

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 cartilagos 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.

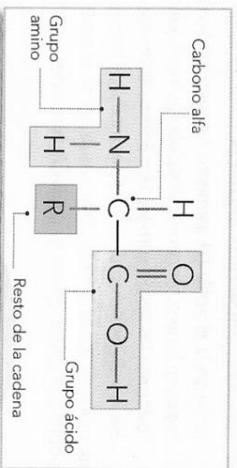
- **Inmunológica.** Los *anticuerpos* son proteínas que intervienen en la defensa frente a agentes extraños.
- **Reserva.** Actúan como sustancias de reserva. Por ejemplo, la *ovalbumina* del huevo que nutre al embrión.
- **Movimiento.** Permiten el movimiento de las células o de determinadas organelas. 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".

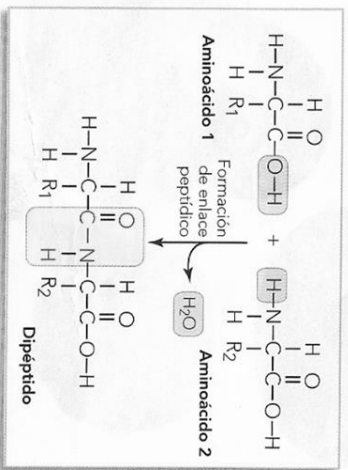
Todos los aminoácidos poseen la misma estructura general: un **grupo amino** (NH_2), un **grupo carboxilo**

o grupo ácido ($-COOH$), 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 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 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.

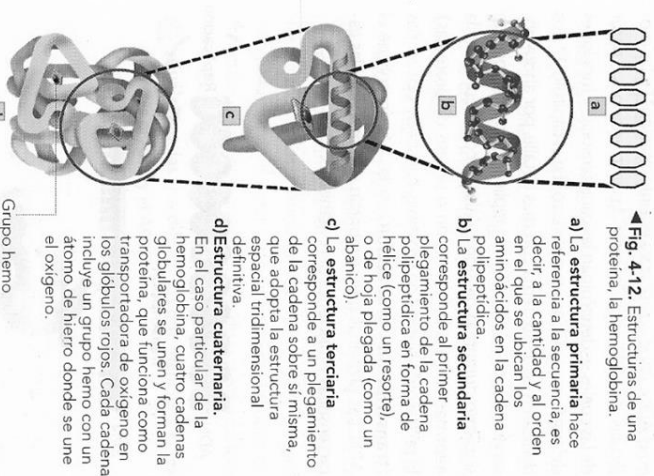
Las proteínas adoptan formas espaciales particulares, no son sencillamente una secuencia lineal de aminoácidos. Algunas tienen forma globular (esférica) y otras fibrilar (alargada). Entonces, *una proteína es una cadena polipeptídica que adaptó su forma espacial*. Esta estructura tridimensional les permite "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 crees 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.

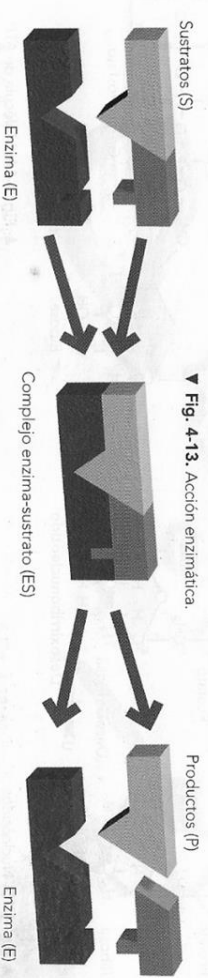


▲ Fig. 4-12. Estructuras de una proteína, la hemoglobina.

- 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?
- Justifica esta afirmación: "Toda proteína es un polipéptido, pero no todo polipéptido es una proteína."

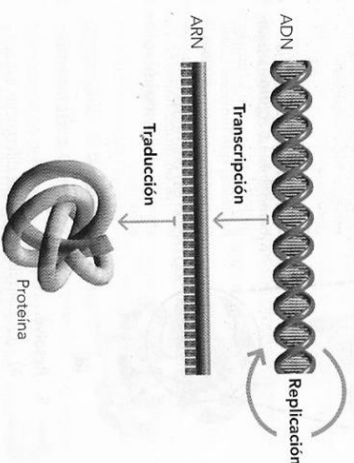


▼ Fig. 4-13. Acción enzimática.

