Logo Ministerio de educación



Guía de Apoyo Educativo en el área de

**QUÍMICA**

Ciencias Naturales

Bioquímica para educación media

Temas

Estereoquímica, carbohidratos, aminoácidos y proteínas, lípidos, vitaminas y hormonas, salud enfermedad y drogas

Autor:

Diana Cristina Benavides Peña

**PRESENTACIÓN**

La Guía de Apoyo Educativo (GAE) tiene como finalidad que a través de la adaptación de temas en el área de ciencias naturales específicamente en bioquímica, los estudiantes ciegos y de baja visión de educación media puedan acceder a temáticas establecidas por MEN según estándares en ciencias naturales, los cuales, son fundamentales para el aprendizaje accediendo está a través de la biblioteca virtual del INCI.

**OBJETIVOS**

Que tanto, los estudiantes con baja visión o ciegas puedan acceder a textos que contengan temas y actividades referentes a los mismos, como cualquier otro estudiante de educación media y así generar iguales condiciones en el proceso de aprendizaje.

Todas las personas sin importar su condición, puedan acceder a este texto de química para educación media a través de la biblioteca virtual del INCI.

*La presente guía de apoyo fue conformada a través de la adaptación de textos en bioquímica para educación media, por la licenciada en Química Diana Cristina Benavides Peña para el Instituto Nacional para Ciegos INCI, con destino a la Biblioteca Virtual.*

*Tenga en cuenta los siguientes aspectos para facilitar el uso de la presente guía:*

1. *Debido, que en bioquímica se manejan fórmulas y ecuación que con el editor de Word o simplemente con el procesador de texto no pueden ser elaboradas ya que de esta manera no son accesibles, encontrara varios objetos elaborados a través del programa 3D VIWER y Microsoft editor de ecuaciones 3. 0 que permiten que usted pueda conocer más sobre la lectura y escritura de estas fórmulas y ecuaciones químicas, por lo tanto le recomiendo cuando esté realizando la lectura, obviar información del tamaño del objeto ya que podría perder sentido la lectura.*
2. *En las imágenes que tienen alguna complejidad, encontrara de apoyo además del texto alternativo una descripción después de la imagen que es aún más precisa de lo que en ella se encuentra.*

# Estereoquímica

La estereoquímica es el estudio de los compuestos orgánicos en el espacio. Para comprender las propiedades de los compuestos orgánicos es necesario considerar las tres dimensiones espaciales. Las bases de la estereoquímica fueron puestas por Jacobus van’t Hoff y Le Bel, en el año 1874. De forma independiente propusieron que los cuatro sustituyentes de un carbono se dirigen hacia los vértices de un tetraedro, con el carbono en el centro del mismo.

## Estereoisomería

Una de las principales características de los carbohidratos es la estereoisomería. Como hemos mencionado antes, los isómeros son moléculas que poseen la misma fórmula molecular, pero que difieren en el arreglo o disposición relativa de los átomos dentro de la molécula.

Aquellas que implican la misma disposición relativa entre átomos, pero se diferencian en el arreglo espacial de los mismos, se denominan **isómeros espaciales** o **estéreoisómeros**, haciendo referencia al carácter tridimensional de las diferencias entre isómeros.

Los carbohidratos presentan un tipo particular de estereoisomería: isomería **óptica**, en la cual se tienen parejas de formas isoméricas llamadas **enantiómeros**. Los enantiómeros son *imágenes especulares no superponibles*.

En otras palabras, son pares de moléculas asimétricas, similares a la lo que sucede con la manos derecha e izquierda, que constituyen reflejos especulares una de otra y que no se pueden superponer, de tal manera que las posiciones de todas sus partes coincidan exactamente Cuando una molécula cumple estas condiciones es **quiral**, mientras que, si sus imágenes especulares son superponibles es **aquiral**.

1. Isómeros estructurales.

* Esqueleto o de cadena, ejemplo.

CH3-CH2-CH3; butano.

CH3-CH (CH3)-CH3; isobutano.

* De posición ejemplo:

CH3-CHOH-CH3; 2-propanol.

CH3-CH2-CH2-OH; propanol.

* De grupo funcional ejemplo:

CH3-CO-CH3: propanona.

CH3-CH2-COH: 2-propanol.

1. Espaciales o estéreoisómeros:

* Geométricos, ejemplo:

El cis-2-buteno.



El trans-2-buteno



* Ópticos (enaltíomeros): este tipo de compuesto que es característico de los carbohidratos suele escribirse de forma vertical ya que las posiciones levo y dexo deben aparecer en la molécula, con el fin de diferenciar entre uno y el otro ya que como se notara más adelante estos compuestos son diferentes aun cuando presenten los mismos átomos.

Imagen 1.Ácido láctico (+) dextrógiro.



Imagen 2.Ácido láctico (-) levógiro.



La C en un compuesto se relaciona con la existencia de por lo menos un átomo de carbono tetraédrico, enlazado con cuatro átomos o grupos de átomos diferentes. Este tipo de carbonos se denominan **asimétricos** o **quirales**  y suelen indicarse a través de un asterisco.

Los enantiómeros se diferencian asignando los signos  a cada una de las imágenes especulares, dependiendo de la desviación de la luz polarizada a la derecha o a la izquierda.

### Actividad óptica

La presencia de uno o más carbonos asimétricos confiere a las moléculas una propiedad especial, conocida como actividad óptica. La actividad óptica de una sustancia se refiere a la capacidad de ésta para desviar o rotar la luz polarizada. Un haz de luz ordinaria se compone de ondas electromagnéticas que oscilan perpendicularmente con respecto a la dirección de propagación de la luz. Por ejemplo, si un rayo de luz incide perpendicularmente sobre una hoja de papel las vibraciones emitidas por ese rayo de luz se representarían como una rueda de bicicleta. Sin embargo, es posible separar cada una de esas ondas. Por ejemplo, sustancias tales como el espato de Islandia y la turmalina, así como filtros de polarización, dejan pasar a través de sus cristales solamente la luz que vibra en un plano. Un haz de luz con estas características se conoce como **luz polarizada**.

Las moléculas con actividad óptica pueden hacer rotar un haz de luz polarizada hacia la derecha o hacia la izquierda, en relación con la dirección de propagación inicial del rayo. Por convención, el enantiómero que desvía la luz hacia la derecha corresponde a la imagen especular  y se denomina **dextrógiro**, mientras que el enantiómero es aquel que desvía la luz polarizada hacia la izquierda y se denomina por tanto, **levógiro**.

El ángulo de rotación del rayo de luz polarizada es característico de cada sustancia y se denomina a. Cada enantiómero de una determinada sustancia presenta un valor de a igual en magnitud pero de signo contrario.

Imagen 3. Ácido láctico quiral.



Imagen 4.Ácido láctico aquiral.



Cuando una molécula posee más de un carbono quiral, existe más de una pareja de enantiómeros, como se puede observar en el siguiente ejemplo, para la treonina o ácido 2-amino-3-hidroxibutanoico

Imagen 5. Estructura I de la treonina o ácido 2-amino-3-hidroxibutanoico.



Imagen 6. Estructura II de la treonina o ácido 2-amino-3-hidroxibutanoico.



Imagen 7. Estructura III de la treonina o ácido 2-amino-3-hidroxibutanoico.



Imagen 8.Estructura IV de la treonina o ácido 2-amino-3-hidroxibutanoico.



Las parejas I-II y III-IV son enantiómeros entre sí, mientras que las formas I y III y II y IV no son imágenes especulares una de otra, por lo que no son enantiómeros. Estas parejas se denominan entonces **diastereoisómeros**.

Entre más centros quirales posea una molécula, más parejas de enantiómeros presentará. Así, el número máximo de estéreoisómeros posibles en una molécula con *n* carbonos quirales diferentes entre sí es 2*n*.

### Significado bioquímico de la isomería óptica

Aunque los enantiómeros presentan las mismas propiedades físicas a excepción de su actividad óptica, bioquímicamente se comportan de formas muy diferentes, especialmente, cuando se relacionan con moléculas asimétricas y ópticamente activas. Por ejemplo, la terramicina posee 64 isómeros ópticos, de los cuales sólo uno es útil como antibiótico.

¿Cómo se explican esta diferencia? Para que una determinada molécula tenga efectos fisiológicos debe ser reconocida por un receptor dentro del organismo. Los receptores suelen ser altamente específicos; por esta razón sólo uno de los enantiómeros puede activar un determinado receptor y así desencadenar una serie de respuestas bioquímicas en el cuerpo.

### Breve resumen del descubrimiento de la isomería óptica.

En 1815, el físico **Jean-Baptiste Biot** descubrió que algunas sustancias, como el alcanfor y el azúcar tenían la particularidad de cambiar el plano de propagación de un haz de luz polarizada. Sin embargo, los contemporáneos de Biot no prestaron mucha atención a su descubrimiento.

Hubo que esperar hasta 1849, para que los fundamentos de la isomería óptica fueran establecidos. Esto ocurrió gracias a los trabajos de **Louis**

**Pasteur**, en sales cristalinas del ácido tartárico, derivado de la fermentación del vino.

Pasteur observó que al recristalizar una solución concentrada de tartrato amónico de sodio por debajo de 28 °C, se precipitaban dos tipos de cristales, los cuales eran imágenes especulares no superponibles uno del otro. Trabajando con gran precisión logró separar los dos tipos de cristales y analizar sus propiedades. Así, notó que ambos tipos de cristales eran ópticamente activos y que además, la magnitud de la rotación que cada uno provocaba en un haz de luz polarizada era igual en magnitud pero ocurría hacia lados opuestos, una a la derecha y otra a la izquierda. Igualmente, observó que una mezcla 50:50 de ambas sales era ópticamente inactiva.

Pasteur explicó estos resultados diciendo: “*.no hay duda de que en el ácido tartárico dextro existe un arreglo asimétrico que tiene una imagen no superponible. Y no es menos cierto que los átomos del ácido levo poseen precisamente el arreglo asimétrico inverso*”.

La capacidad de predicción de Pasteur fue extraordinaria, pues 25 años después, sus hipótesis fueron confirmadas. En 1874, el alemán **Van’t**

**Hoff** y el francés **Le Bel**, propusieron independientemente una explicación para la asimetría de las moléculas ópticamente activas, señalando que todas ellas poseían al menos un átomo de carbono unido a cuatro sustituyentes diferentes. Esta asimetría era la responsable de la imposibilidad de superponer las imágenes especulares correspondientes a las formas dextro y levo.

# Carbohidratos

Históricamente los **carbohidratos** o **hidratos de carbono**, como se les conocía antes, deben su nombre a que en su fórmula mínima los átomos de carbono van unidos con átomos de hidrógeno y oxígeno que están entre sí en la relación de dos a uno, que es la misma relación entre los átomos de hidrógeno y oxígeno cuando forman agua, de ahí la errónea idea de que los carbohidratos estaban formados por átomos de carbono unidos a determinado número de moléculas de agua.

Es decir que los carbohidratos o hidratos de carbono están formados por carbono (**C**), hidrógeno (**H**) y oxígeno (**O**) con la formula general **(CH2O)n, donde la letra n minúscula indica la cantidad de veces que se presenta la estructura que está en el paréntesis.**

Los carbohidratos incluyen azúcares, almidones, celulosa, y muchos otros compuestos que se encuentran en los organismos vivientes.

Funcionalmente, se definen como funciones mixtas formadas por grupos hidroxilo que provenientes de los alcoholes y grupos carbonilos provenientes de aldehídos o cetonas. Es decir, pueden ser polihidroxialdehídos o polihidroxicetonas, dependiendo de los grupos funcionales presentes.

La gran mayoría de los carbohidratos son sintetizados por las plantas verdes durante la fotosíntesis, un proceso complejo en el cual el dióxido de carbono se convierte en glucosa. Muchas moléculas de glucosa son unidas químicamente y almacenadas por la planta en forma de celulosa o almidón.

Se ha hecho una estimación de que más del 50% del peso seco de la biomasa del planeta, incluyendo animales y plantas está formada por polímeros de glucosa. Cuando se ingieren y se metabolizan, los carbohidratos constituyen la principal fuente de energía para los organismos. De esta forma los azúcares actúan como los intermediarios químicos en los que la energía solar se almacena y se utiliza para sostener el ciclo de la vida.

De forma abreviada la fotosíntesis se puede representar de la siguiente manera:



La ecuación anterior indica que seis moles de dióxido de carbono más seis moles de agua en presencia de luz solar produce seis moles de oxígeno más glucosa que en presencia de más glucosa sintetizan celulosa.

## Clasificación

De manera general, los carbohidratos se pueden dividir en **simples** y **complejos**. Los azúcares simples, como la glucosa, son carbohidratos que no pueden ser hidrolizados en moléculas más pequeñas. Los carbohidratos complejos están constituidos por la unión de dos o más azúcares simples. Por ejemplo, la sacarosa es un dímero compuesto por dos unidades de glucosa, mientras que la celulosa es un polímero de la glucosa. De acuerdo con el número de unidades simples que posea un carbohidrato, podemos diferenciar: **monosacáridos**, **disacáridos** y **polisacáridos**. Los monosacáridos son azúcares simples, los disacáridos están compuestos por dos monosacáridos y los polisacáridos, por más de dos unidades simples.

Dentro de los monosacáridos podemos encontrar varios tipos de azúcares, de acuerdo con el número de carbonos que posea la molécula. Así, las triosas tienen 3 carbonos, las pentosas 5, y las hexosas, 6 carbonos. Por otro lado, según el grupo funcional, los monosacáridos pueden ser **aldosas**, si tiene el grupo aldehído, o **cetosas**, si tiene un grupo cetónico.

Resumen de la clasificación de carbohidratos.

Los carbohidratos se clasifican en simples y complejos:

* ***Los simples***: son llamados monosacáridos los cuales pueden ser según su grupo funcional en aldosas o cetosas y también se clasifican según el número de carbonos como triosas para tres carbonos, tetrosas para cuatro carbonos, pentosas para cinco carbonos, hexosas para seis carbonos y así sucesivamente.
* ***Los complejos***: son formados por monosacáridos entre los que encontramos de forma general los disacáridos y polisacáridos.

### Monosacáridos

Los azúcares son moléculas complejas con más de un carbono quiral, por lo que el número de estéreoisómeros posibles puede ser grande. Por ejemplo, una pentosa, con 3 carbonos quirales tiene 23 = 8 estéreoisómeros posibles y una hexosa, con 4 carbonos quirales, tiene 24 =16 estéreoisómeros posibles. Sin embargo, de todos los posibles estéreoisómeros, en la naturaleza sólo se presentan unos pocos.

El gliceraldehído es el monosacárido más sencillo que existe. Con base en su estructura se define otra clasificación de los carbohidratos: los tipos D y L

Tenga en cuenta que estas letras son mayúsculas, y que los aldehídos se representan con las letras COH que indica que el carbono tiene un doble enlace con el oxígeno y un enlace sencillo con el hidrógeno. La función ácido con las letras COOH es decir que el doble enlace con el oxígeno y un enlace con el OH o también llamado grupo hidroxilo.

Imagen 9. L-gliceraldehído



Imagen 10.D -gliceraldehído.



#### Azúcares D y L

Retomando la estructura del (d-gliceraldehído), se diferencia del (l-gliceraldehído) en que el grupo OH del segundo carbono, es decir, el carbono quiral está a la derecha o a la izquierda respectivamente. Esto es cierto no sólo en el papel, esquemáticamente, sino en la forma tridimensional de la molécula, por lo que tradicionalmente, a estas configuraciones se las denominó D y L (por dextrógira o derecha y levógira o izquierda). Así, cuando un monosacárido presenta el grupo OH del carbono más alejado del grupo carbonilo, es decir el carbono equivalente al C2 del gliceraldehído a la derecha, se denomina D. Igualmente, si el OH está a la izquierda de la molécula es de tipo L. Aun cuando ambas formas son igualmente posibles, en la naturaleza predominan las formas D sobre las L.

Dado que esta denominación es enteramente relativa al gliceraldehído, los carbohidratos D o L con mayor número de carbonos no necesariamente son dextrógiros.

#### EstructuraS de los monosacáridos Dexo.

##### TRIOSAS

Imagen 11 .D- Gliceraldehído



##### TETROSAS

Imagen 12. D-Eritrosa.



Imagen 13. D-Tetrosa.



##### PENTOSAS

Imagen 14.D-Ribosa.



Imagen 15.D-Arabinosa



Imagen 16. D-Xilosa



Imagen 17.D-Xilosa.



##### hexosas

Imagen 18.D-Alosa.



Imagen 19. D-Altrosa



Imagen 20.D-Glucosa.



Imagen 21. D-Manosa.



Imagen 22.D-Gulosa.



Imagen 23.D-Idosa.



Imagen 24.D-Talosa.



#### Estructuras cíclicas

Los carbohidratos son moléculas poli funcionales. Como hemos mencionado poseen grupos funcionales hidroxilo o alcoholes y grupos carbonilo, que pueden ser aldehídos o cetonas. Esta situación hace posible la interacción entre diferentes grupos funcionales dentro de una misma molécula.

Recordemos que los alcoholes reaccionan con los aldehídos para formar **hemiacetales** y con las cetonas para dar lugar a **hemicetales**. En las hexosas, esta reacción ocurre, entre el carbono 1 o 2, portadores de los grupos aldehído o cetona respectivamente y el grupo OH del carbono

5, dando como resultado la formación de un anillo heterocíclico, de seis o de cinco miembros, según el caso.

