

Composición química de los seres vivos



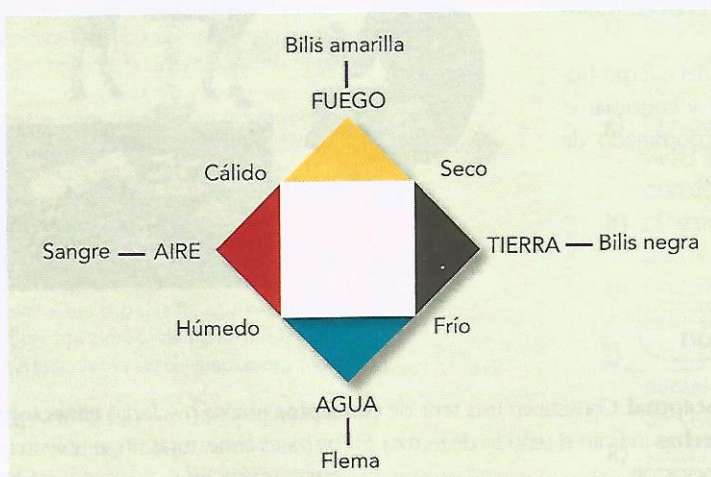
ayer



42

Fig. 4-1. ▶

Según Hipócrates, la sangre era caliente y húmeda (como el aire); la flema era fría y húmeda (como el agua); la bilis amarilla era caliente y seca (como el fuego), y la bilis negra era fría y seca (como la tierra). La medicina hipocrática sostenía que la salud y la enfermedad dependían de la armonía entre los cuatro "humores".



De los cuatro humores a los cuatro nucleótidos. ¿Cómo está formado nuestro cuerpo? ¿Y el de otros organismos? ¿Somos parecidos a un perro o a una planta? El ser humano siempre se preguntó, y lo sigue haciendo, acerca de su entorno, de sí mismo, de su origen y su futuro, y de otros seres vivos con los que comparte el planeta. Desde la Antigüedad, y hasta hoy, las culturas orientales y occidentales aportaron sus ideas y creencias para responder a estos cuestionamientos.

Una de las ideas que imperaba en el siglo V a. C. en la Grecia antigua sostenía la existencia de cuatro "elementos" fundamentales en el Universo: la **tierra**, el **agua**, el **aire** y el **fuego**. La mezcla de estos "ingredientes" en diferentes proporciones creaba los distintos componentes (huesos, rocas, etc.). Cien años más tarde, el filósofo griego Aristóteles atribuía a estos "elementos" cuatro cualidades universales y contrarias: el calor y el frío, la humedad y la sequedad. Según esta teoría, el fuego es seco y caliente; el agua es húmeda y fría; la tierra es fría y seca, y el aire es caliente y

húmedo. Para el médico griego Hipócrates (siglo IV a. C.), que continuó con estas ideas, los organismos estaban compuestos por cuatro "humores" o fluidos: **sangre, bilis negra, flema y bilis amarilla**. Cada uno de estos humores combinaba dos cualidades y se asociaba con uno de los "elementos" del Universo (figura 4-1).

Durante más de dos mil años persistieron estas ideas hasta que, a partir del siglo XVIII se desarrollaron nuevos métodos y tecnologías que fueron cambiando la forma de pensar y de hacer ciencia. Uno de los descubrimientos más importantes fue, quizás, el de las cuatro unidades que constituyen el material genético, los nucleótidos, y que marcó, en el siglo XX, el comienzo de la **era genómica**.

◀ Fig. 4-2. En el año 2003 se cumplieron cincuenta años de la determinación de la estructura de la doble hélice de ADN que realizaron los científicos James Watson (a la derecha de la fotografía) y Francis Crick (a la izquierda).



Del ADN al OGM. Seguramente habrás escuchado el término ADN más de una vez. Es muy habitual que se hable de los análisis de ADN en los medios de comunicación a causa del papel que desempeña en la identidad y el reconocimiento de personas. Por ejemplo, para resolver crímenes, determinar la paternidad o identificar a los hijos de desaparecidos en la última dictadura militar. Desde la década de 1950, en que se determinó la estructura del ADN, las investigaciones en biología han sido muy intensas. Se pudo entender más acerca de la composición de los seres vivos y su funcionamiento, y “dominar” la información genética. Ya en el siglo XXI, el término ADN resulta familiar para mucha gente. Es el **ácido desoxirribonucleico**, el material genético de los seres vivos. Pero en los últimos años también se empezó a hablar de los OGM. ¿Qué son? Por ahora esta sigla es poco conocida, aunque algunos OGM ya cumplieron más de veinte años. Son los **organismos genéticamente modificados**, o **transgénicos**. Constituyen un producto de la biotecnología moderna que permite transferir información genética de una especie a otra y otorgarle así a un organismo una característica nueva que se considera beneficiosa. Por ejemplo, una bacteria puede fabricar la hormona insulina humana, una vaca puede producir en su leche la hormona del crecimiento humano, o una planta puede producir una proteína de una bacteria. Ahora bien, si los seres vivos somos tan diferentes unos de otros, ¿cómo es posible que una vaca o una bacteria exprese una característica humana? ¿O que una planta adquiera una característica de una bacteria? La clave está en la unidad que hay en la diversidad. En otras palabras, los seres vivos somos más parecidos de lo que revela nuestra apariencia externa tan variada. Todos compartimos las mismas moléculas de importancia biológica, entre ellas el ADN. Es decir, que lo que se aplica a una bacteria es válido también para un insecto, un elefante, una planta y también para los humanos. Estamos formados por los mismos tipos de componentes químicos.

CENCA | LOGRO DE UN LABORATORIO ARGENTINO

Nació la segunda generación de clones de vacas transgénicas

Son Pampa Mansa II y Pampa Mansa III. Como su antecesora, están modificadas genéticamente para producir leche con la hormona de crecimiento humano, que sirve a los animales con enanismo hipofisiario.

En un campo argentino, ya pasta la segunda generación de vacas clones y transgénicas. Son dos terneras, copias de una vaca llamada Pampa Mansa, que había nacido en su interior un gen que, al expresarse, hará que los animales produzcan en su leche la hormona de crecimiento humano, que serviría para tratar el enanismo hipofisiario.

El nacimiento de las dos terneras forma parte de un proyecto de investigación adelantado por la empresa biotecnológica Bio Sidus desde el año 2000. El fin es crear animales por clonación y con genes humanos para cambiar la forma de



Fuente: Clarín, 7 de febrero de 2004.