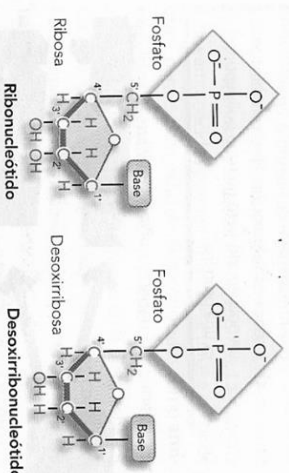
Los ácidos nucleicos: ADN y ARN

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

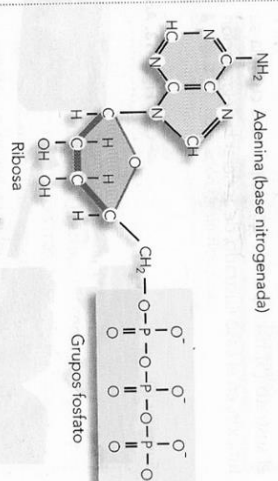
Los ácidos nucleicos se forman a partir de la unión de miles de **nucleótidos**. Como muestra la figura 4-15, cada nucleótido se forma a partir de:

- 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 remplazada 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.

Los hidratos de carbono

■ **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 **maltsa** (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

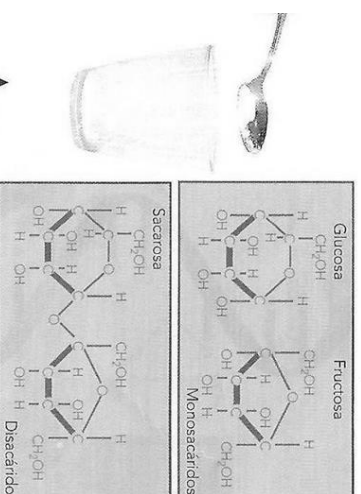
espacial sea diferente y, en consecuencia, también sus propiedades y su función.

■ **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.**

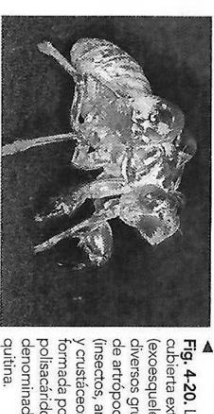
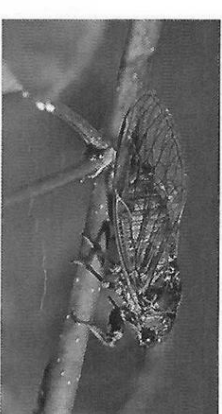
Como ya habrás notado, entre todos los ejemplos de carbohidratos que mencionamos aparecerón varios que no tienen sabor dulce, por lo tanto, los que suelen denominarse azúcares son moléculas relativamente pequeñas: monosacáridos y disacáridos. Los polisacáridos son moléculas y no tienen sabor dulce.

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.



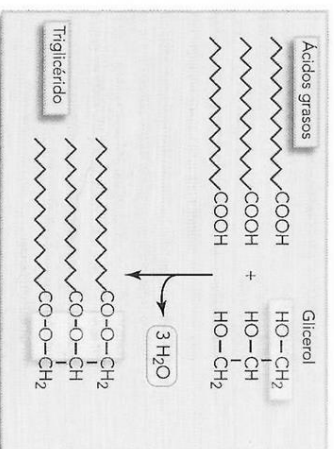
▲ Fig. 4-20. La cubierta exterior (exoesqueleto) de diversos grupos de artrópodos (insectos, arácnidos y crustáceos) está formada por un polisacárido denominado quitina.

Los lípidos

Todos escuchamos hablar alguna vez de las **grasas**, sustancias que en ocasiones tienen "mala prensa". Las grasas se incluyen en el grupo de los lípidos, un conjunto muy heterogéneo de biomoléculas, entre las que se encuentran también los **aceites**, las **ceras** y el **colesterol**, que cumplen funciones esenciales en los seres vivos. Se las incluye en este grupo por compartir una característica: *son insolubles en el agua y, por el contrario, solubles en solventes orgánicos* (benceno, cloroformo, acetona, etcétera).