Aun cuando, en teoría, cualquiera de los grupos OH puede dar lugar a una forma cíclica, las formas de 5 y 6 lados son las más frecuentes y estables en la naturaleza. Los carbohidratos cíclicos de cinco átomos se conocen como **furanosas** haciendo referencia al furano, un éter cíclico de cinco puntas. Análogamente, las formas cíclicas de seis puntas se denominan **piranosas**, pues el pirano es un éter cíclico de seis puntas. Como ya habrás notado, existen varias maneras para representar la configuración tridimensional de una molécula.

Las estructuras cíclicas de los carbohidratos, al igual que los cicloalcanos, se pliegan para lograr mayor estabilidad. La mayoría de las aldohexosas en solución se encuentran en forma de piranosas y en menor proporción como furanosas.

#### Isómeros alfa y beta

Dado que el anillo resultante de la formación de hemiacetales y hemicetales, es una estructura más o menos plana, algunos grupos quedan ubicados por debajo del anillo, mientras que otros permanecen por encima de éste. De acuerdo con las posiciones relativas del grupo CH2OH del carbono 5 y del grupo OH del carbono 1, se pueden tener dos formas isómeras, denominadas alfa y beta. Cuando los grupos CH2OH y OH se encuentran en relación cis, es decir, al mismo lado del anillo, la forma es de tipo beta, mientras que, si CH2OH y OH se encuentran cada uno a un lado del anillo, es decir, en relación trans, se tiene un isómero alfa.

Los isómeros a y b poseen propiedades físico-químicas diferentes y la conversión entre uno y otro implica la apertura del anillo, por hidrólisis del enlace –O- y la reciclación, de manera que los grupos H y OH unidos al carbono 1 cambien de lado. Así, una solución de D-glucosa, a temperatura ambiente, contiene una mezcla en equilibrio compuesta en un 36% por la forma a y en un 64% por la b. Esta solución, tiene a su vez unas propiedades químicas características, diferentes a las de los isómeros puros.

La forma beta es más estable que la alfa y por tanto es más abundante en la naturaleza. Esto se debe a que en este caso, los grupos OH se hallan alternados arriba y abajo del anillo.

#### Propiedades físico-químicas

Los monosacáridos presentan un comportamiento similar al de los alcoholes y los compuestos carbonílicos. Así, son muy solubles en agua e insolubles en solventes apolares, debido a que poseen varios grupos

OH (polares).

Al igual que los alcoholes, pueden formar éteres, cuando reaccionan con halogenuros de alquilo o ésteres, cuando reaccionan con derivados de ácidos, como los halogenuros de acilo. Los ésteres y éteres derivados de carbohidratos son insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos apolares, como el éter, pues carecen de grupos OH libres.

Los grupos carbonilo de las aldosas reaccionan positivamente con los reactivos de Fehling y Tollens. Recordemos que estos reactivos se usan para diferenciar aldehídos de cetonas, pues los primeros se oxidan, mientras que las cetonas no. Estas pruebas se usan para diferenciar **azúcares** **reductores** (aldosas y algunas cetosas) de **azúcares no reductores** (cetosas y algunos disacáridos). Los azúcares reductores, al oxidarse, es decir, al perder electrones son capaces de reducir el reactivo, produciendo el cambio de color característico. En el caso del reactivo de Tollens se forma un espejo de plata metálica, mientras que en la prueba de Fehling se observa un precipitado rojo ladrillo.

#### Formación de glicósidos

Una de las reacciones más importantes de los azúcares simples es la formación de **glicósidos**. Se trata simplemente de la formación de un acetal a partir del hemiacetal inicial. Involucra por tanto, el grupo OH del carbono 1 y el OH de cualquiera de los otros carbonos, que por lo general es el carbono 4. De este modo se forman carbohidratos complejos (disacáridos y polisacáridos). El enlace que une a varios monosacáridos entre sí se denomina enlace **glicosídico** y durante su formación se libera una molécula de agua. Análogamente, a través de la hidrólisis en medio ácido, los carbohidratos complejos se pueden descomponer en unidades menores, pues una molécula de agua se incorpora nuevamente al enlace glicosídico, rompiéndolo.

Cuando la unión de dos monosacáridos involucra los carbonos 1

(Hemiacetálicos) de ambas moléculas, el disacárido resultante es no reductor, pues los grupos aldehído, susceptibles de ser oxidados se encuentran formando el enlace glicosídico. Algunos de los disacáridos más comunes son:

* La **sacarosa**: llamada también azúcar de caña, se encuentra especialmente en la caña de azúcar y en la remolacha, aunque también está presente en la patata, el maíz, la zanahoria y otros vegetales. Está formada por una molécula de a-D-glucosa y otra de b-D-fructosa unidas a través de los grupos OH de los hemiacetales, ubicados en el carbono 1 de la glucosa y el carbono 2 de la fructosa. Esto explica por qué la sacarosa es no reductora y no reacciona con el reactivo de Fehling.
* La **lactosa**: es el azúcar presente en la leche. Está constituida por una molécula de a-D-glucosa y otra de b-D-galactosa, unidas por los grupos OH de los carbonos 1 de la glucosa y 4 de la galactosa. Debido a que el enlace glicosídico involucra solo uno de los grupos hemiacetales, la lactosa es un azúcar reductor.
* La **maltosa**: se conoce también como azúcar de malta, pues se encuentra en los granos de malta o cebada germinada. Está constituida por dos unidades de D-glucosa, enlazadas por lo carbonos 1 y 4 de cada una, por lo que es un azúcar reductor, positivo a las pruebas de Fehling y Tollens.

### Polisacáridos

Los polisacáridos son azúcares complejos constituidos por muchas moléculas de monosacárido, por lo que presentan un peso molecular elevado. Se diferencian de los azúcares sencillos en varios aspectos. En primer lugar, no tienen sabor dulce, por lo general son insolubles en agua y, debido al gran tamaño de sus moléculas, se disuelven por medios químicos formando soluciones coloidales. Aunque la mayoría de los polisacáridos presentan un monosacárido terminal con carácter reductor, su contribución a las propiedades de la molécula disminuye al aumentar el tamaño de la misma.

En cuanto a su función, los polisacáridos son reservorios de energía y constituyen estructuras rígidas y resistentes que dan soporte a los organismos. Por ejemplo, la madera, en los troncos de los árboles está conformada principalmente por celulosa, un polisacárido de glucosa y el pan, alimento rico en energía se compone de almidón, también polisacáridos de la glucosa.

Los polisacáridos más abundantes en los seres vivos son: El almidón, el glucógeno y la celulosa.

**Almidón**: es la forma más importante de almacenamiento de azúcares en las plantas y se encuentra en forma de gránulos blancos dentro de las células o en órganos especiales, como las raíces (por ejemplo la yuca) y los tubérculos (como la papa). El almidón está constituido por dos componentes en proporciones 1:3: **amilasa** y **amilopectina**. La amilasa es un polímero no ramificado de alrededor de 600 unidades de a-D-glucosa, unidas por enlaces 1,4. La amilopectina, está constituida por cerca de 6.000 unidades de alfa-D-glucosa unidas por enlaces 1,4 y 1,6. Estos últimos dan lugar a ramificaciones en las cadenas lineales.

**Glucógeno**: es similar a la amilopectina, pero más ramificada y constituida por unas 100.000 unidades de alfa-D-glucosa, enlazadas también por los carbonos 1-4 y 1-6. Es la forma como los animales almacenan energía. En los mamíferos el glucógeno se acumula principalmente en el hígado, desde donde se liberan unidades de glucosa según las necesidades del organismo.

**Celulosa**: constituye el armazón estructural de las células vegetales, confiriéndole así la rigidez y resistencia propia de algunas partes de las plantas, como troncos y cascarones de algunas frutas. Está conformada por cadenas lineales de unas 3.000 unidades de b-D-glucosa ligadas por enlaces 1,4.

## Metabolismo de carbohidratos

El metabolismo es el conjunto de transformaciones fisicoquímicas (especialmente las producidas por la acción enzimática) que ocurren en un organismo vivo, así como su integración y regulación. A continuación se presenta en forma muy breve los distintos estadios que atraviesan los carbohidratos cuando son ingeridos a través de la dieta.

**Digestión salivar**: al masticar los alimentos ingeridos por la boca, se trituran en pequeños fragmentos y se mezclan con la saliva. La saliva contiene una enzima, llamada **ptialina**, que cataliza la hidrólisis del almidón en maltosa, un disacárido de glucosa.

* **Digestión gástrica**: una vez en el estómago, los alimentos se mezclan con los **jugos gástricos** en un medio ácido, con lo cual se facilita la hidrólisis de las unidades menores de maltosa, amilopectina y amilasa, en glucosa.
* **Digestión intestinal**: del estómago, los almidones parcialmente digeridos pasan al intestino delgado, donde una serie de enzimas se encargan de romper los enlaces entre estos disacáridos, liberando monosacáridos.
* **Absorción**: los monosacáridos, como glucosa, fructosa y galactosa son entonces absorbidos a través de las células que recubren el intestino delgado y pasan al torrente sanguíneo. Una vez allí son distribuidos a los diferentes tejidos del cuerpo donde son utilizados para obtener energía.
* **En las células**: en las células animales y especialmente en los mamíferos, los diferentes monosacáridos son convertidos enzimáticamente a glucosa, que es el principal combustible del organismo. La glucosa es luego fosforilada, es decir, se adiciona una unidad de fosfato a su estructura, a través de un proceso que requiere energía. Esta energía es suministrada por una molécula conocida como **ATP** o **adenosintrifosfato**. De esta forma se obtiene la glucosa 6-fosfato, desde y hacia la cual confluyen varias rutas metabólicas. Algunas de estas son:
* **Glucólisis**: para obtener energía de la glucosa es necesario romper los enlaces entre los átomos que la conforman. Esto se hace a través de varios pasos, cada uno de los cuales implica la acción de una enzima específica. La glucólisis o glicolisis, es la vía metabólica encargada de oxidar la glucosa con la finalidad de obtener energía para la célula.
* **Glucogénesis**: después de una comida rica en carbohidratos, la glucosa absorbida pero no utilizada de inmediato se convierte en glucógeno y es almacenada como reserva energética. La glucogénesis es la ruta anabólica por la que tiene lugar la síntesis de [glucógeno](http://www.quimica.es/enciclopedia/Gluc%C3%B3geno.html) (también llamado glicógeno) a partir de un precursor más simple, la glucosa-6-fosfato.
* **Glucogenólisis**: consiste en la degradación del glucógeno a moléculas de glucosa, que son luego distribuidas a lugares en el cuerpo donde se necesite energía, como el cerebro o los músculos. La glucogenólisis es un proceso catabólico llevado a cabo en el citosol que consiste en la remoción de un monómero de glucosa de una molécula de glucógeno mediante fosforilación para producir glucosa 1 fosfato, que después se convertirá en glucosa 6 fosfato, intermediario de la glucólisis.
* **Gluconeogénesis**: cuando las reservas de glucosa del cuerpo se agotan y no ocurre ingestión de los mismos, las células pueden fabricar glucosa, a partir de otros compuestos orgánicos como proteínas o pequeños ácidos, con un considerable gasto de energía. Esto se hace porque algunos órganos, como el cerebro, no pueden obtener energía de fuentes distintas a la glucosa.

La ocurrencia de una u otra de estas vías metabólicas depende de los requerimientos del organismo.

# Aminoácidos y proteínas

Los aminoácidos son como los ladrillos de una construcción a partir de los cuales se fabrican las proteínas. Aunque existen más de 300 aminoácidos diferentes en la naturaleza, sólo 20 hacen parte de las proteínas presentes en los seres vivos. Las proteínas constituyen un tipo de macromolécula con múltiples funciones. Revisemos.

## Introducción

Las proteínas son polímeros cuyos monómeros son los aminoácidos. Las propiedades biológicas de proteínas se relacionan con el tipo de aminoácidos constituyentes y el orden en que estos se encuentren acoplados. Estas condiciones determinan la estructura tridimensional de las proteínas, la cual tiene gran importancia biológica.

Las proteínas desempeñan funciones muy variadas en los organismos vivos. Por ejemplo, constituyen el soporte físico del cuerpo, en el metabolismo, sirven como hormonas, portadores de vitaminas, oxígeno y bióxido de carbono y como enzimas. También llevan a cabo actividades de señalización y defensa. Así, la piel y las uñas están hechas de queratina, la seda de fibroína, los tendones y los cartílagos de colágeno, para nombrar sólo algunos ejemplos de proteínas estructurales. Las hormonas insulina y glucagón son ejemplos de proteínas con función reguladora. Específicamente, estas hormonas se encargan de regular los niveles de glucosa en la sangre. Por último, los anticuerpos son también proteínas encargadas de la defensa del organismo.

## Aminoácidos

Los aminoácidos constituyen una clase de compuestos orgánicos que contienen simultáneamente los grupos funcionales amino (NH2) y carboxilo (COOH). Aquellos que forman parte de las proteínas en los seres vivos poseen los grupos COOH y NH2 unidos al carbono alfa (el carbono adyacente al carbono carbonilo), por lo que se conocen como alfa aminoácido. La estructura general de un aminoácido es: (Recuerde que la letra R representa la cadena de carbonos que se puede enlazar al compuesto o función, y el guion representa el enlace.

R-CH (NH2)-COOH

La identidad del grupo R diferencia un aminoácido de otro. Por ejemplo, en la glicina R es un átomo de hidrógeno, mientras que en la alanina es un radical CH3.

### Nomenclatura

Los aminoácidos son, desde el punto de vista de su estructura, aminas sustituidas. Sin embargo, en la mayoría de los casos y especialmente aquellos de interés bioquímico, se conocen a través de nombres comunes y de abreviaturas derivadas de éstos.

Tabla 1, listado de los 20 aminoácidos con los códigos que se utilizan para su identificación. (Lea la tabla de por filas para su mejor comprensión).

| **Código (1 letra mayúscula)** | **Código (3 letras)** | **Aminoácido** |
| --- | --- | --- |
| **A** | **Ala** | **Alanina** |
| **R** | **Arg** | **Arginina** |
| **N** | **Asn** | **Asparagina** |
| **D** | **Asp** | **Aspartato** |
| **C** | **Cys** | **Cisteína** |
| **Q** | **Gln** | **Glutamina** |
| **E** | **Glu** | **Ácido glutámico** |
| **G** | **Gly** | **Glicina** |
| **H** | **His** | **Histidina** |
| **I** | **Ile** | **Isoleucina** |
| **L** | **Leu** | **Leucina** |
| **K** | **Lys** | **Lisina** |
| **M** | **Met** | **Metionina** |
| **F** | **Phe** | **Fenilalanina** |
| **P** | **Pro** | **Prolina** |
| **S** | **Ser** | **Serina** |
| **T** | **Thr** | **Treonina** |
| **W** | **Trp** | **Triptófano** |
| **Y** | **Tyr** | **Tirosina** |
| **V** | **Val** | **Valina** |

### Clasificación

Como mencionamos anteriormente, lo que caracteriza a los diferentes aminoácidos es el grupo R unido al carbono a. En este sentido, existen aminoácidos **neutros**, **ácidos** y **básicos**. En los neutros el grupo R carece de carga y las cargas de los grupos NH2 y COOH disociados, se equilibran. En este caso, R puede ser alifático o aromático. En los ácidos, R presenta un grupo COOH, adicional, por lo que a pH neutro (cerca de 7,3 en el interior de las células) estos aminoácidos se encuentran disociados, como iones carboxilato. Por último, los básicos poseen un grupo R capaz de protonarse, por ejemplo, un grupo amino, el cual al pH celular se encuentra en forma de ion amonio.

De acuerdo con los requerimientos nutricionales de los organismos, los aminoácidos se clasifican como **esenciales** y **no esenciales**. Los primeros son aquellos que un organismo no puede sintetizar por sí mismo y por consiguiente deben obtenerse a través de la dieta. Para el hombre los aminoácidos esenciales son los siguientes: triptófano, lisina, fenilalanina, leucina, isoleucina, valina, treonina y metionina.

### Propiedades

#### Físicas

Los aminoácidos cuyo grupo R es apolar son hidrófobos, es decir, no solubles en agua, mientras que aquellos en los cuales R es polar son hidrófilos y solubles en agua. En general, los aminoácidos son sólidos cristalinos iónicos. Sus puntos de fusión son más altos que los correspondientes a moléculas orgánicas de peso molecular semejante.

#### Químicas

Al poseer en la molécula un grupo carboxilo y un grupo amino, los aminoácidos presentan carácter **anfótero**, es decir, actúan como ácidos y como bases dependiendo del medio donde se encuentren. Si la solución está saturada con iones H1 (pH bajo), ambos grupos se encuentran protonados (como COOH y  respectivamente), por lo que el aminoácido tiene una carga positiva.