DESCIFRARON EL GENOMA DEL MEJOR AMIGO DEL HOMBRE

En los genes, perros y humanos son parecidos

La comparación entre ambas secuencias genéticas ayudará a entender muchas enfermedades.

NOVEDADES DE BIOTECNOLOGÍA

Más fármacos a partir de animales transgénicos

Publicado el: 27/05/2004

La empresa holandesa de biotecnología Pharming está desarrollando varios productos a partir de organismos transformados genéticamente. Uno de ellos es la lactoferrina humana, proteína que se encuentra naturalmente en la leche, que estimula el sistema inmune y se cree que juega un papel fundamental en la protección contra el cáncer, el asma y las enfermedades alérgicas. La lactoferrina humana recombinante en la leche de vacas transgénicas.

que merecía
de la Uni-
ia de Canis

s de letras
es de dife-
genes, algo



Fuente: Por qué Biotecnología [portal en línea], Más fármacos a partir de animales transgénicos. 27/5/2004. www.porquebiotecnologia.com.ar



1. Respondé las siguientes cuestiones y revisalas luego de leer todo el capítulo.

- ¿Por qué en el relato de “ayer” se escribe el término elementos entre comillas?
- Además del ADN, ¿cuáles son los otros tipos de sustancias que forman parte de todos los seres vivos?
- ¿Cómo se explica que se pueda intercambiar y combinar material genético de una bacteria y un humano, o de una planta y una bacteria?
- ¿Qué reflexión podés hacer respecto de los tiempos que llevaron los avances científicos a partir del descubrimiento de la estructura del ADN en 1953 hasta hoy? ¿Cuáles son los factores que influyeron en estos desarrollos?

Los principales componentes de los seres vivos

Aunque parezca extraño, menos de cien elementos químicos diferentes alcanzan para construir toda la materia que nos rodea con su variedad de formas, tamaños y colores, y lo mismo ocurre con la totalidad del Universo. Sin embargo, unos pocos de estos elementos, principalmente carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S), son suficientes para construir todos los organismos conocidos. Estos elementos químicos se denominan **bioelementos** por su función en la constitución de los seres vivos, aunque también se los encuentra en el entorno no vivo; un ejemplo, el oxígeno y el carbono que forman parte del dióxido de carbono (CO₂) del aire.

Observá el cuadro 4-1, ¿qué conclusión podés sacar? Alrededor del 99% del cuerpo de estos organismos está formado a partir de los seis tipos de elementos que ya te mencionamos y por eso se denominan **bioelementos primarios**. El resto de los componentes (en menor proporción) incluye elementos como calcio, sodio, potasio, magnesio, hierro, yodo y cloro, entre otros, a los que se denomina **bioelementos secundarios**, también esenciales para el organismo.

Como viste en el capítulo anterior, los átomos que componen los diferentes elementos se combinan en cantidades y formas variadas y constituyen partículas de un nivel de organización más complejo: **moléculas e iones**. El medio interno de los seres vivos es una mezcla de moléculas sencillas y complejas que interaccionan entre sí. Las principales moléculas que forman los organismos se denominan **biomoléculas** o **moléculas de importancia biológica**.

Elementos	Ser humano	Alfalfa	Bacteria
C	19,37	11,34	12,14
H	9,31	8,72	9,94
O	62,81	77,90	73,68
N	5,14	0,82	3,04
P	0,63	0,71	0,60
S	0,64	0,10	0,32
Total CHONPS	97,90	99,59	99,72

▲ Cuadro 4-1. Composición elemental en tres tipos de seres vivos expresada en porcentaje.

Leche descremada Información nutricional (por cada 100 ml)	
Valor energético	45 Kcal
Lípidos	1,5 g
Proteínas	3,1 g
Carbohidratos	4,7 g
Vitamina A	211 UI
Vitamina D	40 UI

Galletitas de agua sin sal Información nutricional (por cada 100 g)	
Valor energético	420 Kcal
Proteínas	12,2 g
Carbohidratos	65 g
Lípidos	12,5 g
Fibra alimentaria	4,8 g
Sodio	109 mg
Colesterol	0 mg

Yogur / Información nutricional (por cada 100 g)	
Valor energético	100 Kcal
Carbohidratos	16 g
Proteínas	4,4 g
Lípidos	2,7 g
Calcio	140 mg
Fósforo	110 mg
Vitamina A	640 UI
Vitamina D	64 UI
Vitamina E	2,4 mg
Vitamina B2	0,21 mg
Vitamina B12	0,25 µg

▲ Fig. 4-3. Etiquetas de diferentes envases de alimentos.



2. ¿Cuáles son las principales biomoléculas presentes en todos los seres vivos? Para responder esta pregunta te sugerimos que primero analices la información que aportan las etiquetas de la figura 4-3 y después contestes cada una de estas cuestiones respetando el orden.

- ¿Cuál es el origen de cada uno de estos alimentos?
- ¿Cuáles son los componentes que se encuentran en mayor proporción en cada alimento? ¿Cuáles se encuentran en menor proporción?
- Averiguá qué es la fibra alimentaria. ¿De qué origen es? ¿Dentro de qué grupo de componentes se podrían incluir?

- ¿Qué tipo de sustancia es el colesterol? ¿Por qué se lo menciona aparte en la etiqueta del envase de galletitas?
- ¿Qué es el "valor energético" de un alimento?
- ¿Qué otro valor tienen los alimentos para el organismo de quien los consume?
- Si se suma el peso de los componentes que figuran en cada etiqueta no se llega al peso total del alimento que contiene el envase. Esto demuestra que existen otros u otros componentes que no figuran en la composición. ¿Cuál o cuáles pensás que faltan?
- Si tenés en cuenta la información que aportan los envases de los alimentos, ¿qué dirías acerca de la relación entre la composición de estos productos y la del cuerpo humano?

A partir de la actividad anterior es posible concluir que existen biomoléculas comunes a todos los seres vivos. Entre ellas hay sustancias **orgánicas**, como las proteínas, los lípidos, los hidratos de carbono (o carbohidratos), los ácidos nucleicos y las vitaminas, y también otras **inorgánicas**, como el agua y el dióxido de carbono. Además, todos los seres vivos poseen pequeñas cantidades de minerales (que son compuestos iónicos).

Ahora bien, ¿cuál es la diferencia entre las sustancias orgánicas y las inorgánicas? En el siglo XVIII denominaban orgánicas a aquellas sustancias que sólo se producían en los seres vivos, e inorgánicas a las que no procedían de ellos. Pero esta idea cambió a partir de las experiencias del químico alemán Friedrich Wöhler, quien en 1828 sintetizó, en el laboratorio y sin intervención de seres vivos, la **urea** (una sustancia presente en la orina de los animales). Desde entonces no resulta estrictamente correcto seguir hablando de sustancias orgánicas e inorgánicas aunque, por costumbre, se continúa empleando esta denominación.