Los lípidos están constituidos básicamente por tres elementos: C, H y O y en menor grado por N, P y S.

Tanto en las grasas como en los aceites están presentes los **triglicéridos** (figura 4-21), esto es, moléculas que resultan de la combinación de tres **ácidos grasos** (un tipo de lípidos) con una molécula de **glicerol**, de ahí su nombre. Las largas cadenas de ácidos grasos formadas por átomos de carbono e hidrógeno (representadas con líneas azules en la figura 4-21) le dan a estas moléculas la propiedad de ser **hidrofóbicas** (moléculas que son repelidas por el agua, o que no se pueden mezclar con ella). ¿Cuál es, entonces, la diferencia entre las grasas y los aceites? En que, según el tipo de ácidos grasos que forman estas moléculas, las grasas animales son sólidas a temperatura ambiente (alrededor de 20 °C), y los aceites vegetales son líquidos.



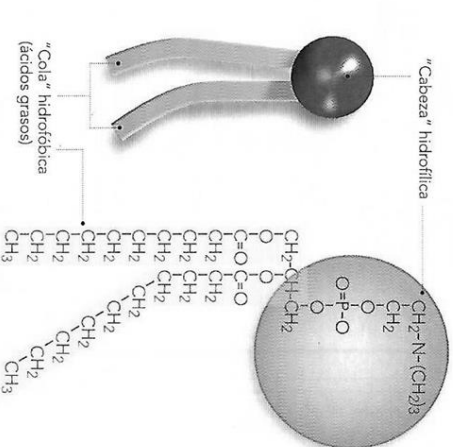
▲ Fig. 4-21. Un triglicérido es un tipo de lípido que se forma a partir de la unión de una molécula de glicerol y tres ácidos grasos. Estos se diferencian por el número de átomos de carbono que forman la cadena carbonada y por el número y la posición de los dobles enlaces.

6. Avertigüa por qué los lípidos tienen "mala prensa" si cumplen funciones esenciales en el organismo.

Los **fosfolípidos** son los principales componentes de las membranas celulares, que también incluyen otros lípidos, como el colesterol. Tienen una "cabeza" **hidrofílica** ("amante" del agua, presenta afinidad química con ella, tiende a acercarse) y la "cola" hidrofóbica (formada por las cadenas carbonadas de dos ácidos grasos, figura 4-22).

Los lípidos cumplen funciones esenciales en los seres vivos. Veamos algunas de ellas.

- **Estructural.** Los fosfolípidos y el colesterol son componentes fundamentales de la membrana celular.
- **Energética.** Los triglicéridos se almacenan en el tejido adiposo de muchos animales y en las semillas y los frutos de algunos vegetales, y son utilizados para la obtención de energía cuando hay poca disponibilidad de glúcidos.
- **Protectora.** Las ceras forman cubiertas alrededor de las semillas y los frutos de las plantas, y sobre la piel, los pelos y las plumas de algunos animales brindándoles protección.
- **Reguladora del metabolismo.** Las vitaminas A, D, K y E, y algunas hormonas (por ejemplo, las sexuales) son lípidos que regulan numerosos procesos.
- **Reguladora de la temperatura.** En animales de zonas frías o ambientes marinos, las grasas almacenadas en el tejido adiposo debajo de la piel actúan como aislantes y favorecen la regulación de la temperatura corporal.



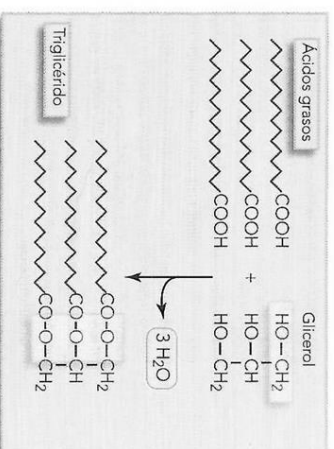
▲ Fig. 4-22. Representación esquemática de un fosfolípido. Las largas cadenas carbonadas de los ácidos grasos le confieren al fosfolípido su carácter hidrofóbico, mientras que la cabeza polar es hidrofílica.