En medios básicos, el grupo COOH se encuentra disociado, como y el grupo amino se presenta como NH2, por lo que el aminoácido posee carga negativa. En otras palabras, ambos grupos ceden protones a la solución. De acuerdo con lo anterior, en algún valor de pH un aminoácido dado se encuentra en equilibrio, en forma de ion dipolar neutro, con el grupo carboxilo disociado y el grupo amino, protonado. Este valor se conoce como **punto isoeléctrico.**

El punto isoeléctrico de cada aminoácido depende de su estructura. Así, los aminoácidos neutros presentan su punto isoeléctrico cerca al pH neutro, mientras que los aminoácidos ácidos, encuentran el equilibrio a pH más bajo, de manera que se logre inhibir la disociación del grupo COOH adicional. De modo similar, los aminoácidos básicos tienen puntos isoeléctricos a pH más alto, para así evitar la protonación del segundo grupo amino.

## Proteínas

Las proteínas son polímeros de aminoácidos. Debido a que incluyen, por lo general muchas unidades, son compuestos de elevado peso molecular. La unión entre aminoácidos ocurre a través de la reacción entre el OH del grupo carboxilo de uno de los aminoácidos y el grupo amino de otro, con pérdida de una molécula de agua, como se muestra a continuación, para alanina y serina:

Alanina más la serina produce alanilserina.

El enlace que se forma en este tipo de reacción se conoce como **enlace peptídico** y es similar al que da origen a las amidas. De tal manera que los extremos de este dímero poseen un grupo NH2 (extremo N-terminal) y un grupo COOH (extremo C-terminal), susceptibles de reaccionar con otros aminoácidos, y de esta forma, ampliar la cadena peptídica.

### Clasificación

De acuerdo con el número de aminoácidos que se encuentren acoplados, las cadenas se denominan **di**, **tri**, **tetra** o **polipéptidos**. Un **péptido** es una proteína relativamente pequeña, de 50 o menos aminoácidos. Cuando la cadena de aminoácidos es mayor se habla de proteínas, en forma general.

Por otro lado, si una proteína se compone únicamente de alfa aminoácidos se denomina **simple**, mientras que, si posee otros compuestos orgánicos en su estructura, como carbohidratos, lípidos o fosfatos, entre otros, se trata entonces de una proteína **conjugada.** Estos grupos, no proteicos reciben el nombre de **grupos prostéticos**. Por último, las proteínas se dividen en **fibrosas** y **globulares**, de acuerdo con su forma. Las fibrosas están constituidas por cadenas lineales de polipéptidos, arreglados en filamentos, por lo que suelen ser de consistencia oleosa e insoluble en agua. Estos rasgos hacen que sean materiales muy resistentes, por lo que encontramos proteínas fibrosas en las uñas, los músculos o los tendones. Por su parte, las proteínas globulares son semiesféricas, compactas, poseen cierta movilidad y son solubles en agua, razones por las cuales son, en su mayoría, enzimas. A continuación se mencionan las dos clasificaciones de las proteínas en globulares, cuales pertenecen a caca grupo y que función cumplen.

1. Proteínas globulares:

* Colágenos: Pezuñas de animales y tendones.
* Elastinas: Vasos sanguíneos y ligamentos.
* Fibrinógenos: Intervienen en la coagulación de la sangre.
* Queratinas: Piel, lana, plumas, seda, uñas.
* Miosinas: Músculos.

1. Proteínas fibrosas:

* Hemoglobina Transporte de oxígeno.
* Inmunoglobulinas Respuesta inmune.
* Insulina Regulación del metabolismo de la glucosa.

### Propiedades

* **Desnaturalización**: cuando las proteínas se calientan, se exponen a la acción de radiación ultravioleta o se tratan con soluciones de diferente naturaleza, alcohol, ácidos o bases diluidas, acetona, etc. Experimentan cambios muy notables en su solubilidad y en sus propiedades biológicas. En la mayoría de los casos estos cambios son irreversibles.
* Estudios realizados con rayos X muestran que la desnaturalización de las proteínas origina una disposición más al azar de las moléculas del polímero de proteína.
* **Punto isoeléctrico:** dado que los extremos N-terminal y C-terminal de una proteína conservan la capacidad de ionizarse dependiendo del medio en donde se encuentre dicha proteína, es posible definir el punto isoeléctrico de un polipéptido como el pH al cual los iones positivo y negativo se encuentran en equilibrio. Este valor, al igual que en los aminoácidos, varía de una proteína a otra.
* **Reacciones coloreadas:** existen una serie de pruebas químicas para determinar la presencia de proteínas en una solución o para identificar tipos específicos de aminoácidos en una proteína. Las pruebas más importantes son:
  + *Reacción de Biuret*: al mezclar una solución diluida de sulfato cúprico y urea con una solución de proteína débilmente alcalina aparece un color entre rosado y violeta. Esta prueba es muy general y sirve para detectar la presencia de proteínas y péptidos.
  + *Reacción xantoproteica*: el ácido nítrico concentrado reacciona con los núcleos aromáticos de los aminoácidos, formando compuestos nitrados de color amarillo intenso. Por lo tanto, esta prueba sirve para determinar la presencia de aminoácidos aromáticos (tirosina, triptófano y fenilalanina).
  + *Hidrólisis:* los enlaces peptídicos de una proteína cualquiera se pueden romper si se la trata con un ácido fuerte (por ejemplo, HCl o H2SO4) a altas temperaturas (110 °C). Si las condiciones son más suaves, se consigue una hidrólisis parcial, en la cual se obtienen segmentos peptídicos más pequeños que los iniciales. En los seres vivos, la hidrólisis de proteínas se realiza enzimáticamente y con una alta selectividad, que permite romper la proteína en puntos específicos. Por ejemplo, la tripsina, es una enzima digestiva que rompe las uniones peptídicas solamente entre lisina y arginina.

### Estructura de las proteínas

La mayoría de las propiedades biológicas, físicas y químicas de las proteínas, dependen de la forma tridimensional de las moléculas. Los diferentes rasgos de esta forma son la estructura de una proteína.

* **Estructura primaria**: describe la sucesión de aminoácidos que forman la cadena polipeptídica, sin tener en cuenta las interacciones internas entre diferentes aminoácidos de dicha cadena, que puedan ocasionar su plegamiento.
* **Estructura secundaria**: en este nivel de estructura se describe la interacción entre diferentes secciones polares de la cadena peptídica. Generalmente, estas interacciones se dan entre los grupos amino (específicamente residuos NH) y carboxilo (residuos C O) de diferentes aminoácidos, dando como resultado la formación de puentes de hidrógeno. En algunas proteínas, como las queratinas de lana, pelos y uñas, los puentes de hidrógeno ocurren con una periodicidad tal que se forma una hélice regular, en la cual cada vuelta consta de 3,6 aminoácidos. Esta conformación espacial se conoce como **hélice** alfa. Existe además otra conformación, conocida como **lámina** b, en la cual varias cadenas peptídicas, se encuentran acopladas paralelamente, a través de puentes de hidrógeno entre grupos C O y NH de diferentes cadenas
* **Estructura terciaria**: describe el plegamiento de estructuras secundarias como hélices y láminas, sobre sí mismas. Las fuerzas causantes de doblar estas estructuras son: **puentes disulfuro**, formados entre aminoácidos como cisteína y metionina y, **fuerzas de repulsión** y **atracción** entre aminoácidos hidrófobos e hidrófilos con respecto al medio acuoso circundante. De esta forma, los aminoácidos hidrófobos tienden a ubicarse en el interior de las proteínas, lo más alejados posible del agua del medio, mientras que los hidrófilos se ubican en la periferia. El resultado es una estructura tridimensional plegada y enrollada sobre sí misma en patrones complejos. Las proteínas globulares son ejemplos de este tipo de conformación.
* **Estructura cuaternaria**: se refiere a la forma en que se agrupan varias proteínas (con una estructura terciaria definida) para formar grandes agregados, multiméricos. Las diferentes proteínas se unen a través de enlaces débiles, no covalentes como puentes de hidrógeno y uniones electrostáticas.

### Funciones de las proteínas

Las proteínas cumplen numerosas funciones dentro de los organismos vivos, constituyendo cerca del 50% del peso seco de la mayoría de los organismos.

A continuación mencionaremos algunas de las más importantes, profundizando especialmente en la acción enzimática de estas macromoléculas.

#### Función estructural

Las proteínas son el material del cual están hechas muchas estructuras de soporte y protección externa, como la membrana celular, los cilios y los flagelos, las uñas, la piel y el pelo, los tendones y los músculos y las telarañas, entre otras.

#### Función de transporte

Algunas proteínas transportan sustancias de un lugar a otro dentro del organismo. Por ejemplo, la hemoglobina presente en los glóbulos rojos de la sangre, es la responsable de la fijación y el transporte de oxígeno, desde los pulmones hacia todas las células del cuerpo. De manera similar, la mioglobina, en los músculos, almacena el oxígeno necesario para la actividad muscular.

#### Función de defensa

Los **anticuerpos**, que defienden al organismo de agresores externos son proteínas altamente específicas, que sólo actúan en contra de determinados patógenos, como si fueran una imagen especular de estos que los neutralizan.

Los patógenos o agresores contienen **antígenos**, que son proteínas opuestas a los anticuerpos.

#### Función enzimática

Las enzimas son catalizadores biológicos que hacen posible la ocurrencia de reacciones vitales para los organismos, que de otra forma no ocurrirían o para las cuales serían necesarias temperaturas demasiado altas para permitir la supervivencia de dicho organismo. El papel enzimático de las proteínas es de suma importancia por lo que dedicaremos la siguiente sección a este tema.

### Las enzimas

Cada una de las reacciones químicas que se producen en el interior de las células son catalizadas y reguladas por enzimas específicas. Todas estas reacciones están acopladas de tal manera que, la ocurrencia de una es requisito para el inicio de la siguiente. Por esta razón, las enzimas, además de acelerar la velocidad de las reacciones químicas, regulan los procesos metabólicos. Por ejemplo, si la enzima encargada de adicionar un grupo fosfato a la glucosa llega a faltar, esta reacción no se producirá, es decir, no se formará la glucosa-6-fosfato y por tanto, todas las vías metabólicas derivadas de este paso (glucólisis, glucogénesis, etc.) no ocurrirán. Muchas enfermedades son resultado de alteraciones en la actividad enzimática.

Es el caso por ejemplo de la diabetes, producida por la incapacidad del organismo para sintetizar insulina, una enzima encargada de regular los niveles de glucosa en la sangre. Si la concentración de azúcar en el suero sanguíneo es demasiado alta, sobreviene un coma diabético, y en algunos casos, la muerte.

#### Funcionamiento de las enzimas

Como hemos dicho, muchas reacciones no podrían ocurrir bajo las condiciones de pH y temperatura del cuerpo de la mayoría de los organismos que habitan la Tierra. Las enzimas son las responsables de que dichas reacciones tengan lugar. Para ello, las enzimas actúan como una especie de puente que ponen en contacto los reactantes o él reactante y facilita la formación del o los productos. La molécula que se modifica para dar lugar al **producto (P)** y sobre la cual actúa directamente la enzima se denomina **sustrato (S)** de la enzima. Cada enzima actúa específicamente sobre un único sustrato o sobre un conjunto de sustratos muy similares en cuanto a la forma tridimensional de las moléculas.

Para ilustrar el modo de acción de las enzimas supongamos la transformación de un sustrato, S, para generar dos moléculas (el producto, P). En un primer paso, la enzima forma un **complejo activado** con el sustrato, de manera que propicia la ruptura de enlaces y por ende la formación de los productos. Al finalizar la reacción, el complejo activado se rompe y la enzima vuelve a su configuración inicial. Recordemos, que los catalizadores se caracterizan porque intervienen en las reacciones sin modificarse en sí mismos. En síntesis, las funciones más importantes de las enzimas durante una reacción son:

* Atraer el sustrato hacia su superficie para favorecer la colisión entre los reactantes.
* Mantener los reactantes en una posición determinada, con la orientación adecuada, para que se puedan formar o romper los enlaces requeridos.

#### Coenzimas y cofactores

Muchas enzimas necesitan una segunda molécula para cumplir su función catalítica, que puede ser de carácter orgánico o inorgánico. En el primer caso, se habla de una **coenzima**, mientras que, si la molécula adicional es inorgánica se trata de un **cofactor**.

Las enzimas, sin su correspondiente cofactor o coenzima son inactivas y se denominan **apoenzimas**. El conjunto formado por la apoenzima y la molécula adicional, se denomina **holoenzima**.

**Coenzimas**: son compuestos orgánicos de bajo peso molecular, que por lo general deben ser obtenidas de fuentes externas al organismo que las requiere, pues este no es capaz de sintetizarlas. Las **vitaminas** son coenzimas, que deben ser ingeridas en la dieta en dosis muy pequeñas, pero sin las cuales, muchos procesos metabólicos se ven alterados.

**Cofactores**: entre los más importantes están los iones (estos recuerde que se representan como superíndices seguidos del elemento) Zn2+, Co3+, K+, Fe2+, Mg2+ y Mn2+. Estos elementos deben ser ingeridos diariamente en dosis muy bajas, por lo que se conocen como **oligoelementos** o **minerales traza**. Entre las reacciones que necesitan coenzimas o cofactores están las oxidorreducciones, las reacciones de transferencia de grupo y las reacciones que forman enlaces covalentes. Por el contrario, las reacciones líticas, es decir que involucran ruptura de moléculas, como la hidrólisis de proteínas y polisacáridos son catalizadas por enzimas que no necesitan componentes adicionales.

#### Conformación de las enzimas

Para que una enzima pueda ejercer su acción catalítica debe poseer una **conformación tridimensional** especial. Cuando se pierde dicha conformación, ya sea por cambios en la temperatura y el pH del medio o por la presencia de iones u otros reactivos, la enzima pierde su capacidad catalítica. La desnaturalización de las proteínas implica la pérdida de la conformación espacial de las mismas y por tanto de su capacidad funcional. Las enzimas, como toda proteína, están formadas por gran cantidad de aminoácidos, con una estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria definida, que determina la forma de la molécula. En el caso de las enzimas, podemos identificar tres tipos de aminoácidos:

* **Aminoácidos estructurales**: constituyen el armazón básico o esqueleto de la molécula.
* **Aminoácidos de unión** o **fijación**: participan en la formación del complejo enzima-sustrato o complejo activado. Conforman una sección de la enzima conocida como **sitio activo**, que es el lugar en el cual ocurre el reconocimiento del sustrato por parte de la enzima y posteriormente, las reacciones químicas que modifican dicho sustrato para formar los productos.
* **Aminoácidos catalíticos**: participan directamente en la transformación química del sustrato.

#### Nomenclatura y clasificación

Hace poco menos de un siglo, sólo se conocían algunas enzimas, muchas de las cuales catalizaban la hidrólisis de enlaces covalentes. Estas enzimas se identificaban por la adición del sufijo **–asa** al nombre de la sustancia o sustrato que hidrolizaban. Con este criterio, por ejemplo, las **lipasas** hidrolizaban las grasas y las **proteasas**, hidrolizaban los enlaces peptídicos en las proteínas. Aunque todavía hoy se usan algunos de estos términos para referirse a las enzimas, los estudios han demostrado que las enzimas catalizan reacciones diferentes en el mismo sustrato, por ejemplo la oxidación o reducción de la función alcohol de un azúcar y aunque el sufijo asa se continúa usando, en la actualidad los nombres de las enzimas se refieren al tipo de reacción catalizada, más que al sustrato. Por ejemplo, las **deshidrogenasas** catalizan la eliminación de hidrógeno y las **transferasas**, catalizan reacciones que implican la transferencia de grupos químicos específicos entre dos moléculas.

#### Clasificación de las enzimas

1. Hidrolasas:

* Las lipasas son las que hidrolizan un grupo éster.
* Las proteasas son las que hidrolizan un grupo amida.

1. Isomerasas:

* Las Epimerasas son las que realizan isimerización de un centro estereogénico.

1. Ligasas:

* Las carboxilasas son las que adicionan CO2.
* Las Sintetasas son aquellas que favorecen la formación de un nuevo enlace.

1. Liasas:

* Las descarboxilasas son las que favorecen la pérdida de CO2.
* Las deshidrasas son las que favorecen la pérdida de agua.

1. Oxidoreductoras:

* Las deshidrogenasas son las que introducen un doble enlace por eliminación de hidrógeno.
* Las oxidasas son las que oxidan en las reacciones que lo requieren.
* Las reductasas son las ayudan a reducir en las reacciones que lo requieren.

1. Transferasas:

* Las cinasas se encargan de la trasferencia de un grupo fosfato.
* Las transaminasas se encargan de transferir un grupo amino.