A las moléculas orgánicas se las denomina **compuestos del carbono**, ya que se caracterizan por tener un "esqueleto" o una estructura formada por cadenas de átomos de carbono enlazados entre sí a las que están unidos átomos de hidrógeno (además de otros grupos de átomos). Como podés observar en la figura 4-4, estas cadenas se pueden constituir a partir de unos pocos átomos de carbono o de un gran número de ellos, y pueden ramificarse, plegarse y adoptar formas diversas. Así dan origen a una enorme variedad de moléculas que determinan, a su vez, la gran diversidad de funciones que desempeñan.

Algunas moléculas orgánicas son complejas y se

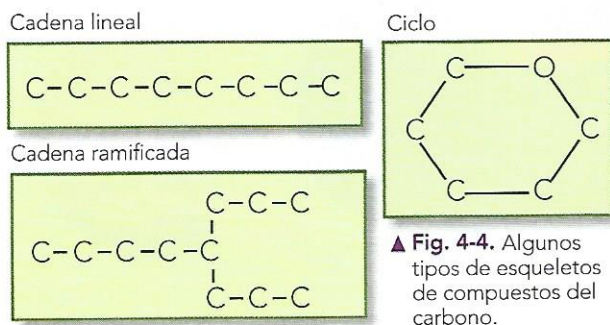
constituyen a partir de la unión de moléculas más sencillas. Por ejemplo, el almidón y la celulosa se forman a partir de la unión de miles de moléculas de glucosa (figura 4-5). Las proteínas lo hacen a partir de la unión de decenas o cientos de aminoácidos, y la unión de miles o millones de nucleótidos forma las moléculas de ácidos nucleicos. En general, cada una de las unidades que componen las grandes moléculas se denomina **monómero** y el producto que resulta es un **polímero**. Los polímeros son, a su vez, **macromoléculas**, es decir, moléculas de elevada masa molecular.

Funciones de las biomoléculas

En un ser vivo, las biomoléculas cumplen estas funciones:

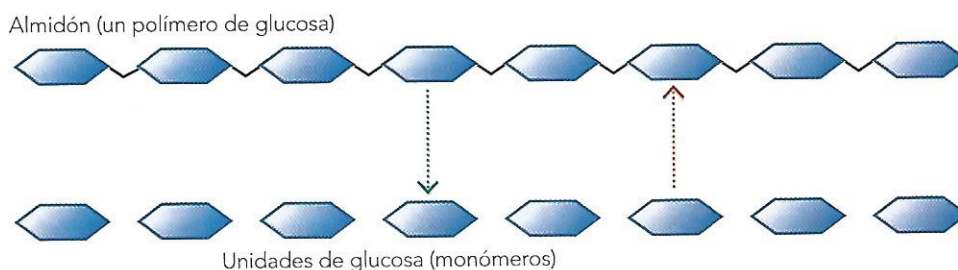
- **Estructural o constructiva.** Constituyen los materiales de construcción utilizados para la formación y el funcionamiento de las células y para el reemplazo de las estructuras dañadas.
- **Energética.** Almacenan y aportan la energía necesaria para mantener la organización y el funcionamiento del organismo.
- **Reguladora.** Controlan y regulan reacciones químicas en las que intervienen.

Debemos tener en cuenta que aunque algunas biomoléculas cumplen principalmente una sola de las funciones mencionadas, también realizan otras. Por ejemplo, las proteínas son, básicamente, componentes estructurales, pero determinadas proteínas, como las enzimas (que veremos más adelante), cumplen funciones reguladoras. Por otra parte, aunque los carbohidratos y los lípidos son, en su mayoría, la fuente de energía de las células, también son componentes estructurales de las membranas celulares.



Tipo de biomolécula	Unidad
Carbohidratos	Monosacárido
Proteínas	Aminoácido
Triglicéridos y fosfolípidos (lípidos)	Ácido graso
Ácidos nucleicos	Nucleótido

▲ Cuadro 4-2. Algunas biomoléculas y sus unidades.



El agua en los seres vivos

El agua juega un papel esencial en los seres vivos. De hecho, cuando se estudia un nuevo ambiente se la considera como un indicador de la presencia de vida, actual o pasada. No hay que olvidar que la vida se originó hace más de 3.500 millones de años en el medio acuático y las condiciones de aquel ambiente primitivo fueron determinantes en la química de los seres vivos. En la figura 4-6 podés observar el modelo molecular que representa la estructura química del agua, una biomolécula pequeña formada por dos átomos de hidrógeno unidos a un átomo de oxígeno.

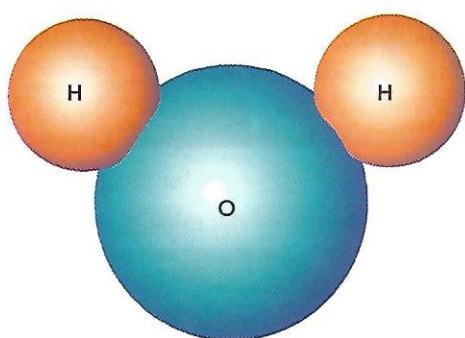
Observá ahora el gráfico de la figura 4-7. El agua representa, aproximadamente, dos tercios del peso de una persona. Esto significa que en un adulto que pesa 70 kg hay aproximadamente 45 kg de agua. El resto del peso corporal está representado por las sustancias orgánicas y, en menor medida, por sustancias minerales.

El agua es el principal componente en todos los seres vivos: constituye entre el 65 y el 90% de su peso. En general, las plantas tienen más proporción de esta sustancia que los animales y, en estos últimos, ciertos tejidos, como el nervioso, contienen más cantidad que otros, como el óseo. La mayor parte del agua se encuentra dentro de las células y el resto en el espacio extracelular (fuera de las células) y dentro de los vasos

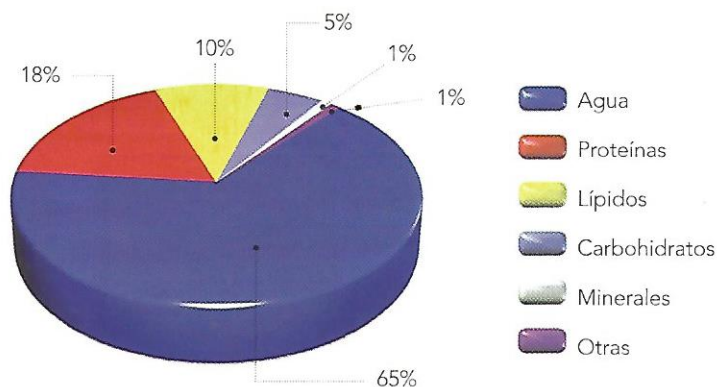
que transportan fluidos, como la sangre, la linfa y la savia. En algunos seres unicelulares y en los organismos acuáticos el agua es, además, su medio.