Los lípidos

Todos escuchamos hablar alguna vez de las **grasas**, sustancias que en ocasiones tienen "mala prensa". Las grasas se incluyen en el grupo de los lípidos, un conjunto muy heterogéneo de biomoléculas, entre las que se encuentran también los **aceites**, las **ceras** y el **colesterol**, que cumplen funciones esenciales en los seres vivos. Se las incluye en este grupo por compartir una característica: *son insolubles en el agua y, por el contrario, solubles en solventes orgánicos* (benceno, cloroformo, acetona, etcétera).

Los lípidos están constituidos básicamente por tres elementos: C, H y O, y en menor grado por N, P y S.

Tanto en las grasas como en los aceites están presentes los **triglicéridos** (figura 4-21), esto es, moléculas que resultan de la combinación de tres **ácidos grasos** (un tipo de lípidos) con una molécula de **glicerol**, de ahí su nombre. Las largas cadenas de ácidos grasos formadas por átomos de carbono e hidrógeno (representadas con líneas azules en la figura 4-21) le dan a estas moléculas la propiedad de ser **hidrofóbicas** (moléculas que son repelidas por el agua, o que no se pueden mezclar con ella). ¿Cuál es, entonces, la diferencia entre las grasas y los aceites? En que, según el tipo de ácidos grasos que forman estas moléculas, las grasas animales son sólidas a temperatura ambiente (alrededor de 20 °C), y los aceites vegetales son líquidos.



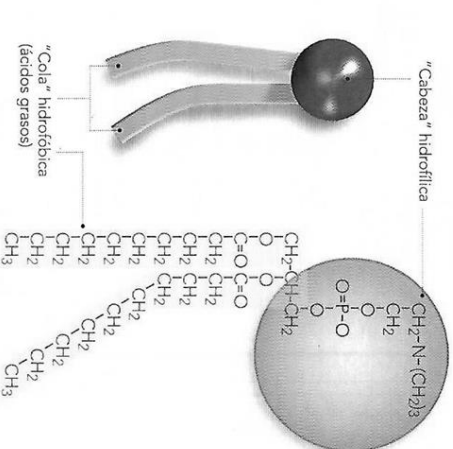
▲ Fig. 4-21. Un triglicérido es un tipo de lípido que se forma a partir de la unión de una molécula de glicerol y tres ácidos grasos. Estos se diferencian por el número de átomos de carbono que forman la cadena carbonada y por el número y la posición de los dobles enlaces.

6. Avertigüa por qué los lípidos tienen "mala prensa" si cumplen funciones esenciales en el organismo.

Los **fosfolípidos** son los principales componentes de las membranas celulares, que también incluyen otros lípidos, como el colesterol. Tienen una "cabeza" **hidrofílica** ("amante" del agua, presenta afinidad química con ella, tiende a acercarse) y la "cola" hidrofóbica (formada por las cadenas carbonadas de dos ácidos grasos, figura 4-22).

Los lípidos cumplen funciones esenciales en los seres vivos. Veamos algunas de ellas.

- **Estructural.** Los fosfolípidos y el colesterol son componentes fundamentales de la membrana celular.
- **Energética.** Los triglicéridos se almacenan en el tejido adiposo de muchos animales y en las semillas y los frutos de algunos vegetales, y son utilizados para la obtención de energía cuando hay poca disponibilidad de glúcidos.
- **Protectora.** Las ceras forman cubiertas alrededor de las semillas y los frutos de las plantas, y sobre la piel, los pelos y las plumas de algunos animales brindándoles protección.
- **Reguladora del metabolismo.** Las vitaminas A, D, K y E, y algunas hormonas (por ejemplo, las sexuales) son lípidos que regulan numerosos procesos.
- **Reguladora de la temperatura.** En animales de zonas frías o ambientes marinos, las grasas almacenadas en el tejido adiposo debajo de la piel actúan como aislantes y favorecen la regulación de la temperatura corporal.



▲ Fig. 4-22. Representación esquemática de un fosfolípido. Las largas cadenas carbonadas de los ácidos grasos le confieren al fosfolípido su carácter hidrofóbico, mientras que la cabeza polar es hidrofílica.