### Síntesis de proteínas

En la medida en que las enzimas regulan el metabolismo, controlan casi la totalidad del funcionamiento de un organismo. Si a esto le sumamos la función estructural de las proteínas, vemos que los materiales de los que estamos hechos (piel, pelo, uñas, músculos, etc.) son básicamente proteínas. Eso nos lleva a preguntarnos, ¿mediante qué mecanismo se controla la síntesis de proteínas?, ¿cómo asegura un organismo que la enzima necesaria para un proceso se encuentre en el lugar y momento adecuados? La respuesta está en la genética. Como sabemos, las células de animales, plantas y hongos tienen **núcleo**. Dentro del núcleo se encuentran los **cromosomas**, compuestos básicamente de ácidos nucleicos, de los cuales hablaremos en la siguiente unidad. Por ahora basta con mencionar que la información genética se encuentra codificada en los ácidos nucleicos específicamente en el **ácido desoxirribonucleico** o **ADN** de tal manera que la maquinaria encargada de la síntesis de proteínas en las células decodifica o descifra este lenguaje cada vez que una nueva proteína va a ser fabricada. La transferencia de información desde el ADN hasta esta maquinaria se lleva a cabo gracias a la acción de otro ácido nucleico, el **ARN** o **ácido ribonucleico**. Dos tipos de ARN intervienen en la síntesis de proteínas: el **ARN mensajero** (ARNm) y el **ARN de transferencia** (ARNt). El primero se encarga de copiar la información que está en el ADN de los cromosomas y transportarla fuera del núcleo hasta la maquinaria de síntesis. El ARNt por su parte, traduce el mensaje al lenguaje de los aminoácidos, de modo que transfiere uno a uno, y en el orden correcto, los aminoácidos que deben ser ensamblados para formar la proteína deseada. La síntesis propiamente dicha se lleva a cabo en los **ribosomas**, organelos celulares compuestos por proteínas y ácidos nucleicos, ensamblados de tal forma que presentan una forma más o menos globular, con múltiples salientes y depresiones, similares a los sitios activos de las enzimas.

El proceso de síntesis de proteínas se puede resumir en tres etapas:

* **Iniciación**: el primer paso en la síntesis de proteínas es el ensamble del ARNm a una ribosoma. Luego, una molécula de ARNt, que es complementaria con una sección específica del ARNm se une a este y traduce la primera parte del mensaje: el nombre del primeraminoácido que debe ser colocado.
* **Elongación**: en seguida, un segundo ARNt se acopla con la siguiente sección del ARNm y transporta el segundo aminoácido, que es unido al primero a través de un enlace peptídico, gracias a la acción de una enzima, conocida como **peptidiltransferasa**. Este paso se repite tantas veces como aminoácidos haya en la proteína que se esté fabricando.
* **Terminación**: la elongación se detiene cuando se llega a una sección del ARNm en la cual se lee la orden de detener el proceso, por lo que los ARNt cesan de transportar aminoácidos y el nuevo polipéptido es liberado al citoplasma celular.

### Metabolismo de aminoácidos y proteínas

Muchos de los alimentos que consumimos diariamente son ricos en proteínas. Para poder utilizar estas macromoléculas, es necesario romper los enlaces peptídicos que unen los diferentes aminoácidos. De esta forma, es posible utilizar los aminoácidos separados para diferentes propósitos. Recordemos que, para la mayoría de los mamíferos, existen 10 aminoácidos esenciales, los cuales deben ser adquiridos de fuentes externas, pues nuestro organismo no puede sintetizarlos por sí mismo.

La digestión de las proteínas presentes en los alimentos empieza en el estómago. Allí, se secreta una enzima, la **pepsina**, cuya función es catalizar la hidrólisis de los enlaces peptídicos de las proteínas, con el fin de obtener péptidos más pequeños. El interior del estómago, en condiciones habituales, tiene un pH que oscila entre 1,6 y 1,8. Estas condiciones son ideales para la acción de la pepsina, cuyo pH óptimo está entre 1,5 y 2. Del estómago, los alimentos parcialmente digeridos que conforman una masa llamada **quimo** pasan al intestino delgado.

Allí, una serie de enzimas, como tripsina, quimotripsina y varias peptidasas, catalizan la ruptura de enlaces entre pares de aminoácidos específicos, con lo cual se van liberando paulatinamente cada uno de los aminoácidos presentes en las proteínas ingeridas.

Los aminoácidos se absorben directamente hacia el torrente circulatorio a través de la mucosa intestinal, mediante un proceso activo que requiere energía y la acción enzimática. Cada grupo de aminoácidos (ácidos, básicos y neutros) es absorbido a través de mecanismos específicos, con velocidades de absorción diferentes.

Los aminoácidos llegan finalmente a las células, donde son empleados, principalmente, para sintetizar nuevas proteínas. En menor medida, el nitrógeno presente en los aminoácidos es utilizado para sintetizar otros compuestos como hormonas, neurotransmisores o ácidos nucleicos.

A diferencia de los carbohidratos, los aminoácidos no se almacenan en el cuerpo, para ser utilizados luego, sino que deben ser excretados inmediatamente, si no son requeridos por las células. La principal ruta metabólica para degradar aminoácidos es la síntesis de urea, que es expulsada a través de la orina.

Alimentos ricos en proteína (carne, huevos, cerealesv entre otros) que pasan al estomago donde se produce la digestión convirtiendose en peptidos de menor tamaño que pasan al intestino delgado que por acción de la digestión se convierten en aminoácidos individuales que por absorción pasan a la sangrea cumplir funciones anabólicas y catsbolicas.

* Anabólicas: en las que se da la sintesis de proteínas y otros compuestos nitrogenados.
* Catabolicas: en la que se degrada la urea y luego se extrae a través de la orina.

## actividad

1. Explica qué tipo de estructuras presentan la hemoglobina, las proteínas globulares y la fibroína de la seda.
2. Cuando las proteínas son sometidas a la acción de agentes como el calor, el alcohol, los ácidos o bases experimentan cambios muy notables. Responde:
   1. ¿Qué nombre recibe este procedimiento?
   2. Expresa dos ejemplos de la cotidianeidad, en donde se observen estos cambios.
3. Responde: ¿Se pueden considerar a las proteínas como polímeros? Justifica tu respuesta.
4. En el laboratorio, al realizar el análisis de una muestra, se encuentra que esta es positiva a la reacción del Biuret y negativa a la reacción xantoproteica. Con estos datos determina qué clase de proteína contiene la muestra.
5. El colágeno es una proteína fibrosa que forma parte de los tendones y cartílagos, de gran resistencia a la tensión. La elastina es otra proteína que constituye los ligamentos. Explica.
   1. ¿Cómo actúan las cremas para la piel que contienen colágeno y elastina?
   2. ¿Cómo están formadas las estructuras de estas proteínas?
6. La queratina que se encuentra en piel, lana, plumas y uñas de animales y el colágeno localizado en pezuñas y tendones, son proteínas conjugadas. Explica:
   1. ¿Cuáles son los grupos prostéticos que acompañan a estas proteínas?
   2. ¿Qué otras proteínas conjugadas puedes mencionar?
7. En el huevo se encuentran dos proteínas fundamentalmente, ovoalbúmina y globulina. Determina:
   1. ¿Qué clase de proteínas son la ovoalbúmina y la globulina?
   2. ¿En qué parte del huevo se encuentran estas proteínas?
8. Durante la primera etapa después del nacimiento, la leche es el alimento esencial para el ser humano. La leche humana contiene 3,7% de grasa, casi el mismo porcentaje de la leche de vaca, pero con más lactosa y menos proteínas. Se sabe que los recién nacidos alimentados con leche materna contraen menos infecciones que los alimentados con biberón. Responde:
   1. ¿Cuáles son las proteínas y los anticuerpos que contiene la leche materna?
   2. ¿Cuáles son los beneficios de la lactancia para el recién nacido?
   3. ¿Qué modificaciones se le puede hacer a la leche de vaca para que remplace a la leche materna?
9. El mal de Chagas producido por el parásito Tripanosoma cruzi, fue descubierto en 1909 por el doctor Carlos Das Chagas. Se desarrolla en las zonas más cálidas y pobres del continente. Desde 1996 algunas instituciones se han encargado de aislar y clonar diversas proteínas del Tripanosoma cruzi, para poderlas atacar con un fármaco. Este procedimiento se realiza en el espacio exterior con el fin de obtener cristales homogéneos, más grandes y puros. Explica:
   1. ¿Por qué crees que las proteínas cristalizan mejor en el espacio?
   2. ¿Qué ventajas ofrece este método?
   3. ¿De qué manera supones que un fármaco pueda inhibir la acción de una proteína?

# Lípidos

Los lípidos, a diferencia de los carbohidratos y las proteínas, conforman un grupo de compuestos orgánicos con estructuras químicas diversas, pero que tienen en común un sólo rasgo: son insolubles en agua y muy solubles en compuestos no polares. Así mismo, las funciones que cumplen en los organismos vivos son muy diversas, como veremos en seguida.

## Estructura y clasificación

Dentro de los lípidos podemos encontrar funciones orgánicas diversas, como ésteres, amidas, alcoholes y acetales, entre otros.

Igualmente, muestran una gran variedad estructural, desde cadenas hidrocarbonadas lineales y no ramificadas hasta diversos complejos cíclicos. Todos estos compuestos se agrupan por una propiedad física: su solubilidad en compuestos orgánicos, apolares como éter, cloroformo y benceno, así como su insolubilidad en agua.

La palabra lípido proviene de lipos, que significa grasa. A partir de la estructura de las moléculas, los lípidos se pueden dividir en dos grandes grupos: lípidos hidrolizables y lípidos no hidrolizables.

## Lípidos hidrolizables

Los lípidos hidrolizables son ésteres de ácidos grasos y se caracterizan porque bajo la acción de ácidos o bases fuertes o de enzimas digestivas se descomponen en dos o más compuestos menores. En este grupo se incluyen ceras, grasas y aceites.

### Ácidos grasos

Los ácidos grasos son ácidos orgánicos, es decir, presentan un grupo COOH y se caracterizan porque poseen una larga cadena hidrocarbonada, no ramificada, al final de la cual se ubica el grupo carboxilo. Los ácidos grasos encontrados en los seres vivos poseen cadenas hidrocarbonadas con un número par de carbonos, que oscila entre 16 y 36 carbonos, porque se sintetizan a partir de unidades de dos carbonos. Según presenten dobles enlaces en las cadenas, los ácidos grasos pueden ser saturados o insaturados. Cuando hay más de un doble enlace los ácidos se denominan poliinsaturados, para diferenciarlos de los monoinsaturados, los cuales poseen sólo un doble enlace.

La presencia de dobles enlaces da lugar a la existencia de isómeros cis-trans, sin embargo, en la naturaleza, los ácidos grasos insaturados generalmente son cis. Dentro de los ácidos saturados, el ácido palmítico y el esteárico son los más abundantes, encontrándose en la mayoría de grasas animales y vegetales. El ácido oleico es el ácido insaturado más comúnmente encontrado en los seres vivos.

Los ácidos linoleico y linolénico son compuestos poliinsaturados esenciales, es decir, deben ser consumidos en la dieta, pues la mayoría de los animales no los pueden sintetizar.

Tabla 2. Ácidos grasos saturados.

| **Ácido graso** | **Numero de carbonos** | **Estructura** | **Punto de fusión en °C** | **Fuente natural** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Láurico | 12 | CH3(CH2)10COOH | 44 | laurel |
| mirístico | 14 | CH3(CH2)12COOH | 54 | Nuez moscada |
| Palmítico | 16 | CH3(CH2)14COOH | 63 | Todas las grasas vegetales y animales |
| Esteárico | 18 | CH3(CH2)16COOH | 69 | Todas las grasas vegetales y animales |
| Araquídico | 20 | CH3(CH2)18COOH | 77 | Maní |
| Linocénico | 24 | CH3(CH2)22COOH | 84 | Aceite de cacahuate |

Tabla 3.ácidos grasos monoinsaturados

| **Ácido graso** | **Numero de carbonos** | **Estructura** | **Punto de fusión en °C** | **Fuente natural** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Palmitoleico | 16 | CH3(CH2)5CH=CH(CH2)7COOH | 44 | Todas las grasas vegetales y animales |
| Oleico | 18 | CH3(CH2)7CH=CH(CH2)7COOH | 54 | Todas las grasas vegetales y animales |
| Nervónico | 24 | CH3(CH2)7CH=CH(CH2)13COOH | 63 | Cerebrosidos |

Tabla 4.ácidos poliinsaturados.

| **Ácido graso** | **Numero de carbonos** | **Estructura** | **Punto de fusión en °C** | **Fuente natural** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| linoleico | 18 | CH3(CH2)4(CH=CHCH2)2(CH2)6COOH | Menos 5 | Aceite de maíz |
| Linolénico | 18 | CH3CH2(CH=CHCH2)3(CH2)6COOH | Menos 11 | Aceite de linaza |
| araquidónico | 20 | CH3(CH2)4(CH=CHCH2)4(CH2)2COOH | Menos 49 | Aceite de maní. |

Las propiedades físicas de los ácidos grasos están relacionadas por la longitud de la cadena hidrocarbonada y por el grado de insaturación en la misma. Los valores de punto de fusión aumentan a medida que las cadenas crecen. Así mismo, nota que los insaturados presentan puntos de fusión de menor valor que de los que poseen los saturados.

Esto indica que estos últimos son sólidos a temperatura ambiente, mientras que los insaturados son líquidos o gases.

El efecto de la insaturación de las cadenas sobre los puntos de fusión se relaciona con la forma de las moléculas. Como se observa en la, la presencia de un doble enlace ocasiona una especie de doblez en la cadena, que antes era lineal. Esto hace que el empaquetamiento de las moléculas sea más difícil en el momento de agregarse en estado sólido.

Entre más insaturaciones posea una molécula, más irregular será su forma y por tanto, más tardará en formar una estructura sólida.

Los ácidos grasos se denominan principalmente usando sus nombres comunes. Los nombres oficiales se derivan del nombre del hidrocarburo con el mismo número de carbonos, adicionando el sufijo **oico**, **anoico** o **enoico**, según el caso. Por ejemplo, el ácido oleico corresponde al ácido octadecenoico, pues la cadena posee 18 carbonos. La numeración de los carbonos se inicia en el carbono carboxilo (1). Recordemos igualmente que el carbono adyacente al carbono carboxilo, es decir, el número 2 se conoce también como carbono a. Los carbono 3 y 4 con frecuencia se denominan beta y gama, respectivamente.

## Lípidos simples

Son ésteres de ácidos grasos con diversos alcoholes. Dependiendo del alcohol que forme el éster, y del número de ácidos grasos involucrados, los lípidos simples pueden ser:

### Ceras

Las ceras son ésteres de ácidos grasos con alcoholes de cadena larga, generalmente entre 24 y 36 carbonos. Por ejemplo, la cera de abejas está compuesta principalmente por palmitato de melisilo:

CH3-(CH2)14-COO (CH2)29-CH3

Presenta un enlace éster COO, a demás presenta un ácido graso palmítico y un alcohol de cadena larga el melisol.

### Grasas y aceites

Las grasas y los aceites conforman un grupo de compuestos llamado **acilgliceroles**, pues son ésteres del glicerol (o glicerina), un poliol, con tres grupos OH. Dependiendo del número de grupos OH que formen enlaces éster con cadenas de ácidos grasos, podemos tener, **mono**, **di** o **triacilgliceroles**. Estos últimos son los más abundantes en la naturaleza y se denominan también **triglicéridos**.

Los grupos R de los ácidos grasos que conforman los acilgliceroles pueden ser iguales o diferentes, así como saturados o insaturados

Las **grasas** derivadas de los ácidos palmítico y esteárico se denominan comúnmente palmitina y estearina, respectivamente. Los **aceites** son ésteres glicéricos del ácido oleico, no saturado y son llamados también oleínas.

#### Propiedades físicas

Las grasas son por lo general de origen animal, como la mantequilla; mientras los aceites provienen de fuentes vegetales, como el aceite de maíz. En general los lípidos simples son sustancias de color blanco o amarillento, untuoso al tacto e insípido; menos denso que el agua. Su densidad varía entre En cuanto al estado de agregación, a temperatura ambiente, los aceites son líquidos, mientras que las grasas son sólidos. Algunos presentan olor característico, como el aceite de linaza y de coco o la mantequilla.

#### Propiedades químicas

* 1. **Descomposición térmica**: cuando se realiza un calentamiento excesivo de las grasas, los glicéridos se descomponen y la glicerina separada se transforma enpropenal o acroleína, de olor repugnante.
  2. **Enranciamiento**: algunas grasas, al estar en contacto durante un cierto tiempo con el aire, a temperatura ambiente, adquieren un olor y sabor desagradables. Este fenómeno es resultado de dos procesos:
* La hidrólisis bacteriana de los enlaces éster y la oxidación de los dobles enlaces presentes en las cadenas de ácidos grasos. La mantequilla, por ejemplo, contiene entre 1-4% de triglicéridos derivados de ácidos grasos de cadenas cortas (entre 4-6 carbonos), los cuales son fácilmente hidrolizados por las bacterias del ambiente y liberados como moléculas volátiles, responsables del mal olor característico de la mantequilla rancia. En otras grasas, compuestas por ácidos grasos de cadenas largas, ocurre oxidación y ruptura de los dobles enlaces, ocasionando la formación de grupos COOH en dichas insaturaciones. El resultado es, también, la liberación de ácidos grasos volátiles de menor peso.
* El enranciamiento oxidativo se acelera por acción de la luz, del aire, de la humedad o del calor. Actualmente, para la prevención del enranciamiento en las grasas animales y vegetales empleadas en la elaboración de productos alimenticios se usan **antioxidantes**, que inhiben la oxidación de los ácidos grasos insaturados.
  1. **Reacciones de adición:** son específicas de grasas que contienen insaturaciones, en las cuales se pueden adicionar diferentes grupos, como halógenos o hidrógeno. Los aceites, que gracias a la presencia de insaturaciones son líquidos, se convierten en grasas sólidas por adición de hidrógeno a los dobles enlaces de los ácidos grasos.
  2. **Hidrólisis**: esta es la reacción característica de los lípidos simples. Los productos de la hidrólisis son el alcohol y el o los ácidos grasos involucrados en la formación del enlace éster. Así, los triglicéridos se hidrolizan produciendo glicerol y tres ácidos grasos. La hidrólisis puede producirse por la acción de ácidos o bases fuertes, vapor sobrecalentado o enzimas especiales, denominadas **lipasas**. Cuando la hidrólisis es producida por una base fuerte, el proceso recibe el nombre de **saponificación**.
  3. **Saponificación**: cuando una grasa es tratada con una solución alcalina fuerte, por ejemplo de KOH o NaOH se produce su hidrólisis, dando como productos glicerol y las sales alcalinas de los ácidos grasos. Estas sales constituyen los jabones. Específicamente, las sales sódicas de los ácidos grasos se conocen como **jabones duros**, mientras que las sales potásicas son **jabones blandos**. Las barras de jabón corriente, de uso doméstico son jabones sódicos.