¿Cuánta agua incorporás por día? ¿Cuántas veces orinás en un día? ¿De qué otra manera se pierde agua que no sea a través de la orina? Todos los organismos la incorporamos diariamente y la eliminamos de manera que el porcentaje corporal se mantenga estable; esto se conoce como **balance** o **equilibrio hídrico**. Este balance es muy importante, sólo basta con tener en cuenta las funciones que desempeña el agua en el organismo:

- Interviene en diferentes reacciones químicas. Por ejemplo, participa en la fotosíntesis y en la respiración celular.
- Tiene propiedades químicas particulares que la convierten en un buen solvente. Disuelve sustancias (nutrientes y hormonas) y las transporta a través del cuerpo. También transporta desechos y facilita su eliminación del organismo.
- Permite los movimientos internos en la célula y el citoplasma celular.
- Da volumen y turgencia a muchos seres vivos, como los gusanos.
- Contribuye al mantenimiento de la temperatura corporal (el sudor libera calor y baja la temperatura corporal).



▲ Fig. 4-6. Representación de una molécula de agua.



▲ Fig. 4-7. Principales sustancias del cuerpo humano y sus proporciones.



3. Reunite con un compañero y resuelvan.

- a) Como ya vieron en el capítulo 3, la homeostasis es el mantenimiento de las condiciones internas del organismo. Utilicen un ejemplo cotidiano que explique esta afirmación en relación con el balance

hídrico. ¿Cuál es la relación entre la condición de homeostasis y el balance hídrico?

- b) Averigüen cuáles son las principales vías de incorporación y de eliminación de agua en el ser humano.

Los minerales

El sodio, el potasio, el calcio, el fósforo, el magnesio y el hierro, entre otros minerales, son fundamentales para los organismos. En los seres vivos pueden encontrarse como sales minerales de tres modos:

- **Disueltos** en los medios celulares internos y externos donde son necesarios en cantidades mínimas como reguladores de las reacciones químicas. Por ejemplo, el sodio y el potasio se requieren para la transmisión del impulso nervioso y el transporte de sustancias a través de membranas celulares.
- Formando **estructuras sólidas** que tienen función de sostén o protectora, como las sales de calcio que componen el esqueleto interno, el esqueleto externo y el caparazón de algunos organismos.
- Asociados a **moléculas orgánicas**, como el magnesio en la clorofila (el pigmento fotosintético), el hierro en la hemoglobina (en los glóbulos rojos), y el fósforo en los fosfolípidos y en los ácidos nucleicos.

Los minerales deben obtenerse por medio de la dieta, tanto en los alimentos como disueltos en el agua potable, ya que *el organismo no puede fabricarlos*.



◀ Fig. 4-8. Los minerales cumplen, entre otras, funciones de protección y sostén, como en los caparazones y esqueletos.



4. En una experiencia realizada en ratas se observó que al suministrarles una dieta con todas las biomoléculas, excepto vitaminas, el crecimiento se detenía. Al agregar en la leche el suplemento de una pequeña cantidad de vitaminas, se promovía de nuevo el crecimiento (aumento de la cantidad de células). Las vitaminas ¿tienen una función estructural?, ¿cómo explicarías su influencia en el crecimiento?

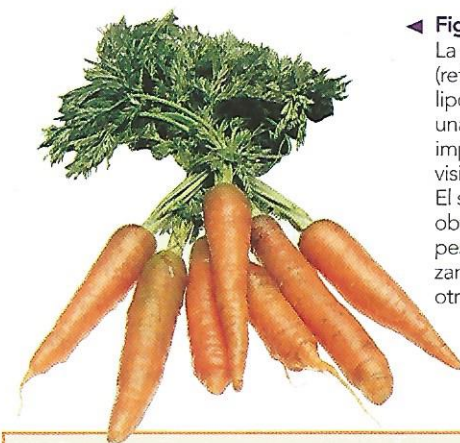
Las vitaminas

A diferencia de otros grupos de biomoléculas que tienen una estructura similar, las vitaminas constituyen un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas que difieren unas de otras tanto en su estructura química como en su función. Sin embargo, se las agrupa ya que comparten algunas características:

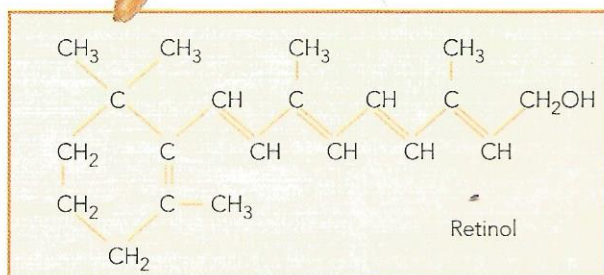
- son esenciales en cantidades ínfimas para mantener la salud del organismo;
- participan en reacciones químicas en asociación con las enzimas;
- no se utilizan como fuente de energía;
- la mayoría no cumple funciones estructurales.

Las plantas pueden fabricar vitaminas en sus hojas, pero la mayoría de las vitaminas no son sintetizadas por el cuerpo de los animales, o se fabrican en muy poca cantidad como para cubrir sus requerimientos, por lo que, al igual que los minerales, *las debemos incorporar con los alimentos*. La cantidad necesaria de cada vitamina es diferente, y tanto la carencia como el exceso pueden causar trastornos en el organismo.

Las más de quince vitaminas identificadas se pueden clasificar en dos grupos teniendo en cuenta su solubilidad: **liposolubles** o solubles en grasas (vitaminas A, D, E y K), que se depositan en los tejidos grasos y se utilizan cuando son necesarias (figura 4-9), y las vitaminas **hidrosolubles** o solubles en agua (complejo B y C), que no se depositan y por eso, al estar en exceso, se excretan inmediatamente del cuerpo.



◀ Fig. 4-9. La vitamina A (retinol) es liposoluble y tiene una función importante en la visión. El ser humano la obtiene al consumir pescado, huevos y zanahorias, entre otros.



