamaño presentes en todos los seres vivos, desde los virus —aunque no se les considera en ningún esquema de organización de los seres vivos, presentan actividad biológica cuando son parásitos intracelulares—, hasta los mamíferos, que son los metazoarios más complejos. Los ácidos nucleicos son moléculas de largas cadenas de subunidades llamadas nucleótidos; cada nucleótido está formado por una **base nitrogenada** constituida por uno o dos anillos de carbono y nitrógeno, una **pentosa** o azúcar de cinco átomos de carbono en forma de anillo, y un **grupo de fosfato**.

El ADN forma las unidades de la herencia llamadas genes a través de códigos químicos que especifican el tipo de proteínas que el organismo puede producir. El ADN tiene la capacidad de hacer copias de su propia molécula, cuando la célula o el organismo se reproduce, o transmitir la información al ARN para su expresión mediante la síntesis de proteínas.

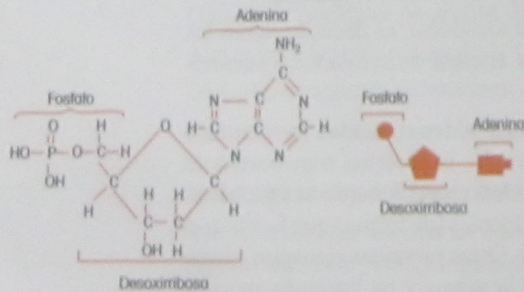


Figura 1.23  
Diagrama de un nucleótido.

Al ADN lo forman dos polímeros largos sostenidos por enlaces de hidrógeno y enrollados como una doble hélice. Cada polímero está formado por sus subunidades de nucleótidos, y cada nucleótido, como ya se dijo, por un fosfato, una pentosa (azúcar de cinco carbonos) y una base nitrogenada. Por existir cuatro bases nitrogenadas diferentes, existen cuatro nucleótidos diferentes. Las cuatro bases nitrogenadas del ADN son: Adenina (A), Guanina (G), Timina (T) y Citosina (C). La estructura química de

- **Regulación hormonal.** Son ejemplos de este tipo de proteínas la insulina, la paratiroidea y la somatotropina (hormona del crecimiento), que son producidas por las glándulas endocrinas y después transportadas por la sangre a los tejidos donde regulan sus funciones.
- **Función de defensa.** Los anticuerpos o inmunoglobinas son proteínas que detienen el proceso infeccioso a través de los siguientes mecanismos: neutralizan a los microorganismos y sus toxinas, participan en la destrucción de las bacterias o propician que los macrófagos fagociten a las bacterias.

adenina (A) y guanina (G) es de anillo doble y se llama purinas, en tanto que la de la timina (T) y la citosina (C) es de un solo anillo y se llama pirimidinas.

En 1950, tres años antes de que Watson y Crick diseñaran la estructura tridimensional de la molécula del ADN, Erwin Chargaff descubrió que si bien las proporciones de las bases nitrogenadas diferían de una especie a otra, la cantidad de A era igual a la de T, así como la de G era igual a la de C. Esto indujo a pensar que entre los dos pares de bases preveía cierta relación dentro de la molécula del ADN, idea que más tarde conduciría a esclarecer la relación de complementariedad que existe entre las bases A-T y G-C.

La pentosa del ADN es la desoxirribosa, en tanto que en el ARN es la ribosa (poseer un oxígeno más en el carbono número 2), y el RNA en vez de timina tiene uracilo.

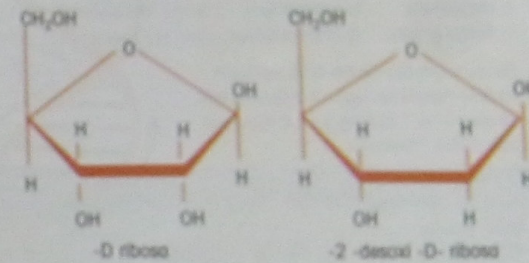


Figura 1.24

Ribosa y desoxirribosa.

La secuencia específica de los nucleótidos, es decir, su particular ordenamiento dentro de la doble cadena forma el código químico llamado **código genético**, que determina la síntesis de las proteínas de cada organismo.

El ARN es un polímero sencillo (de una sola cadena) y no es helicoidal, se produce a partir de la información contenida en el ADN, para ello se desenrollan ciertas porciones del DNA y así se puede sintetizar la cadena de aminoácidos del polipéptido.

En la secuencia de nucleótidos tanto del ADN como del ARN, la pentosa de cada nucleótido se une por su carbono 1 a la base nitrogenada, y por su carbono 5 al fosfato. La posición 5' de un anillo de pentosa va unido a la posición 3' del siguiente anillo de pentosa a través de un fosfato, es lo que se llama enlace **fosfodiéster**.

Cuadro 1-3

	ADN	ARN
Bases nitrogenadas	Purinas Adenina Guanina	Adenina Guanina
	Pirimidinas Citosina Timina	Citosina Uracilo
Azúcar	Pentosa Desoxirribosa	Ribosa
Grupo funcional	Fosfato	Fosfato