***Jabones y detergentes***

Como materia prima para la fabricación de jabones se pueden emplear sebos, grasas, aceites de oliva, aceites de maní, de sésamo etc. El jabón como tal se aísla de la solución hidrolizada que es una mezcla de glicerol, iones alcalinos y sales de los ácidos grasos adicionando NaCl o KCl, lo cual ocasiona la precipitación de las sales de carboxilato puras. El jabón bruto así obtenido es secado en forma de barra. Frecuentemente, se adiciona a la sal de carboxilato otras sustancias, con fines específicos, como perfumes, colorantes, antisépticos, etc.

La acción limpiadora de los jabones se basa en que estas moléculas son **anfipáticas**, es decir, poseen un extremo polar e hidrofílico, correspondiente al ion alcalino que forma la sal carboxilato. El extremo opuesto es apolar e hidrofóbico y corresponde a la cadena hidrocarbonada del ácido graso. Esta condición hace que, cuando las moléculas de jabón se encuentran en solución acuosa, forman agregados semiesféricos en los cuales las colas hidrofóbicas se ubican en el interior, lejos del agua circundante, mientras las cabezas hidrofílicas se localizan en la superficie de los agregados o **micelas**.

Estas micelas pueden envolver gránulos apolares de suciedad (frecuentemente grasa) y permitir así que sean lavados por enjuague.

Los detergentes son mezclas de las sales sódicas de ésteres derivados de ácido benzosulfónicos y alcoholes laurílico y cetílico. Actúan como agentes **tensioactivos** y han sustituido con algunas ventajas a los jabones corrientes. Por ejemplo los jabones no pueden ser usados en medio ácido, ni en aguas demasiado duras (cargadas con sales de calcio y magnesio) porque forman jabones insolubles que no dan espumas hasta que todo el calcio y el magnesio se hayan precipitado.

Los detergentes se pueden dividir en tres grupos: los aniónicos, los catiónicos y los no iónicos, según la parte de la molécula que posea la parte detergente. En general hay que tener en cuenta tres características que son determinantes de las aplicaciones de los detergentes: el **poder humectante**, el **poder detergente** y el **poder espumante**. Estas características se miden teniendo en cuenta la capacidad que tengan para disminuir la tensión superficial del agua en un sistema aire-líquido o la tensión interfacial en un sistema líquido-líquido.

Funciones de los lípidos simples en los seres vivos. La principal función de las ceras es servir como capas protectoras e impermeabilizantes. Así, las plumas, la piel, las hojas y muchos frutos poseen cubiertas cerosas que impiden la entrada y salida de agua, y protegen contra los parásitos y daños mecánicos. Los acilgliceroles y específicamente los triglicéridos tienen tres funciones principales en los seres vivos:

**Almacenamiento de carbono y energía**: en el tejido adiposo de los animales se acumulan grandes cantidades de ácidos grasos para ser usados como fuente de energía en casos de necesidad. A diferencia de los azúcares, las grasas proporcionan mayor cantidad de energía, por lo que constituyen la principal fuente de energía cuando se realiza ejercicio extenuante.

**Protección contra daños mecánicos y bajas temperaturas**: las capas de tejido adiposo constituyen además una eficaz protección contra golpes o contra descensos fuertes en la temperatura.

## Lípidos compuestos

Corresponden a ésteres de ácidos grasos que contienen otros grupos químicos además del alcohol y el ácido. Dependiendo del grupo adicional presente, se dividen en: **fosfolípidos** y **glicolípidos**.

### Fosfolípidos

Contienen además de ácidos grasos y un alcohol, un residuo de ácido fosfórico (H3PO4) y un amino alcohol, como **colina** (OH-CH2CH2-N (CH3)3) o serina (OH-CH2-CH (NH2)-COOH). Se conocen dos tipos de fosfolípidos: **fosfoglicéridos** y **esfingolípidos**, los cuales se diferencian por el tipo de alcohol que poseen. Los glicolípidos son similares a los esfingolípidos, pero en lugar del grupo fosfato poseen un azúcar. Por ejemplo:

Triglicérido: el glicerol formado por tres ácidos grasos.

Fosfoglicérido: el glicerol formado por dos ácidos grasos y un grupo fosfato unido a un amino alcohol.

Esfingolípido: la esfingosina formada por una cadena hidrocarbonada, un ácido graso un grupo fosfato unido a amino alcohol.

Glicolípido: la esfingosina formada por una cadena hidrocarbonada, un ácido graso y un monosacárido.

En el fosfoglicerido Y esfingolipido el grupo fosfato unido al amino alcohol se denominan grupos hidrofílicos al igual el monosacárido del glicolipido.

1. **Fosfoglicéridos** Son comunes en los tejidos vegetales y animales, pues constituyen las membranas celulares, siendo los más importantes las **lecitinas** y las **cefalinas**. Al igual que los jabones, poseen una larga cola hidrocarbonada no polar unida a una cabeza polar iónica (proveniente del grupo fosfato y el aminoalcohol).
   1. Las **lecitinas** existen en la yema de huevo y en los tejidos nervioso y cerebral. Desde el punto de vista fisiológico son importantes para el transporte de las grasas de un tejido a otro y porque son el componente esencial del protoplasma de todas las células del cuerpo.
   2. Las **cefalinas** se encuentran en el tejido cerebral y son esencialmente mezclas de **fosfatidiletanolamina** y **fosfatidilserina**. Estos compuestos, están involucrados en los procesos de coagulación de la sangre y son por lo tanto constituyentes esenciales del cuerpo.
2. **Esfingolípidos.** Al igual que los fosfolípidos, son constituyentes importantes de las membranas celulares de plantas y animales. Se encuentran en forma abundante en los tejidos cerebrales y nerviosos, donde las **esfingomielinas** son un constituyente importante del recubrimiento de las fibras nerviosas.

### Glicolípidos

Están distribuidos ampliamente en todos los tejidos del cuerpo, especialmente en el tejido nervioso (cerebro), de ahí que también se les conozca como **cerebrosidos**. Se encuentran en la capa externa de la membrana plasmática donde forman parte de los carbohidratos de la superficie celular.

Los glicolípidos más sencillos son la **galactosilceramida** y **glucosilceramida**. El primero es un glucoesfingolípido muy importante que se encuentra en el cerebro y otros tejidos nerviosos. La glucosilceramida es el glucoesfingolípido predominante en los tejidos extraneurales, pero también se encuentra en el cerebro en pequeñas cantidades.

## Lípidos no hidrolizables

A diferencia de los lípidos hidrolizables, este tipo de lípidos no experimenta hidrólisis cuando se trata con ácidos o bases fuertes. Esto se debe a que no contienen grupos éster. Este grupo incluye compuestos con estructuras diversas. Revisemos.

### Esteroides

Los esteroides son derivados de alcoholes cíclicos de peso molecular elevado. Se encuentran en todas las células vivas y son derivados del **ciclopentanoperhidrofenatreno**, llamado también **núcleo de esteroide.** El colesterol es el esteroide más importante en la bioquímica de los animales. A partir de esta molécula se sintetizan otros compuestos vitales, como las **sales biliares como el glicolato de sodio** y las **hormonas esteroideas como la testosterona y la progesterona** y algunas **lipoproteínas**.

El colesterol hace parte de las membranas celulares, en las cuales se encuentra inserto entre las colas hidrofóbicas de los fosfoglicéridos, impidiendo que estos se alineen en agregados sólidos. La solidificación de las membranas acarrea la muerte de las células, por lo que la función del colesterol en este sentido es de gran importancia.

Algunas lipoproteínas se componen de colesterol. La principal función de estas macromoléculas es el transporte de grasas a través del torrente sanguíneo. Las alteraciones en el metabolismo del colesterol y de las lipoproteínas correspondientes están relacionadas con enfermedades cardiovasculares, como la **arteroesclerosis**, que es la obstrucción paulatina de las arterias por agregados de colesterol o **ateromas**.

Las **sales biliares** son agentes emulsificantes naturales, presentes en la bilis. La bilis es un fluido digestivo producido por el hígado y almacenado en la vesícula biliar. Es liberado en las vías digestivas con el fin de ayudar en la digestión y absorción de lípidos. Las sales biliares provienen de los ácidos **cólicos**, **litocólicos** o **desoxicólicos**, que se combinan con la **glicina** mediante un enlace amida.

### icosanoides

Son derivados de ácidos grasos poliinsaturados de veinte carbonos, como el ácido araquidónico. Hay tres tipos de icosanoides: **prostaglandinas**, **leucotrienos** y **tromboxanos**, dependiendo de los sustituyentes que presente el esqueleto inicial. Los icosanoides son hormonas de acción local, es decir, no son transportadas en el plasma sanguíneo a tejidos alejados de donde son sintetizadas, sino que actúan allí mismo. Participan en respuestas inflamatorias locales, inducción de fiebre cuando hay infecciones, regulación de la presión sanguínea y reacciones alérgicas, entre otros procesos.

### Terpenoides

Son polímeros del **isopropeno**, 2-metil-1,3-butadieno (C5H8) y sus derivados oxigenados:

Los terpenoides son comunes en muchos tejidos vegetales y componen la mayoría de los aceites esenciales, como el geraniol, el citral, el mentol y el alcanfor. Pueden ser lineales o cíclicos. Algunas vitaminas, como la E y la K son terpenoides.

Por último, los **carotenoides**, constituyen un grupo importante de terpenoides de coloración roja, amarilla o naranja, debido a la presencia de múltiples enlaces dobles. Por ejemplo, el beta caroteno, presente en gran cantidad en la zanahoria es un pigmento fotosensible, que actúa como precursor de la vitamina A o retinol, la cual está relacionada con la visión. Ejemplo:

* Citral en los cítricos con formula: C10H16O.
* Geraniol en los geranios con formula: C10H16O.

## Metabolismo de lípidos

Las grasas que forman parte de los alimentos cumplen dos funciones principales: son una fuente de energía y sirven como sustrato para la formación y mantenimiento de importantes constituyentes de nuestro organismo, como las membrana citoplasmáticas, los recubrimientos lipídicos de las neuronas o las hormonas sexuales.

Las principales fuentes de grasas (especialmente triglicéridos) en la dieta son la mantequilla y las margarinas, las carnes y los aceites, tanto vegetales como animales. El colesterol se encuentra sólo en alimentos de origen animal, como la carne roja, la mantequilla, el queso y los huevos.

En un adulto normal, la digestión de las grasas en la boca y en el estómago es muy pequeña o nula. Solamente cuando las grasas pasan al duodeno se segrega la hormona del tracto gastrointestinal, **colescistoquina**, que es transportada por la sangre hasta la vesícula biliar, donde estimula a dicho órgano para que segregue su bilis al intestino delgado. Los ácidos y las sales biliares son buenos detergentes y emulsionan las grasas favoreciendo su digestión, especialmente por la acción de la **lipasa pancreática**. La lipasa pancreática es activada por las sales biliares e hidroliza las grasas en ácidos grasos, glicerina, jabones mono y diglicéridos.

Durante el proceso de absorción los productos finales de la digestión de las grasas pasan a través de la mucosa intestinal, y se convierten de nuevo en triglicéridos y entran a la circulación linfática. Las sales biliares son esenciales durante la absorción de los lípidos por su efecto sobre la solubilidad de los ácidos grasos y porque intervienen directamente en el proceso. A través de las reacciones de oxidación, las biomoléculas obtenidas de las grasas, carbohidratos y proteínas se convierten en dióxido de carbono y agua, transformando la energía potencial de sus enlaces químicos en energía útil para las células.

## Valor energético de los alimentos

Los seres humanos obtenemos energía a través de una combinación de alimentos de origen vegetal y animal. Esta energía es utilizada en múltiples procesos. Por ejemplo, en la transmisión de mensajes desde el cerebro a los músculos para desarrollar la actividad muscular, en regularización de la temperatura basal y en la circulación sanguínea.

El valor energético de los alimentos se mide en calorías (o kilocalorías). Recordemos que una caloría (cal) equivale a 4,180 julios. Para desarrollar las actividades normales diariamente un hombre joven necesita aproximadamente 2.900 kilocalorías por día y una mujer unas 2.490 kilocalorías por día. Estos valores están sujetos a modificaciones dependiendo de las actividades particulares que realice la persona. En general, en los países desarrollados, las grasas satisfacen el 40% de las necesidades energéticas de la población, los carbohidratos aportan el 48% y las proteínas el restante 12%; sin embargo esto también varía y depende mucho del país y de sus fuentes de alimentación.

Es así como:

1 g de grasa proporciona 9 kcal.

1 g de carbohidratos proporciona 4 kcal.

1 g de proteína proporciona 4 kcal.

## actividad

1. La grasa humana, la manteca, la mantequilla, el aceite de coco y la linaza, en su composición presentan diversos ácidos grasos saturados e insaturados. Elabora un cuadro y determina qué ácidos grasos saturados e insaturados posee cada uno.
2. Las ceras son ésteres de ácidos grasos con alcoholes de larga cadena. Determina cómo están conformadas las siguientes:
   1. Cera de abejas.
   2. Cera carnauba.
   3. Cera de china.
3. Los jabones se consideran como sales alcalinas de ácidos grasos.
   1. En la reacción entre estearina y el KOH. ¿Qué tipo de jabón se obtiene, duro o blando?
   2. Describe en pocas palabras cómo ocurre la acción limpiadora de un jabón.
4. Explica la siguiente afirmación: “Los lípidos son compuestos orgánicos con estructuras químicas diversas, pero tienen en común un solo rasgo: son insolubles en agua y muy solubles en compuestos no polares”.
5. Los ácidos grasos poliinsaturados son esenciales en la dieta alimenticia puesto que resultan importantes para el desarrollo de los sistemas inmunológico y nervioso del feto y además son precursores de derivados de los lípidos como las prostaglandinas, los tromboxanos, los leucotrienos y las pentaciclinas. Además se ha comprobado que el consumo de alimentos que contienen estos ácidos retarda la aparición de enfermedades coronarias. Explica:
   1. ¿Qué significa que sean poliinsaturados?
   2. ¿Qué tipo de alimentos contienen estos ácidos grasos?
   3. ¿Qué le sucede a la molécula de estos ácidos grasos poliinsaturados, cuando se enrancian?
6. Para limpiar la superficie de pisos, paredes, ventanas, baños y estufas es necesario emplear sustancias apropiadas para disolver la suciedad. Averigua sobre los componentes que tienen los productos comerciales que se ofrecen para tal fin. Responde:
   1. ¿Qué compuestos químicos pueden emplearse para eliminar la suciedad?
   2. ¿Qué propiedades presentan estas sustancias que las hacen solubles en agua? Justifica tu respuesta.

# Vitaminas y hormonas

En este tema exploraremos dos tipos de compuestos de interés bioquímico, los cuales, a pesar de actuar a muy bajas concentraciones, desempeñan funciones vitales, como el control del crecimiento, del ciclo menstrual o de la obtención de energía a partir de la glucosa.

## Vitaminas

Las vitaminas son nutrientes orgánicos que se requieren en cantidades pequeñas y que desempeñan diversas funciones bioquímicas. Las vitaminas no pueden ser sintetizadas por el organismo y por lo tanto deben suministrarse a través de los alimentos. Son indispensables para la regulación, mantenimiento y reproducción normal de un organismo.

Por lo general los requerimientos de vitaminas están en el orden de miligramos hasta microgramos. El carácter vitamínico de un compuesto se define por el hecho de ser indispensable para la vida de un organismo dado y porque este debe obtener dicho compuesto de la dieta, pues carece de la maquinaria enzimática para sintetizarlo por sí mismo. Por ejemplo, la tiamina, la riboflavina y otras vitaminas del llamado complejo B, se clasifican como vitaminas porque son necesarias para la nutrición humana. Sin embargo, estas sustancias son fabricadas por las plantas y como hormonas vegetales, no como vitaminas. Otro ejemplo se encuentra en el ácido ascórbico, o vitamina C, la cual no puede ser sintetizada por mamíferos como el hombre o el cobayo, pues estos carecen de la enzima que convierte la gulonolactona en ácido ascórbico. En cambio, las ratas al poseer esta enzima, pueden sintetizar el ácido ascórbico en sus tejidos y por lo tanto esta sustancia no es una vitamina para la especie. En general en todas las vitaminas se altera su composición química por acción del calor, la luz, agentes oxidantes y por contacto con ciertos metales.