Las proteínas

Las proteínas son las moléculas orgánicas más abundantes en las células. Puede haber cientos o miles de tipos diferentes de ellas en cada célula. Aunque todas están constituidas, fundamentalmente, por C, H, O y N (también suelen tener S), varían en sus formas, tamaños y funciones. Veamos algunas de las principales funciones biológicas que desempeñan las proteínas en los seres vivos.

- **Hormonal.** Actúan como hormonas, regulan la actividad fisiológica y metabólica de las células. Por ejemplo, la *insulina*, que regula la concentración de glucosa en la sangre.
- **Estructural.** Forman parte de la membrana celular, y gran parte de los tejidos. Por ejemplo, el *colágeno* de los cartílagos y tendones, la *elastina* de los ligamentos y la *queratina* del pelo y de las uñas.
- **Enzimática.** Actúan como enzimas: aceleran las reacciones químicas. Por ejemplo, la *pepsina* que participa en la transformación de las proteínas en cadenas más cortas de aminoácidos.
- **Transporte.** Ciertas proteínas transportan sustancias a través de la membrana celular, otras lo hacen en los líquidos extracelulares. Por ejemplo, la *hemoglobina*, que transporta oxígeno en la sangre.
- **Inmunológica.** Los *anticuerpos* son proteínas que intervienen en la defensa frente a agentes extraños.
- **Reserva.** Actúan como sustancias de reserva. Por ejemplo, la *ovoalbúmina* del huevo que nutre al embrión.
- **Movimiento.** Permiten el movimiento de las células o de determinadas organelas. La *actina* y la *miosina* son responsables de la contracción muscular.
- **Homeostática.** Ciertas proteínas mantienen el equilibrio osmótico del medio celular y extracelular.

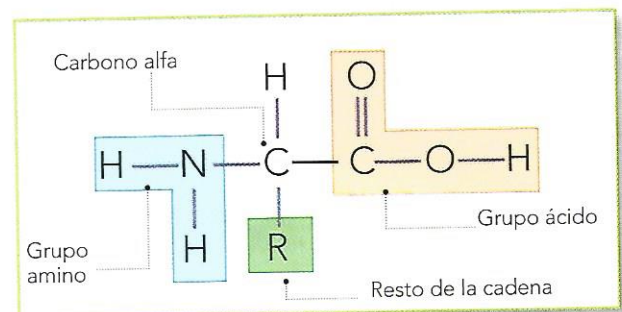
A pesar de su enorme diversidad, todas las proteínas tienen una estructura química similar: como ya dijimos, están formadas a partir de unidades denominadas **aminoácidos**. Se conocen alrededor de ciento cincuenta aminoácidos diferentes, pero sólo veinte forman parte de las proteínas presentes en los organismos. La mayoría de los aminoácidos pueden sintetizarse unos a partir de otros, pero existen ocho de ellos, conocidos como **aminoácidos esenciales**, que no pueden ser sintetizados en el organismo y deben obtenerse en la dieta habitual. Cuando un alimento cuenta con proteínas con todos los aminoácidos esenciales, se dice que contiene proteínas "de alta calidad" o "buena calidad".

Todos los aminoácidos poseen la misma estructura general: un **grupo amino** (NH_2), un **grupo carboxilo**

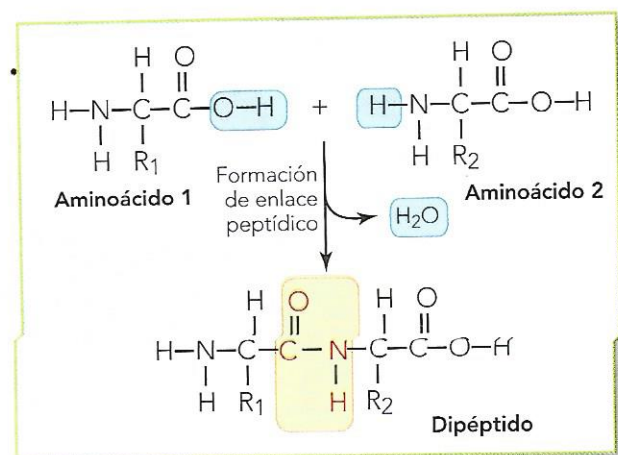
o grupo ácido ($-\text{COOH}$), y el **carbono alfa** al que va unido el resto (**R**) de la molécula. El grupo R puede ser desde un simple hidrógeno hasta una cadena carbonada más o menos compleja. Este grupo es lo que diferencia a un aminoácido de otro (figura 4-10).

Observa la figura 4-11 que representa la formación de un **enlace peptídico** entre el extremo amino de un aminoácido y el grupo carboxilo de otro aminoácido. La sustancia que resulta de la unión es un **dipéptido**.

De la misma manera, si se unen tres aminoácidos, se forma un **tripéptido**, y así sucesivamente. Cuando se une un pequeño número de aminoácidos, hablamos de **oligopéptido**. Y cuando el número es mayor de diez, el producto es un **polipéptido**.



▲ Fig. 4-10. Representación de una molécula de aminoácido.



▲ Fig. 4-11. Formación de un dipéptido.

profundización

Un dipéptido que endulza. El **aspartamo**, una sustancia utilizada en la actualidad como edulcorante no calórico es 200 veces más dulce que el azúcar (un carbohidrato), pero estructuralmente está formado por dos aminoácidos unidos. Es un dipéptido.

Una vez formado un polipéptido, pasa por un proceso de plegamiento por el cual adquiere su estructura en el espacio, tridimensional, que le permitirá interactuar con otras moléculas y cumplir con su función específica. *Sólo cuando un polipéptido adquiere su estructura espacial definitiva, se habla de una proteína.* Es decir que una proteína es un polipéptido "funcional".

De esto podemos sacar otra conclusión: todas las proteínas son polipéptidos, pero no todos los polipéptidos son proteínas.

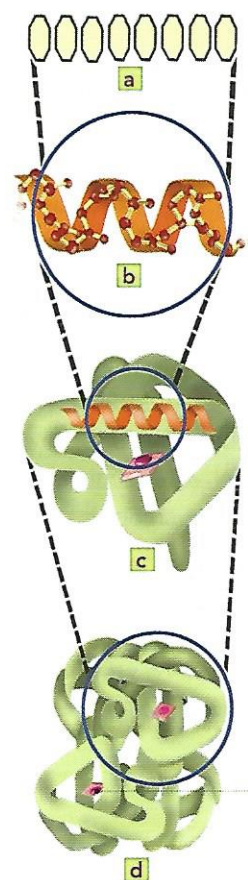
Las proteínas adoptan formas espaciales particulares, no son sencillamente una secuencia lineal de aminoácidos. Algunas tienen forma globular (esférica) y otras fibrilar (alargada). Entonces, *una proteína es una cadena polipeptídica que adoptó su forma espacial.* Esta estructura tridimensional les permite "reconocer" otras sustancias con las que interactúan, y es fundamental para cumplir con su función. Por ejemplo, la enzima amilasa, que se encuentra en la saliva y en el intestino, participa en la degradación del almidón presente en los alimentos. ¿Cómo "reconoce" la amilasa el almidón entre tantas otras sustancias que ingresan con la comida? Ese reconocimiento es posible debido a un "encaje" espacial entre la enzima y la sustancia con la que interactúa.

Existen proteínas que están compuestas por más de un polipéptido. Por lo tanto, sólo cuando se unen los diferentes polipéptidos, cada uno con su estructura espacial particular, constituirán la proteína. Por ejemplo, en la organización de una proteína, como la hemoglobina, pueden diferenciarse cuatro subunidades, como muestra la figura 4-12.

Un ejemplo que pone de manifiesto la importancia de la forma de una proteína para su función es el modo de acción de las enzimas (figura 4-13). Como ya te dijimos, cada tipo de enzima tiene una forma particular que "encaja" exactamente con otra molécula sobre la cual actúa, a la que se denomina de manera general **sustrato**.

El reconocimiento espacial entre la enzima (E) y el sustrato (S) hace posible que la primera cumpla su función, en el caso ilustrado, de acelerar la degradación

del sustrato en dos moléculas, los **productos** (P) de la reacción. En otros casos, las enzimas aceleran la unión de sustancias. Al reconocer el sustrato se constituye un **complejo enzima-sustrato** (ES) que acelera la reacción química. Una vez finalizada la reacción, la enzima se recupera y puede volver a actuar. ¿Qué creés que sucede si la molécula enzimática pierde su forma tridimensional? Si eso ocurre, no puede reconocer el sustrato y, por lo tanto no puede cumplir su función.



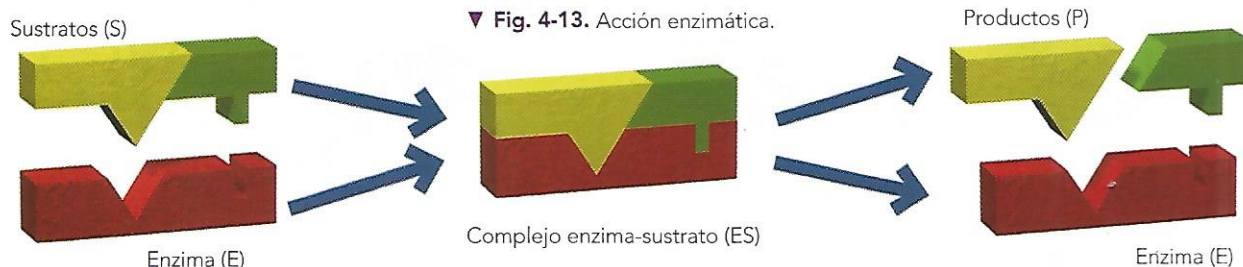
◀ Fig. 4-12. Estructuras de una proteína, la hemoglobina.

- La **estructura primaria** hace referencia a la secuencia, es decir, a la cantidad y al orden en el que se ubican los aminoácidos en la cadena polipeptídica.
- La **estructura secundaria** corresponde al primer plegamiento de la cadena polipeptídica en forma de hélice (como un resorte), o de hoja plegada (como un abanico).
- La **estructura terciaria** corresponde a un plegamiento de la cadena sobre sí misma, que adopta la estructura espacial tridimensional definitiva.
- Estructura cuaternaria.** En el caso particular de la hemoglobina, cuatro cadenas globulares se unen y forman la proteína, que funciona como transportadora de oxígeno en los glóbulos rojos. Cada cadena incluye un grupo hemo con un átomo de hierro donde se une el oxígeno.



5. Resolvé.

- ¿Qué similitudes y qué diferencias existen entre un aminoácido, un polipéptido y una proteína?
- ¿De dónde obtenemos los aminoácidos que forman parte de nuestro cuerpo?
- Justificá esta afirmación: "Toda proteína es un polipéptido, pero no todo polipéptido es una proteína."

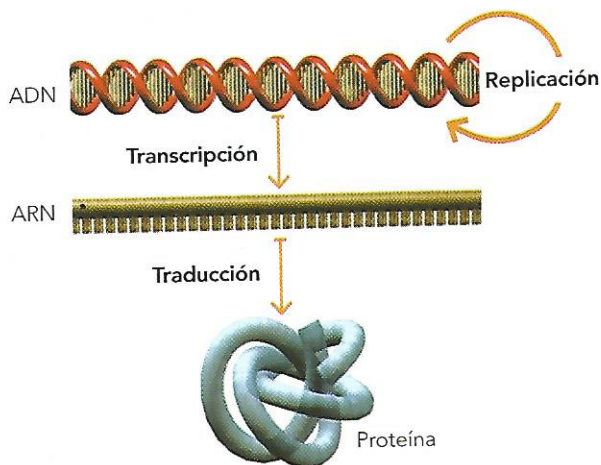


▼ Fig. 4-13. Acción enzimática.

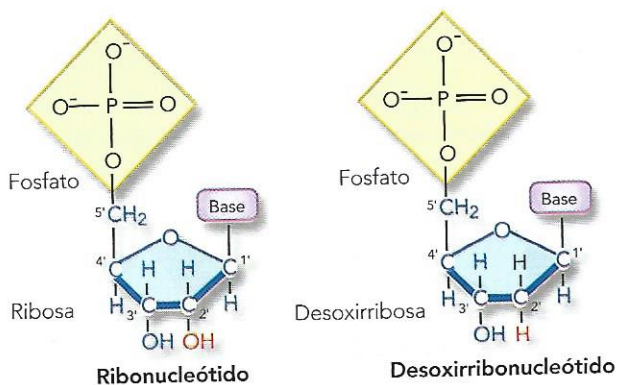
Los ácidos nucleicos: ADN y ARN

En los seres vivos se encuentran dos tipos de ácidos nucleicos: el **ADN (ácido desoxirribonucleico)** y el **ARN (ácido ribonucleico)**.