### Clasificación

En el hombre, se conocen trece tipos de vitaminas, que se dividen en dos grandes categorías: las solubles en grasa o liposolubles y las solubles en agua o hidrosolubles. Dentro de las liposolubles se encuentran las vitaminas A, D, E y K. Ejemplos de vitaminas hidrosolubles son las del complejo B y la vitamina C. A nivel metabólico, los dos grupos de vitaminas se diferencian porque las liposolubles se pueden almacenar en algunos tejidos del cuerpo, por lo que no es necesario consumirlas a diario. Por el contrario, cuando las vitaminas hidrosolubles se encuentran en exceso en el cuerpo son eliminadas a través de la orina y el sudor, sin posibilidad de ser almacenadas, por lo tanto deben ingerirse diariamente.

### Funciones

Cada una de las vitaminas que se conocen desempeña funciones específicas en el cuerpo.

La vitamina A por ejemplo, es fundamental para la visión nocturna y para la resistencia a las infecciones; las vitaminas del complejo B, especialmente la B1, B2 y B3, intervienen en la liberación de energía a partir de los azúcares, las grasas y las proteínas; las vitaminas B9 y B12 se necesitan para la normal maduración de los glóbulos rojos: la vitamina D ayuda a la absorción del calcio y el fósforo; la formación del colágeno, una proteína del tejido conjuntivo, requiere de la vitamina C; por su parte la vitamina E contribuye en la conservación de los sobrantes de las vitaminas A y C; la coagulación de la sangre depende de la acción de la vitamina K.

### Principales vitaminas

#### Vitamina A

Es un derivado del beta caroteno, el cual se conoce como la provitamina de esta vitamina. En los tejidos, principalmente en el hígado, se realiza la transformación enzimática del beta caroteno en vitamina A.

Su fórmula fue establecida por Karrer en 1940. En cuanto a su aspecto externo se presenta en forma de cristales amarillos. Tiene un punto de fusión que oscila entre 58 °C y 60 °C y se encuentra solamente en los animales, especialmente en los aceites de hígado de pescado, la leche, la mantequilla y la yema de huevo. Muchos vegetales contienen diversas provitaminas, como carotenos y xantofila. El contenido de vitamina A en los alimentos incluye la vitamina y sus provitaminas. Se encuentran en los vegetales en proporción directa con su pigmentación, en la lechuga, la col, la zanahoria, la batata, los plátanos, los tomates y las cerezas

El principal síntoma de deficiencia es la dificultad del ojo para adaptarse a la oscuridad, patología conocida como **ceguera nocturna**, producida por la falta de **rodopsina**, pigmento fotosensible de la retina que se fabrica a partir de vitamina A. También se puede desarrollar una afección llamada **xeroft almía**, consistente en sequedad y rugosidad excesiva en la córnea y falta de brillo de la conjuntiva.

Otros síntomas son sequedad en la piel y mucosas y la pérdida del esmalte dental, con lo cual, la dentina queda expuesta, dando a los dientes un aspecto semejante a la tiza.

Finalmente, la deficiencia de esta vitamina afecta la capacidad para resistir infecciones y el desarrollo del sistema óseo, de tal suerte que en los niños se detiene el crecimiento del esqueleto. Por lo anterior, la vitamina A se conoce como vitamina antiinfecciosa y protectora de los epitelios.

#### Vitaminas del complejo B

* **B1**: conocida también como **tiamina**, **aneurina** o **factor antineurítico**, se encuentra en la levadura, el hígado y muchos cereales y leguminosas. El principal síntoma de deficiencia es el desarrollo de una enfermedad llamada beriberi consistente en una polineuritis o afección generalizada de los nervios. Esta dolencia se manifiesta en forma de atrofia muscular de las piernas, hinchazón en las rodillas y tobillos, debilidad extrema, parálisis, anemia y dolores neurálgicos. Por lo anterior, la vitamina B1 se conoce también como vitamina **antiberibérica**. En casos de deficiencia leve hay falta de apetito y estreñimiento. También puede ocurrir descenso del ritmo cardiaco y por lo tanto de la presión arterial, afectándose así el flujo de oxígeno a las células. Se destruye por el calor tanto más fácilmente cuanto más elevado es el pH del medio.
* **B2** o **riboflavina**: a diferencia de la tiamina es estable al calor. Su principal función se relaciona con el crecimiento. Su deficiencia en la dieta no sólo retarda el crecimiento sino que provoca enfermedades en la boca, como quilosis o queilitis angular. Se puede producir también inflamación en los ojos, cataratas e hipersensibilidad a la luz, con lo cual hay una reducción considerable de la visión. Por otro lado, se ha relacionado con el envejecimiento prematuro, debido probablemente a un mal funcionamiento celular. Finalmente, la riboflavina favorece la curación de la **anemia perniciosa**.
* **Niacina** o **ácido nicotínico**: se encuentra en todas las células vivas, en el hígado, la levadura, las carnes magras, las habas, los guisantes, la soya y el germen de trigo. El principal síntoma de deficiencia es el desarrollo de **pelagra**, una enfermedad que se caracteriza por lesiones de la piel parecidas a quemaduras. Inicialmente aparecen ampollas, después la piel se vuelve áspera y oscura, y se forman escamas que más tarde se desprenden. La levadura de cerveza seca es tal vez la fuente más rica de niacina. Contiene alrededor de 10 a 25 mg. También el hígado de ternera, contiene una alta concentración de vitamina, alrededor de 20 mg por cada 100 gramos.
* **B5** o **ácido pantoténico**: es un aceite viscoso, muy higroscópico e inestable que se destruye fácilmente por el calor, los ácidos y las bases. Es una sustancia que se halla universalmente distribuida en todas las células vivas. De ahí su nombre, de *pantos*, raíz griega que significa *de todas partes*. Las fuentes más ricas de ácido pantoténico son el hígado, la levadura de cerveza y el extracto de afrecho de arroz. Se encuentran también cantidades apreciables en la yema de huevo, el maní, la soya y el germen de trigo. Se emplea en casos de neuritis periférica y en el lupus eritematoso. Químicamente es un producto que resulta de la condensación de la beta alanina, con un derivado dihidroxidimetilado del ácido butanoico.
* **B6**: se presenta en forma de **piridoxina**, **piridoxal** o **piridoxamina**. Se funde a 205 °C, sus cristales tienen un sabor salado y son solubles en agua. El piridoxal, tiene un grupo aldehído en lugar del CH2OH en posición para, con respecto al nitrógeno, y la piridoxina con un grupo aminometil (-CH2-NH2) también en la misma posición para. Se desconoce su funcionamiento en el hombre y no se ha encontrado ninguna alteración clínica que pueda relacionarse con la deficiencia de esta vitamina. Se emplea en el tratamiento de las deficiencias del complejo B, en la caries dental y en las distrofias musculares.
* **Ácido p-aminobenzoico**: se cree tiene que ver con la pigmentación del cabello. Los experimentos con ratas negras muestran que con la falta de esta vitamina su pelambre se vuelve gris, pero tan pronto se suministra de nuevo cantidades normales de ella el pelo recobra su color negro. Esto mismo se observó en zorros, perros negros y otros animales de color oscuro. El hígado, la levadura y el afrecho de arroz son fuentes de esta vitamina.
* ■ **B12** o **cianocobalamina**: es un principio activo aislado del hígado de los animales superiores que, por su especificidad, se denomina **factor antianemia perniciosa**. Esta enfermedad es causada por la falta de dos factores: el **extrínseco** y el **intrínseco**. El factor intrínseco es una sustancia, llamada hemopoyetina, segregada por la mucosa del estómago, que debe estar presente para que el organismo pueda absorber el factor extrínseco, el cual es la vitamina B12. En algunos casos resulta más útil y rápido para los pacientes con anemia perniciosa inyectar dosis de vitamina B12, resultando 30 a 60 veces más efectiva para curar la enfermedad que si se administrara por vía oral. Se extrae del hígado de ternera y del cultivo de ciertos microorganismos. También se halla en el tejido muscular de los animales, la leche y el queso. El hongo microscópico *streptomyces griseus* puede sintetizarla y se usa con frecuencia esta forma para producirla comercialmente. Es un polvo rojo cristalino que contiene un 4,5% de cobalto.

#### Vitamina C o ácido ascórbico

Se conoce también como **vitamina antiescorbútica**, pues el escorbuto es la patología asociada con su deficiencia. El escorbuto se caracteriza por debilidad general, anemia, depresión nerviosa y un tinte amarillento en la piel. Además se observan lesiones en las encías, los dientes se aflojan y caen. Hay tumefacciones en las articulaciones, que se tornan sensibles e hinchadas. Se producen hemorragias bajo la piel, haciendo aparecer manchas negras y azules, especialmente donde la ropa aprieta. Los huesos pierden mucho calcio y se vuelven quebradizos.

El ácido ascórbico es un producto blanco y cristalino que se puede obtener en forma pura. Es soluble en agua y en alcohol, pero insoluble en aceites, cloroformo y éter.

Son muchas las razones por las cuales el organismo necesita pequeñas cantidades de ácido ascórbico. En primer lugar, resulta esencial para mantener sano el tejido conjuntivo. Este tejido se halla presente en todos los demás tejidos y constituye el principal componente de los cartílagos, los ligamentos, las paredes arteriales, venas y capilares, y es un material básico de los huesos y los dientes.

El papel de la vitamina C se comprende mejor cuando se recuerda el de la vitamina A en las células de la piel, las mucosas y el esmalte de los dientes. La vitamina A provee algo que las células epiteliales necesitan en su interior para cumplir su función. La vitamina C, por su parte, provee algo esencial para el buen funcionamiento de las sustancias intercelulares y esto no solo se aplica a las células epiteliales sino a todas las células del organismo. Se emplea en la curación de heridas y fracturas, como diurético y como antioxidante para la conservación de alimentos. El ácido ascórbico se encuentra muy difundido en los vegetales. Se encuentra en los pimientos, frutos cítricos, tomates y coles. Las carnes y los huevos contienen muy poco ácido ascórbico. El ácido ascórbico no se almacena sino que se elimina constantemente por la orina y tiene que ser suministrado diariamente al organismo a través de la alimentación. Como la vitamina A y la B1, el ácido ascórbico se oxida fácilmente. Por esta razón, el jugo de naranja preparado de un día para otro, pierde su valor como suministro de vitamina C. También se destruye por acción de sustancias alcalinas, el calentamiento prolongado y la cocción en instrumentos de cobre.

#### Vitamina D: esteroles

La vitamina D guarda estrecha relación estructural con los esteroles, que son alcoholes secundarios derivados del ciclopentanofenantreno parcialmente hidrogenado. El esterol más común es el colesterol o colesterina que se encuentra en la bilis, en la yema de huevo y en el tejido nervioso. El término vitamina D se aplica a sustancias del grupo de los esteroles que tienen propiedades antirraquíticas.

Se llama **raquitismo** la condición de los niños en los cuales los huesos no se desarrollan normalmente. El crecimiento no es adecuado y la persona no alcanza la estatura que debiera tener.

También se observan algunas deformaciones más o menos ronunciadas.

Sin embargo, no hace muchos años, se descubrió que el aceite de hígado de bacalao contenía una sustancia que prevenía o mejoraba considerablemente los cuadros de raquitismo. Esta sustancia es la vitamina D cuya función principal en el organismo consiste en favorecer la fijación y asimilación del calcio y el fósforo en los huesos. Se sabe que los huesos y dientes contienen una elevada proporción de calcio y de fósforo y que se deben obtener estos minerales de los alimentos de la dieta, pero no solo es necesario proveer estos elementos sino que se debe asegurar que el calcio y el fósforo lleguen hasta los huesos y dientes y se fijen a ellos. Se necesita una sustancia que sirva de eslabón entre el calcio y el fósforo que llegan del exterior y el calcio y el fósforo que ya existen en los huesos y dientes. Esta sustancia es la vitamina D.

Solamente dos tienen verdadera importancia; la vitamina D2 y la vitamina D3 o 7-dehidrocolesterol activado.

Los esteroles activados se conocen como provitaminas D. La vitamina D2 es ópticamente dextrógira. Se obtiene por irradiación del ergosterol. No existe en la naturaleza, pero sí en la leche de vacas alimentadas con levadura irradiada.

Desempeña un papel importante en la formación de los dientes. Se emplea en el tratamiento del raquitismo infantil, así como en la osteomalacia, la artritis crónica, la osteoporosis y el síndrome menopáusico.

#### Vitamina E

Se reconoce con el nombre de vitamina antiesterilidad. Como fue descubierta hace pocos años, podría decirse que es la más joven de las vitaminas y la que ha causado más inquietud en el campo médico. Es muy estable y se destruye únicamente por la acción de oxidantes.

Experimentalmente se ha demostrado que su ausencia en la dieta de los ratones provoca esterilidad por destrucción de las células germinales en los machos y reabsorción de los fetos en las hembras.

Estudios recientes han demostrado que la vitamina E reacciona con los radicales libres del organismo neutralizándolos, de lo contrario se podría llegar a la destrucción total de los componentes celulares del cuerpo. La vitamina E también protege a los recién nacidos del exceso de oxígeno y de hierro. Así mismo, se ha afirmado que la vitamina E puede protegernos del ozono, del nitrógeno y del dióxido de carbono de la atmósfera, así como del plomo y del mercurio que envenenan el ambiente. Además de actuar como protector del cuerpo, la vitamina E parece impedir la formación de coágulos que bloquean las arterias. La vitamina E es muy abundante en los aceites vegetales, los fríjoles, los huevos, los granos integrales y algunas frutas y vegetales.

#### Vitamina K o vitamina antihemorrágica

Es un aceite viscoso, amarillo, insoluble en agua y soluble en solventes orgánicos. Se prepara a partir del 2-metil naftaleno.

Cristaliza en forma de agujas de color amarillo claro. Se altera por acción de la luz. Cuando se administra por vía oral se acompaña de sales biliares, para prevenir una posible absorción deficiente por obstrucción biliar completa o de fístula.

La vitamina K se emplea especialmente por su acción antihemorrágica, debido a que por un mecanismo todavía no bien definido, eleva la proporción de protrombina en la sangre, factor que da lugar a la producción de la trombina, con la ayuda de la tromboplastina y de iones calcio (Ca2+) reacción que da lugar a la transformación del fibrinógeno en fibrina, en el fenómeno de la **coagulación**.

Otra aplicación de la vitamina K es la corrección de los efectos causados por el dicumarol empleado como anticoagulante en los casos de trombosis.

La vitamina K es relativamente abundante en los alimentos, pero las hojas verdes y especialmente las de alfalfa, espinaca, coles y zanahoria, son las fuentes más ricas. La vitamina K no es afectada por el calor ni por el oxígeno, de manera que por cuanto a ella se refiere, las verduras pueden ser consumidas crudas o cocidas

## Hormonas

El sistema endocrino, como el sistema nervioso, ajusta y correlaciona las actividades de varios sistemas orgánicos poniéndolos en condiciones adecuadas para hacer frente a las demandas cambiantes del medio interno y externo. Esta integración se realiza mediante la secreción de hormonas agentes químicos producidos por las glándulas de secreción interna, que se vierten a la circulación para regular los procesos metabólicos de las diferentes células.

Las hormonas son sustancias orgánicas producidas en pequeñísimas cantidades por células específicas. Son secretadas directamente al torrente circulatorio y luego se desplazan a otras partes del cuerpo para producir efectos biológicos.

### Funciones endocrinas

Si recordamos rápidamente los conceptos de biología referentes a los sistemas de secreción, encontramos que además de las glándulas de secreción externa que, como las digestivas, vierten al exterior su producto de elaboración, existen otras glándulas de secreción interna o endocrinas cuyo producto es decir, las hormonas es vertido directamente al torrente circulatorio y viajan a través de él hasta el sitio donde ejercen su acción.

Las glándulas endocrinas, en combinación con el sistema nervioso y más específicamente con el sistema neurovegetativo, aseguran la regulación y correlación de las diferentes funciones del cuerpo humano. Sus principales acciones pueden clasificarse de la siguiente manera:

* Tienen una acción morfo genética, y condicionan el crecimiento óseo y la aparición de los caracteres sexuales secundarios.
* Actúan sobre el metabolismo del agua, de los azúcares, de las grasas, de las proteínas y de las sustancias minerales.
* Están íntimamente relacionadas con el funcionamiento nervioso: sistema cerebroespinal y vegetativo, vida instintivoafectiva, psiquismo y temperamento.
* Mantienen entre sí relaciones estrechas, por tanto, la actividad de cada una de ellas siempre depende de la actividad de otra u otras.
* Ejercen una acción determinante en las funciones de reproducción.

Todas las hormonas y, desde luego, las glándulas que las segregan, son necesarias para el funcionamiento normal del organismo. Una deficiencia o una hipersecreción de cualquiera de ellas, provoca un estado patológico característico. Estas afecciones se denominan con frecuencia, **enfermedades funcionales**, para distinguirlas de las **enfermedades por carencia** producidas por la falta de vitaminas, y de las infecciones causadas por la presencia de algún agente infeccioso como las bacterias.

### Glándulas de secreción interna

#### Hipófisis o glándula pituitaria

Es un órgano complejo que se encuentra suspendido en la base del cerebro reposando sobre una pequeña concavidad del hueso esfenoides, llamada “silla turca”. Su funcionamiento es regulado por el hipotálamo, que hace parte del encéfalo y está compuesto por células neurosecretoras. Está conformada por tres lóbulos: anterior, medio y posterior.