El ADN es el portador de la información genética, que se transmite de los progenitores a sus hijos en la reproducción. Las moléculas de ARN intervienen en el proceso por el cual se expresa esa información contenida en el ADN. ¿Y de qué se trata esa información? En las moléculas de ADN están "escritas" las instrucciones a partir de las cuales se determinan las características y funciones del organismo. ¿Cómo sucede esto? En el capítulo 17 nos dedicaremos a este tema con más detalle, por ahora observá la figura 4-14: el ADN se replica y genera copias de sí mismo durante la división celular (recordá que tiene la información para la fabricación o síntesis de proteínas). El proceso de síntesis de proteínas consta de dos etapas (**transcripción** y **traducción**) en las que interviene el ARN. Las proteínas que se fabrican determinarán las características y funciones del organismo.



▲ Fig. 4-14. En la síntesis de proteínas intervienen el ADN y el ARN.



▲ Fig. 4-15. Nucleótidos.

Estructura del ADN y del ARN

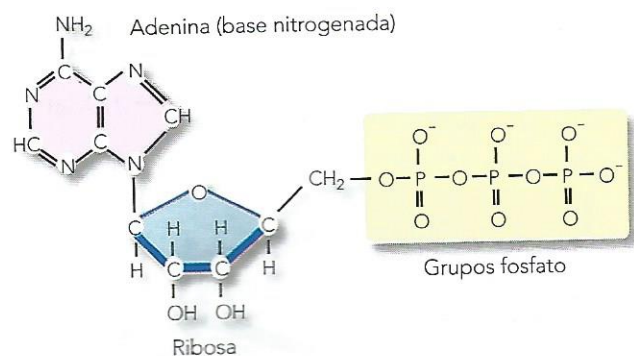
Los ácidos nucleicos se forman a partir de la unión de miles de **nucleótidos**. Como muestra la figura 4-15, cada nucleótido se forma a partir de:

- un grupo que contiene el elemento fósforo (**grupo fosfato**);
- un azúcar de cinco carbonos, o **pentosa**, que puede ser *ribosa* en el caso del ARN o *desoxirribosa* cuando se trata del ADN;
- otro grupo que posee nitrógeno y que recibe el nombre de **base nitrogenada**.

Una de las diferencias entre los nucleótidos que forman el ADN de aquellos que forman el ARN es tener un átomo de oxígeno menos en la molécula de azúcar (en el carbono 2). Por este motivo se denomina ácido *desoxirribonucleico* al ADN, y ácido *ribonucleico* al ARN. Cada nucleótido es el monómero que constituye el **polinucleótido**.

Los ácidos nucleicos de todos los seres vivos están formados a partir de la unión de sólo cuatro tipos de nucleótidos, que se diferencian entre sí en su base nitrogenada. Las cuatro bases nitrogenadas del ADN se denominan **adenina (A)**, **guanina (G)**, **citocina (C)** y **timina (T)**. En el ARN la base timina es reemplazada por **uracilo (U)**.

Además de la función que cumplen como parte de los ácidos nucleicos, los nucleótidos actúan de intermediarios en la transferencia de energía en las células. La molécula de **ATP (adenosina trifosfato)** es un tipo de nucleótido que almacena energía en sus uniones (figura 4-16). La energía que se libera de la degradación de nutrientes en la respiración celular queda almacenada en los enlaces que unen los grupos fosfato del ATP.



▲ Fig. 4-16. Molécula de ATP.

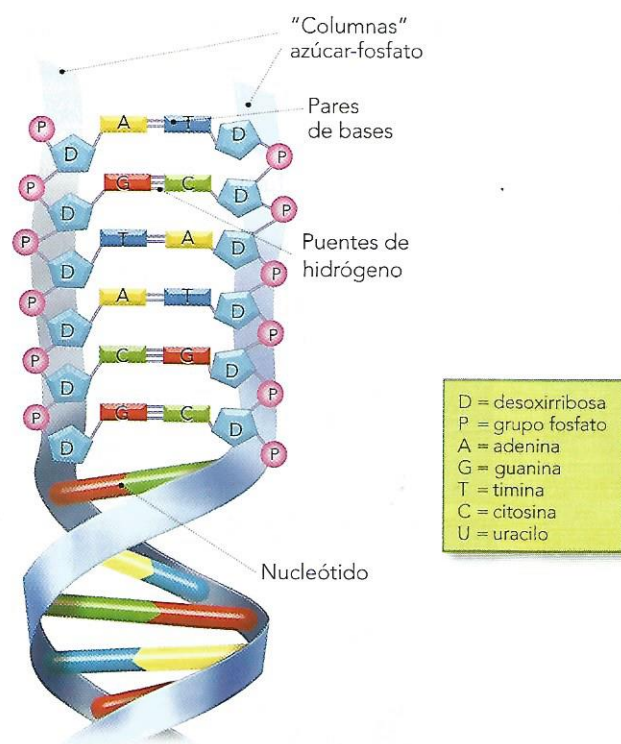
Veamos ahora cómo se representa una molécula de ADN en la figura 4-17. Esta molécula está constituida por **dos cadenas o hebras** de nucleótidos enfrentadas. Su forma en el espacio se asemeja a una larga escalera "caracol". Las bases nitrogenadas de los nucleótidos se orientan hacia el interior de la molécula y forman los "escalones" que mantienen unidas ambas cadenas mediante enlaces de puente de hidrógeno. Estos "escalones" son pares de bases y se forman siguiendo siempre el mismo patrón: A (adenina) se enfrenta con T (timina); y G (guanina) con C (citósina). Por eso se dice que ambas hebras enfrentadas son **complementarias**. Como podés observar, la molécula de ADN está constituida por dos "columnas" formadas por la unión de los azúcares y grupos fosfato de los nucleótidos.

Ahora bien, ¿cómo es posible que a partir de sólo cuatro tipos de nucleótidos se origine la enorme biodiversidad de la Tierra? Uno de los factores de la diversidad son las innumerables combinaciones posibles de los nucleótidos.

Para indicar la secuencia de una de las cadenas de ADN se mencionan los nombres de las bases o su inicial (A, T, C, G). Por ejemplo:

ACGTTTAACGACAAGTATTAAGACAAGTATTAA

E Escribí en tu carpeta la secuencia de ADN complementaria a la hebra representada arriba. ¿Existe otra posibilidad? ¿Por qué?



▲ Fig. 4-17. Molécula de ADN.

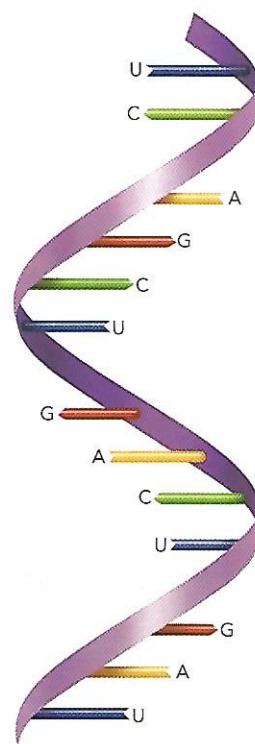
La posibilidad de combinar cuatro nucleótidos diferentes y la gran longitud que pueden tener las cadenas, hacen que pueda haber un elevado número de combinaciones posibles, lo que determina la diversidad de la información genética de todos los seres vivos.

Además, la diversidad de seres vivos está dada por la cantidad de moléculas de ADN que tienen las diferentes especies y el tamaño de esas moléculas (cuántos nucleótidos las conforman).

Ya dijimos que en las células eucariotas, el ADN se encuentra en el núcleo celular. Habitualmente se presenta como una maraña de hilos delgados. Cuando la célula comienza el proceso de división, las moléculas de ADN se condensan, y forman estructuras visibles con el microscopio al teñirlas, por lo que reciben el nombre de **cromosomas** (*chroma*, color y *soma*, cuerpo o estructura).

Ahora pasemos al ARN que, a diferencia del ADN, se halla formado por una única cadena de nucleótidos (figura 4-18). Existen distintos tipos de ARN que se diferencian básicamente en la función que desempeñan. En algunos casos, la molécula de ARN puede plegarse sobre sí misma y formar uniones entre nucleótidos enfrentados complementarios dentro de la misma cadena. En este caso, C se unirá con G, y A se unirá con U.

E ¿Cuáles son las tres diferencias que menciona el texto entre el ARN y el ADN?



▲ Fig. 4-18. Molécula de ARN.

Los hidratos de carbono

E Habrás escuchado hablar de los hidratos de carbono. ¿Con qué alimentos se los suele asociar?

Los hidratos de carbono son un grupo variado de compuestos, constituidos todos por C, H y O. En algunos casos pueden tener además N o S. También se los llama **glúcidos** o **carbohidratos** y, aunque sólo algunos hidratos de carbono tienen sabor dulce —por ejemplo, el azúcar común—, también suelen denominarse **azúcares**.

Los **monosacáridos** o azúcares simples están compuestos por una sola unidad de azúcar (constituida por una cadena de tres a ocho átomos de carbono). El ejemplo más conocido, porque es la principal fuente de energía en los seres vivos y los organismos autótrofos la fabrican en el proceso de la fotosíntesis, es la *glucosa* (un glúcido de seis carbonos). Los monosacáridos pueden unirse entre sí y dar origen a compuestos más grandes, los **oligosacáridos** (entre ellos los **disacáridos**, formados a partir de la unión de dos monosacáridos) y los **polisacáridos** (constituidos entre once y varios miles de monosacáridos).

Entre los disacáridos más conocidos están la *sacarosa* (azúcar común, figura 4-19), la *lactosa* (azúcar de la leche de los mamíferos) y la *maltosa* (obtenida de la cebada y empleada en la fabricación de cerveza).

El *almidón*, el *glucógeno* y la *celulosa* son tres tipos de polisacáridos. Se forman a partir de la unión de miles de unidades del mismo monosacárido, la glucosa. ¿Entonces, cómo es posible que siendo tan parecidos tengan propiedades y funciones tan distintas? La respuesta está en el modo un poco diferente en que se unen y se ordenan estas unidades en la molécula. Esto determina que su estructura

espacial sea diferente y, en consecuencia, también sus propiedades y su función.

E Si la composición química de estos tres polisacáridos es tan parecida, ¿cómo explicarías que el sistema digestivo humano pueda degradar el almidón y el glucógeno y, sin embargo, no pueda digerir la celulosa? Tené en cuenta la función de un tipo especial de proteínas que viste en las páginas anteriores.

Como ya habrás notado, entre todos los ejemplos de carbohidratos que mencionamos aparecieron varios que no tienen sabor dulce, por lo tanto, los que suelen denominarse azúcares son moléculas relativamente pequeñas: monosacáridos y disacáridos. Los polisacáridos son macromoléculas y no tienen sabor dulce.

Pasemos ahora a las funciones que cumplen los carbohidratos en los seres vivos:

■ **Energética y reserva de energía.** La *glucosa* es la principal fuente de energía que emplea la mayoría de los seres vivos en la respiración celular. El *almidón* en las plantas y el *glucógeno* en los animales, por otro lado, constituyen reservas de energía que se almacenan y que las células emplean cuando lo requieren.

■ **Estructural.** Algunos polisacáridos actúan como material de construcción y de sostén de las células. Por ejemplo, la *celulosa* es el componente principal de la pared de las células vegetales y de las partes fibrosas y leñosas de las plantas; la *quitina* es el principal componente de la cubierta de ciertos animales (figura 4-20).

■ **Componentes de otras biomoléculas.** La *ribosa*, por ejemplo, forma parte de los ácidos nucleicos. Otros glúcidos se asocian con proteínas (*glucoproteínas*) o con lípidos (*glucolípidos*) y forman parte de la membrana celular.

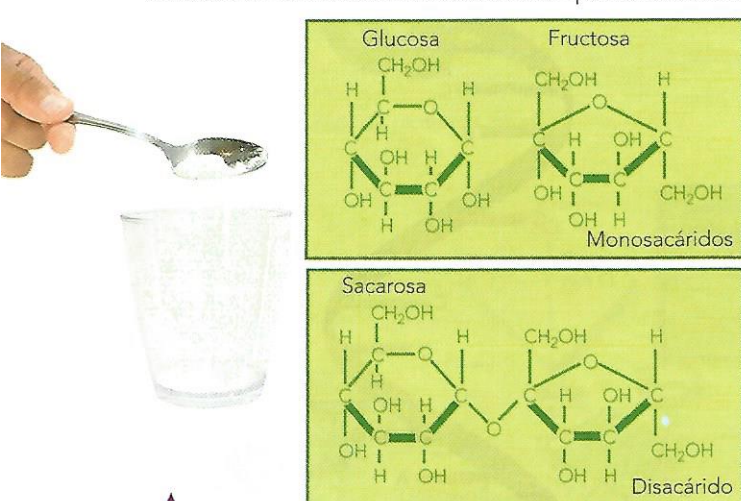


Fig. 4-19. La sacarosa se encuentra en la caña de azúcar y en la remolacha. Se forma a partir de la unión de glucosa y fructosa, dos monosacáridos con la misma fórmula química pero con diferente estructura molecular.



Fig. 4-20. La cubierta exterior (exoesqueleto) de diversos grupos de artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos) está formada por un polisacárido denominado quitina.