* El **lóbulo anterior** produce la hormona del crecimiento o STH (hormona somatotropina) y diversas hormonas que actúan sobre los órganos genitales (hormonas gonadotropas); sobre el ovario de la mujer (hormona foliculoestimulante) o FSH, la hormona luteinizante o LH y sobre los testículos del hombre. También produce la hormona corticotropa o ACTH (hormona adrecorticotropica) que tiene como función estimular las secreciones de la parte superficial de la corteza de las glándulas suprarrenales y desempeña en el organismo una labor de defensa. Otras hormonas producidas en esta zona de la hipófisis son: la hormona **tiroidea** que regula el metabolismo de la glándula tiroides, y la **prolactina** (LTH) que actúa sobre las glándulas mamarias, provocando o manteniendo la secreción láctea La hipófisis anterior, igualmente segrega hormonas que actúan sobre el metabolismo de los carbohidratos, las grasas y las sustancias de naturaleza proteica y es punto de enlace entre el medio exterior y el interior, y es órgano rector del sistema endocrino.
* El **lóbulo medio** tiene una función muy reducida y todavía no se conoce bien.
* El **lóbulo posterior** o **neurohipófisis**, se asemeja más al tejido nervioso al cual debe su origen, que a los tejidos de tipo endocrino, y está íntimamente relacionado con el hipotálamo. El lóbulo posterior y sus secreciones desempeñan un papel esencial en la regulación del agua en el organismo, a través de la liberación de la hormona **antidiurética**. Actúa sobre el aparato circulatorio provocando vasoconstricción por acción de la vasopresina y la pitresina. Por medio de la oxitocina, ejerce una acción estimulante sobre el útero, cuyo tono y contracciones aumenta.

#### Tiroides

Las hormonas tiroideas regulan la expresión génica, la diferenciación tisular y el desarrollo general. Esta glándula se encuentra situada delante de la laringe y de la tráquea y consta de dos lóbulos unidos por un istmo intermedio. La glándula tiroides produce dos hormonas yodoaminoácidas: conocidas como triyodotironina (T3) y trayodotironina (T4 o tiroxina), cuya importancia en la regulación del metabolismo general, el desarrollo y diferenciación tisular se ha reconocido desde hace tiempo. Las hormonas tiroideas requieren del yodo, un oligoelemento, para realizar sus actividades biológicas.

La **tiroxina** presenta numerosas funciones. Así por ejemplo, influye en el desarrollo óseo y muscular, cutáneo y genital y en todos los metabolismos, en los que actúa esencialmente como catalizador de los procesos de oxidación. Produce también una acción activadora directa sobre el sistema simpático y especialmente sobre el sistema nervioso central. El **hipotiroidismo** intrauterino o neonatal conduce al **cretinismo**, cuadro que se caracteriza por defectos congénitos múltiples y retraso mental grave e irreversible.

#### Paratiroides

Las paratiroides son glándulas muy pequeñas ubicadas una a cada lado de la glándula tiroides. La hormona producida por estas glándulas se llama **paratiroidina** y actúa sobre el metabolismo del calcio, regulando la actividad de las células constructoras (osteoblastos) y destructoras (osteoclastos). El ion calcio regula un número determinado de procesos fisiológicos y bioquímicos importantes. Entre estos podemos mencionar, la excitabilidad neuromuscular, la coagulación sanguínea, los procesos secretorios, la integridad de las membranas y el transporte en la membrana plasmática; las reacciones enzimáticas, la liberación de hormonas y neurotransmisores y la acción intracelular de algunas hormonas. Las cantidades insuficientes de hormona paratiroidea, producen el **hipoparatiroidismo**. Este cuadro se caracteriza por la disminución del calcio iónico en el suero y aumento en la concentración de fosfato. Los síntomas leves de esta condición incluyen irritabilidad neuromuscular, la cual puede causar calambres musculares y **tetania**.

Cuando el cuadro es agudo se produce parálisis tetánica de los músculos respiratorios, laringoespasmo, convulsiones graves y finalmente la muerte. Al contrario, cuando se presenta excesiva producción de la hormona, se presenta el **hiperparatiroidismo**. Este cuadro se caracteriza por resorción extensa del hueso y diversos efectos renales, como cálculos renales e infecciones frecuentes de las vías urinarias.

#### Páncreas

El páncreas es una glándula de secreción mixta, es decir, posee una doble función. Por un lado, es una glándula de secreción externa que libera secreciones en el duodeno para ayudar a la digestión y absorción de péptidos y grasas. Por otro lado, como glándula de secreción interna, vierte directamente al torrente circulatorio una serie de hormonas, como **insulina** y **glucagón**, relacionadas con la regulación de los niveles de azúcar circulantes. Cuando se presenta una insuficiencia en las secreciones internas de esta glándula se produce la diabetes.

La insulina y el glucagón tienen funciones opuestas. Cuando la concentración de glucosa en la sangre se eleva, se libera insulina, para promover la síntesis de glucógeno y así disminuir el nivel de azúcar sanguínea.

Por el contrario, cuando hay poca glucosa circulante, se libera glucagón, para catalizar la degradación del glucógeno almacenado en el hígado y así liberar glucosa a la sangre.

#### Glándulas suprarrenales

Son glándulas pequeñas situadas sobre la parte superior de cada riñón. En cada glándula suprarrenal se diferencian dos partes, una periférica o **corteza suprarrenal**, y otra central o **médula suprarrenal**, cada una de las cuales tiene un origen embriológico diferente.

* **Corteza suprarrenal**: secreta alrededor de unas 26 hormonas **esteroideas**, que se clasifican en tres grupos: **glucocorticoides**, **mineralocorticoides** y **andrógenos**. Los glucocorticoides comprenden la **corticosterona** y la **deshidrocorticosterona**, cuya función se ejerce sobre el metabolismo de los carbohidratos y la **cortisona**, con acción antirreumática. Los **mineralocorticoides** son dos: el acetato de desoxicorticosterona y la desoxicortisona. Actúan sobre el equilibrio hidromineral de los tejidos. Los **andrógenos** se relacionan con el desarrollo de características sexuales secundarias.

■ **Médula suprarrenal**: segrega dos hormonas: la **adrenalina** y la **noradrenalina**. La adrenalina se segrega como reflejo a estímulos como frío, emociones fuertes o miedo. Activa el trabajo del corazón, produce vasoconstricción de las arterias y los capilares, eleva temporalmente la presión arterial y acentúa la resistencia de los capilares. Dilata los bronquios y eleva la glicemia. La adrenalina, noradrenalina y dopamina son los elementos principales en la respuesta a la tensión intensa. Esta respuesta comprende un ajuste integrado e inmediato de numerosos procesos complejos en los órganos vitales para la respuesta, a saber, cerebro, músculos, sistema cardiopulmonar e hígado a expensas de otros órganos que no intervienen de inmediato como la piel, sistema gastrointestinal y tejido linfoide.

#### Gónadas

Las gónadas son órganos bifuncionales que producen células germinales y hormonas sexuales. Las dos funciones se interrelacionan, porque durante el desarrollo de las primeras se requieren altas concentraciones locales de hormonas sexuales. Los ovarios producen óvulos y las hormonas esteroides, estrógeno y progesterona Por su parte, los testículos producen espermatozoides y testosterona. La producción de estas hormonas está regulada de manera estrecha con un circuito de retroalimentación en el que intervienen la hipófisis y el hipotálamo.

Los andrógenos son las hormonas esteroides sexuales de acción masculinizante; los estrógenos por su parte son feminizantes. Ambos tipos de hormonas son secretadas en ambos sexos, pero con diferentes concentraciones.

* **Andrógenos**: la testosterona, principal hormona secretada por los testículos, es un esteroide de 19 átomos de carbono. Es sintetizada a partir del colesterol en las células de Leydig. La testosterona y otros andrógenos ejercen un efecto inhibitorio retroactivo sobre la secreción de LH pituitaria; producen y mantienen los caracteres sexuales secundarios masculinos y ejercen un efecto anabólico proteico, importante promotor del crecimiento. En el período previo a la adolescencia, los testículos y la corteza suprarrenal segregan una pequeña cantidad de testosterona. Al poco tiempo, las concentraciones aumentan hasta alcanzar un rango entre 2,5 y 11 mg al día. Esta cantidad es suficiente para provocar grandes cambios en el varón, como el rápido crecimiento y el desarrollo muscular y testicular, engrosamiento de la piel, aumento de la cantidad de glándulas sebáceas en la piel, por lo que esta se hace más oleosa, las venas se observan con mayor claridad bajo la piel, debido a la pérdida de la grasa subcutánea; el vello de las axilas crece y también se desarrolla en el pecho y las extremidades; el crecimiento de la laringe causa ciertas dificultades al hablar y la barba comienza a crecer.
* **Estrógenos**: son secretados por las células de la teca interna de los folículos ováricos, cuerpo lúteo, placenta y, en pequeñas cantidades, por la corteza adrenal y los testículos. Son esteroides, dentro de los cuales, el estradiol es el más potente. Entre las funciones de los estrógenos están: facilitar el crecimiento de los folículos ováricos y aumentar la motricidad de las trompas de Falopio. También tienen efectos importantes sobre el músculo liso del útero. En otro campo, los estrógenos hacen disminuir la secreción de HEF. (hormona estimulante del folículo). Cuando están en grandes cantidades, inhiben también la secreción de HL (hormona luteinizante) y de prolactina. Los cambios corporales que se presentan en las mujeres en la pubertad, además del crecimiento de los senos, útero y vagina, se deben en parte a los estrógenos, hormonas feminizantes, y en parte a la falta de andrógenos testiculares. Las acciones secretora y gametogénica de las gónadas dependen de la secreción de las gonadotropinas hipofisiarias específicamente de la hormona estimulante del folículo (FSH) y de la hormona luteinizante (LH). Las hormonas sexuales actúan a través del hipotálamo para inhibir la secreción de gonadotropinas. En el hombre, la secreción de gonadotropinas no es cíclica, pero en la mujer pospuberal se necesita una secreción de gonadotropinas en sucesión ordenada para que pueda ocurrir la menstruación, el embarazo y la lactancia.

# Salud, enfermedad y drogas

A través de los tiempos, el hombre ha usado remedios de diversos tipos, porque siempre ha conocido la enfermedad. En la actualidad es tal la oferta de medicamentos, que estos se consumen de manera indiscriminada, sin tener en cuenta que pueden producir efectos secundarios desconocidos.

Por muchos años se han usado medicamentos, principalmente provenientes de plantas y algunos minerales, sobre bases empíricas o de simple observación y en donde se destacan hombres ilustres no sólo de la terapéutica sino también de la medicina como **Hipócrates**, **Galeno** y **Avicena**. La historia nos informa que la mayor parte de los pueblos antiguos usaron los mismos remedios, sin tener jamás contacto entre ellos. Se puede pensar que este hecho se da por pura casualidad, sin embargo, en la actualidad se postula que el hombre al igual que los animales, cuando está enfermo busca en la naturaleza aquello que puede aliviarlo de sus dolencias. Este instinto primitivo es el vínculo que liga al hombre con la naturaleza. Una vez que encuentra el remedio preciso para la enfermedad que lo aqueja, transmite estos conocimientos a su descendencia de generación en generación. Es por este medio como hemos heredado verdaderos tratados sobre el cuidado de diferentes enfermedades, de pueblos como los egipcios, griegos, romanos, chinos y aztecas.

El concepto de salud que hoy manejamos es mucho más amplio que el de la antigüedad. Esta percepción queda reafirmada por los documentos de la **Organización Mundial de la Salud (OMS)**, según la cual *estar sano implica estar en un estado de salud óptimo, es decir, en un estado de bienestar físico, mental y social*. Por lo tanto, estar sano depende del cuidado que pongamos en nuestra alimentación, recreación y relación con los demás. Cuando estamos enfermos, nuestro organismo nos pone en alerta a través de ciertos signos y síntomas tales como el aumento de la temperatura corporal, la disminución de la presión arterial o de la capacidad para realizar nuestro trabajo diario. Estos cambios por lo general son consecuencia de cambios químicos que suceden al interior de nuestras células. Efectivamente, el concepto de enfermedad como una alteración química del organismo ya había sido planteada por **Paracelso**, hacia 1530; hoy es posible probar que, efectivamente, todo enfermo presenta algún tipo de alteración química.

## Bases bioquímicas de las enfermedades

La salud depende del funcionamiento regulado y armonioso de miles de reacciones y procesos bioquímicos que ocurren en las células normales y que operan para mantener constante o dentro de ciertos límites, el pH, la presión osmótica, la concentración de electrólitos en el suero y los tejidos.

Las enfermedades se relacionan con alteraciones metabólicas, por ejemplo, durante la replicación, transcripción y traducción de la información genética o durante una reacción química específica. Estas perturbaciones, temporales o permanentes se inducen por diferentes causas las cuales a menudo conducen a alteraciones profundas del medio interno en donde los mecanismos compensatorios sólo pueden operar por un límite finito de tiempo.

Al considerar las enfermedades desde el punto de vista bioquímico se debe tener en cuenta que:

* Numerosas enfermedades son determinadas por genes. Desde este punto de vista las enfermedades genéticas pueden agruparse en tres clases: trastornos cromosómicos, trastornos monogénicos o de un solo gen y trastornos multifactoriales que son producto de múltiples factores genéticos y ambientales.
* Todas las clases de biomoléculas que constituyen las células se afectan en su estructura, función o cantidad en una u otra enfermedad. Las biomoléculas pueden afectarse de manera primaria o secundaria; en enfermedades genéticas, el defecto primario reside en el ADN y las estructuras, funciones o cantidades de otras biomoléculas se afectan de manera secundaria.
* Las perturbaciones bioquímicas que causan enfermedad ocurren con diferentes velocidades. Así, por ejemplo, la muerte puede sobrevenir rápidamente después de una trombosis coronaria o debido a la pérdida masiva de agua y electrólitos en patologías intestinales, como el cólera, el cual puede terminar con la vida de una persona en unas pocas horas. En otros casos, puede llevar años para que la acumulación de una biomolécula afecte el funcionamiento del organismo. Este exceso puede ocurrir, por ejemplo, como consecuencia de la falta de una enzima responsable de la degradación de dicha molécula.
* Las enfermedades pueden producirse por deficiencia o exceso de ciertas biomoléculas. Así por ejemplo, la deficiencia de vitamina A causa ceguera nocturna. Pero su ingestión excesiva puede causar estados agudo y crónico de toxicidad. En el mismo sentido la deficiencia de vitamina D conduce al raquitismo, pero su exceso, causa hipercalcemia.
* La causa directa o indirecta de cualquier enfermedad está relacionada con alteraciones en el funcionamiento de uno o varios organelos celulares. Por ejemplo, alteraciones en el retículo endoplasmático son responsables de intoxicaciones y los daños en la membrana celular tienen que ver con la metástasis de células cancerosas.
* Mecanismos bioquímicos diferentes pueden producir patologías semejantes. El cuerpo tiene un número limitado de formas de reaccionar a las enfermedades y sus causas, por lo que procesos inflamatorios, inmunológicos, desintoxicantes, entre otros pueden ser consecuencia de diferentes estímulos, por ejemplo, bacterias, virus o macromoléculas aisladas. Así mismo, degeneración de tejidos y órganos, como el hígado, puede deberse a ingestión excesiva de alcohol, exceso de cobre o de hierro, entre otras causas. Igualmente, el oxalato de calcio, fosfato de amonio y magnesio, ácido úrico y cisteína pueden formar cálculos renales, pero se acumulan por razones bioquímicas diferentes.

## Los fármacos

La base para el desarrollo de la industria farmacéutica está en sintetizar artificialmente los productos naturales, generalmente de origen vegetal.

Un fármaco se define como **cualquier sustancia orgánica o inorgánica, de origen animal, vegetal o mineral que, por sus propiedades fisicoquímicas, tiene un efecto directo o indirecto sobre la funcionalidad de células, tejidos y órganos del cuerpo**. Los fármacos actúan, principalmente, modificando la función hiper o hipo activa de los órganos, es decir, corrigiendo las alteraciones químicas o biológicas que se producen en ellos.

Una vez que se establece y localiza la acción específica de un fármaco o principio activo y se estudian los eventuales riesgos que pudiera ocasionar en el organismo, los químicos farmacéuticos pueden revelar su valor en el tratamiento de enfermedades. Por esta razón la farmacología se considera una rama de las ciencias médicas; además de su naturaleza química, estudia la acción fisiológica de los medicamentos: esto es, cómo se absorben, distribuyen y metabolizan.

### Fármacos sintéticos

El trabajo conjunto entre la química y la fisiología, ha permitido lograr avances significativos en el estudio de diferentes fármacos de origen mineral, animal o vegetal. Hacia el año 1870 se realizaron las primeras experiencias sobre los efectos de la nicotina y el tabaco en el funcionamiento del corazón y los de la cafeína en la acción muscular. Estas experiencias señalaron el camino para la síntesis de nuevos fármacos. Más tarde, en el año 1857, se descubrió que el nitrito de amilo tenía propiedades vasodilatadoras de las arterias coronarias, por lo que permitía disminuir el intenso dolor en el pecho que sienten los enfermos del corazón. Dos años después se introdujo en el mercado el hidrato de cloral, que produce sueño profundo y es considerado el primer anestésico e hipnótico sintetizado artificialmente en un laboratorio. A comienzos del año 1900, se empezaron a producir los **barbitúricos**, con propiedades hipnóticas y antiepilépticas. Por la misma época se desarrolló el ácido acetilsalicílico, conocido comúnmente como **aspirina**, cuyas propiedades analgésicas son ampliamente reconocidas.

### Fármacos anti-microbianos

Con la invención del microscopio, se puso de manifiesto un mundo hasta ahora desconocido, seres microscópicos y células de diversos tipos. Con el desarrollo de colorantes, iniciada por **William Perkin** (1838–1907), comenzó el estudio sistemático de la estructura celular. Al disponer de colorantes específicos fue posible teñir selectivamente ciertas partes de una célula o ciertos microorganismos. **Paul Ehrlich** (1854-1915) pensó que los colorantes representaban una verdadera bala mágica, capaz de aniquilar a los microorganismos patógenos sin dañar el organismo de la persona afectada. En la actualidad, este tipo de compuestos se denominan antibióticos. Ehrlich ensayó con algunos colorantes y postuló que la acción germicida de estas sustancias radicaba en sus átomos de nitrógeno unidos a través de enlaces dobles del tipo -N=N-. Para comprobarlo, realizó sucesivas modificaciones en las estructuras de los colorantes, sustituyendo los átomos de N por As debido a que presentaban propiedades similares. Más tarde, **Gerhard Domagh** (1895–1964) continuó con el trabajo de Ehrlich. En 1932 inyectó en ratones infectados un nuevo colorante rojo, denominado **prontosil** y observó que sólo los ratones tratados con el colorante lograban sobrevivir. Los ensayos continuaron hasta que Hildegarde, la hija de Domagh, se enfermó de **septicemia**, una infección total del organismo. Como su muerte era inminente, el científico se atrevió a ensayar el colorante en ella, tras lo cual, la niña se alivió.

El descubrimiento del prontosil permitió demostrar que uno de los métodos más efectivos para curar las enfermedades consistía en la administración de fármacos que atacaran directamente los microorganismos patógenos. Gracias a los exitosos descubrimientos de Domagh, los científicos continuaron buscando nuevos antibióticos. Fue **Alexander Fleming** (1881-1955) quien a pesar de la admiración que sentía por Domagh comentó que tenía algo mejor que el prontosil, nadie quiso escucharle, sin embargo se trataba nada menos que de la **penicilina**. La atención hacia este nuevo antibiótico sólo resurgió con la Segunda Guerra Mundial, cuando pasó a ser secreto militar. Este antibiótico ejerce su acción inhibiendo el sistema enzimático que regula la síntesis de la pared celular de los gérmenes. Algunos de ellos se vuelven resistentes a la penicilina sintetizando otra enzima, la **penicilasa**, que la destruye. Para contrarrestar la acción de la penicilasa el científico dispone de un hongo que le proporciona el núcleo básico de la penicilina. Así se pueden adicionar a este núcleo diferentes cadenas laterales, permitiendo la creación de nuevas penicilinas, como la **ampicilina**, **amoxicilina** y **cloxacilina**, que anulan la acción de la penicilasa. A su vez, por mutaciones genéticas, los agentes patógenos desarrollan otras penicilasas capaces de combatir los nuevos antibióticos. De esta manera continua la lucha por la sobrevivencia entre ambas especies: el hombre y los microorganismos.

### Mecanismos de acción de los fármacos

3.4.1 Componentes del sistema nervioso En los organismos unicelulares todos los fenómenos vitales ocurren en una sola célula. En cambio, en los organismos multicelulares, gracias al proceso evolutivo distintos grupos de células se encargan de diversas funciones particulares. En los animales superiores, como el hombre, los grupos celulares especializados han constituido un aparato gastrointestinal para digerir y asimilar los alimentos, un aparato respiratorio que introduce O2 y elimina CO2, un aparato urinario que elimina los desechos, un aparato circulatorio que distribuye los nutrientes, el oxígeno y los productos del metabolismo; un aparato reproductor que perpetúa la especie y, finalmente, un sistema nervioso y un sistema endocrino que coordinan e integran las funciones de todos los sistemas anteriores y las del organismo como un todo.

La acción bioquímica de los fármacos se basa en el efecto que ejercen sobre el sistema nervioso. Los sistemas nerviosos central y periférico constituyen las dos grandes divisiones del sistema nervioso del cuerpo. Ambos sistemas se ven a menudo afectados de diferentes formas por fármacos específicos. El **sistema nervioso central** (SNC) incluye el cerebro y la médula espinal. La hipófisis situada en la base del cerebro, es la glándula directora del sistema endocrino y juntos coordinan eficazmente el control de los mecanismos y funciones de todo el cuerpo. El **sistema nervioso periférico** sirve como transmisor entre el SNC y la actividad que tiene lugar en los tejidos especializados. Así tenemos que:

* El **sistema somático** restituye los impulsos a los músculos controlados a voluntad, que actúan en movimientos musculares intencionados, por ejemplo, al caminar o hablar.
* El **sistema autónomo** está encargado del control de las funciones inconscientes o involuntarias. Este sistema se subdivide en **sistema parasimpático**, que regula la velocidad de las pulsaciones del corazón, la respiración y los procesos digestivos y el **sistema simpático** que actúa en momentos de tensión. Los impulsos del SNC a los órganos terminales o a los de destino de los tejidos, o de estos órganos en sentido inverso al SNC, pasan a través de órganos de control integral denominados **ganglios**. Los ganglios son agrupaciones de células nerviosas que dan una medida de control sobre el paso de los impulsos nerviosos en ambos sentidos. Estos impulsos implican el paso de potenciales eléctricos bajo el cuerpo de la célula nerviosa.

#### Mediadores químicos en el sistema nervioso

El espacio entre una célula nerviosa que lleva un mensaje del SNC y otra célula nerviosa que debe transmitir el impulso al receptor de un órgano de destino, se denomina **sinapsis**. Los compuestos denominados mediadores químicos se encargan de establecer un puente entre dichos espacios y completar la transmisión del impulso nervioso.

* **La acetilcolina** es el mediador químico de la sinapsis de los ganglios, tanto en el sistema parasimpático, como en el sistema simpático. También, es el mediador entre las terminaciones nerviosas y los órganos de destino del sistema parasimpático.
* **La norepinefrina** es el intermediario químico entre las terminaciones nerviosas y los órganos de destino del sistema simpático. Cuando un impulso se transmite a lo largo del cuerpo de un nervio y alcanza la terminación de la célula nerviosa en una sinapsis, se libera acetilcolina. En el sistema parasimpático este compuesto migra a través de la sinapsis y se pone en contacto con el mecanismo receptor de la célula nerviosa siguiente. El mecanismo se estimula para crear un potencial eléctrico en aquella célula nerviosa, lo que permite al impulso nervioso atravesar la sinapsis. La acetilcolina se separa entonces por hidrólisis catalizada por la enzima acetilcolinesterasa, y la sinapsis está lista para pasar al siguiente impulso nervioso.

#### Implicaciones farmacológicas

Las terminaciones nerviosas han sido llamadas **transductores biológicos**, pues convierten la energía eléctrica en energía química y viceversa. Este proceso de conversión implica la síntesis de los agentes transmisores, su almacenamiento en los botones sinápticos, su liberación por los impulsos nerviosos hacia la fi sura sináptica, y su acción sobre la membrana postsináptica y su destrucción, la cual es catalizada por enzimas concentradas en el área que rodea a las terminaciones. En teoría, al menos, todos estos procesos pueden ser inhibidos o facilitados por drogas que producen cambios en la transmisión sináptica. Las sinapsis son puntos básicos para la manipulación farmacológica de las funciones nerviosas.

Puesto que la transmisión es química, no sólo en el sistema nervioso autónomo y uniones mioneurales, sino también en el sistema nervioso central, el farmacólogo espera regular con el tiempo no sólo la actividad motora somática y visceral, sino también las emociones, la conducta y otras funciones complejas del encéfalo.

Las sustancias que han sido utilizadas con este fin, incluyen a los **agentes psicomiméticos**, drogas que producen alucinaciones y otras manifestaciones de las psicosis, a los **tranquilizantes**, medicamentos que alivian la ansiedad y a los **energizantes psíquicos**, medicamentos que mejoran el talante e incrementan la energía y el impulso.

## Definición y clasificación de las drogas

Infortunadamente de manera simultánea al desarrollo científico y tecnológico que conlleva la búsqueda de nuevas terapias para combatir las enfermedades, se desarrollan investigaciones sobre los efectos no deseados producidos por los mismos principios activos y manos inescrupulosas mediando solo por el ánimo de lucro personal, desarrollan preparados farmacológicos que producen efectos desastrosos para aquellos que los usan. A continuación se exponen algunas ideas relacionadas con este problema social.

El término *droga* se refiere a fármaco, medicamento, remedio o principio activo. Es utilizado para designar cualquier sustancia, generalmente de origen vegetal, capaz de modificar las funciones vitales del ser humano. Son sustancias dotadas de poder estimulante, depresor o alucinógeno. El abuso de drogas genera en quienes las consumen, un estado de adicción que implica en muchos casos dependencia física, síquica y tolerancia a la droga.

La dependencia física consiste en la necesidad fisiológica de consumir una droga para evitar la aparición de un efecto indeseable conocido como **síndrome de abstinencia**. La dependencia síquica corresponde al deseo de consumir la sustancia con el objeto de alcanzar y mantener un estado de ánimo placentero en una situación determinada. Un individuo recurre a la droga para disminuir los niveles de angustia o, para alegrarse, relajarse, etc.

### Clasificación según sus efectos

Según los efectos que produzcan, las drogas se clasifican en:

#### Estimulantes

Estimulan el SNC, aumentando el estado de alerta del organismo, contrarrestando artificialmente la fatiga y el decaimiento, provocando un sinnúmero de alteraciones como estados de euforia y desinhibición, excitación motora, disminución del control emocional de la fatiga y del sueño, inquietud, desasosiego, irritabilidad, violencia y agresividad. Además, dependencia física, psíquica y tolerancia. Cuando su efecto en el organismo disminuye, se pasa del estado de euforia al de fatiga, depresión y cansancio, mayor aún que el que originó el consumo. Dentro de este grupo tenemos: las anfetaminas, la cocaína y la cafeína.

#### Depresoras

Deprimen el SNC, produciendo relajación, desaparición de la angustia, somnolencia, incoordinación motora, inestabilidad emocional, sensación de bienestar, dependencia física, síquica y tolerancia. Como depresores están los derivados del opio (morfina, heroína), los barbitúricos, las benzodiazepinas, los inhalantes y el alcohol.

**Alucinógenas, psicodélicas** o **psicomiméticos**: producen una percepción ilusoria de la realidad y alteran el funcionamiento psíquico afectando las emociones. Algunos ejemplos son la marihuana y la dietilamida del ácido lisérgico (LSD).

### Clasificación Según el grado de difusión, uso y aceptación social

Las drogas se clasifican en institucionalizadas, no institucionalizadas y drogas límite.

#### Institucionalizadas

Son aquellas, que se usan de forma masiva y son aceptadas socialmente como el alcohol, el tabaco, las xantinas (café, té, bebidas de cola). Son legales y su consumo y comercialización son socialmente aceptados.

* **El alcohol**: presente en bebidas como el vino, la cerveza y el aguardiente, en forma de etanol (CH3-CH2-OH), es una droga depresora del SNC. La ingestión de dosis pequeñas (1 a 2 copas) produce relajación y sedación mínima que provoca disminución en el control de las emociones, por lo que la persona se vuelve conversadora, simpática o, por el contrario, agresiva y de mal humor. Además se presenta vasodilatación cutánea o sea sensación de calor y taquicardia, y disminuye la tensión nerviosa y los reflejos. Al aumentar la dosis (cerca de 1 mg de etanol por 1 ml de sangre), se presenta incoordinación motora, lengua pesada y habla balbuceante, hay pérdida del equilibrio, de la memoria y la atención. Todo concluye con un sueño profundo. Si el nivel supera los (5 mg por ml) de sangre, se puede presentar la intoxicación aguda, que lleva al paro respiratorio o al infarto del miocardio. Una vez ingerido, la enzima deshidrogenasa láctica transforma el etanol en acetaldehído (CH3CHO) y luego el aldehído deshidrogenasa lo convierte en ácido acético (CH3COOH). Con posterioridad puede ser catabolizado a CO2 y H2O o bien metabolizado a azúcares o lípidos.
* **El tabaco**: se extrae de la planta Nicotina tabacum, en cuyas hojas se encuentra presente la nicotina (C8H17N), un alcaloide, en forma de sal del ácido málico o cítrico. Es un líquido incoloro que hierve a 246 °C, algo soluble en agua, fuertemente levógiro y muy tóxico. Cuando una persona consume nicotina a través de los pulmones y de ahí al torrente sanguíneo, se inician una serie de trastornos, entre los que se destacan: descenso de la presión arterial, dilatación bronquial, taquicardia, disminución del flujo sanguíneo a vísceras como el corazón, el cerebro, los riñones y las vías coronarias, así como alteración de la visión. El tabaco y los cigarrillos no sólo contienen nicotina. Se han identificado productos químicos tóxicos como el monóxido de carbono, el ácido sulfhídrico, el ácido cianhídrico y óxidos de nitrógeno, el alquitrán, que contienen, entre otros, benzopireno, altamente cancerígeno. Los fumadores y los no fumadores que los acompañan, presentan, en consecuencia, un alto riesgo de muerte prematura a causa de enfermedades cardiovasculares o broncopulmonares.
* **Las xantinas**: son alcaloides ampliamente distribuidos en la naturaleza. Entre ellas están: la cafeína, que se encuentra en las semillas de café (Coffea arabica), en las hojas de té (Th ea sinensis) y en el cacao (Th eobroma cacao). En el té encontramos además la teofilina y en el cacao la teobromina. Estas sustancias son estimulantes del SNC, aumentan la actividad mental, el rendimiento físico y disminuyen la fatiga y el sueño. Además, ocasionan un aumento de la secreción de ácidos estomacales y de la producción de orina. En grandes dosis producen insomnio e incluso convulsiones. Las bebidas cola, tan consumidas hoy en día, datan de finales del siglo XIX en Estados Unidos, donde un comerciante, John Pemberton, fabricó una bebida refrescante utilizando como ingredientes azúcar, cafeína, hojas de coca y otros extractos vegetales, todos ellos diluidos en soda o agua carbónica. La mayoría de bebidas con efecto estimulante contienen cafeína. Adicionalmente, este alcaloide también está presente en algunos analgésicos, antihistamínicos y antigripales, con el fin de contrarrestar los efectos sedantes de estas drogas.

#### No institucionalizadas

Corresponden a sustancias cuyo consumo, venta y distribución son ilegales y, por lo tanto, penalizados por la ley. Algunos ejemplos son, la marihuana, la cocaína, el bazuco, la heroína y la dietilamida del ácido lisérgico o LSD. En nuestro país las drogas más empleadas son la marihuana, la cocaína y el LSD.

* **La marihuana**: un arbusto, la cannabis sativa, es originario del mediterráneo y se da muy bien en los países tropicales. Es una planta anual, herbácea, de la que se aprovecha su fibra para fabricar cáñamo. De su inflorescencia se obtiene una resina, de la cual se obtiene el hachís (en Oriente y Europa) o kifi (en los pueblos del norte de África). Las hojas, flores y resina, desecadas y trituradas, se fuman en forma de cigarrillos. La sustancia responsable de los efectos típicos de esta droga es el -9-tetrahidrocanabinol o THC. Los efectos de la marihuana se manifiestan con euforia, relajación, risa y desinhibición. Así mismo se observa disminución en la capacidad de atención y de concentración, alterándose la dimensión espacio-temporal y la percepción auditiva. Por producir estos efectos, la marihuana se considera una droga alucinógena. Algunas personas experimentan sensaciones desagradables, como vómitos, fuertes dolores de cabeza, ansiedad, pánico y sensación de enloquecimiento. La marihuana puede crear dependencia. Por otro lado, tiene efectos a corto y mediano plazo sobre funciones fisiológicas respiratorias, cardiovasculares, endocrinas, nerviosas e intelectuales, en niños y adolescentes en desarrollo.
* **La cocaína**: es un alcaloide que se encuentra en las hojas de la planta de coca, Erytroxylon coca. En pequeñas dosis, la cocaína es estimulante, pero cuando pasa el efecto, el ánimo del consumidor decae totalmente. Para contrarrestar esta situación, la persona debe consumir una nueva dosis, la cual, una vez pasado el efecto, produce una depresión aún mayor, generando el círculo vicioso característico de la adicción. En dosis repetidas la cocaína actúa sobre el SNC. El individuo experimenta exaltación del ánimo, con sensaciones de vigor y ausencia de fatiga. Estos síntomas van unidos a una aparente brillantez intelectual, parecida al ingenio pero carente de un trasfondo creativo. Ocasionalmente causa alucinaciones, especialmente auditivas, táctiles y visuales. El desdoblamiento polidimensional de los objetos y su difracción cromática conducen, junto con las voces insultantes que también se pueden percibir, a situaciones de terror incontrolable, acompañadas a veces de intensa agresividad. Uno de los síntomas más característicos de este tipo de intoxicaciones, es el denominado síndrome de Magnan, cuadro alucinatorio en el que el enfermo cree percibir bajo su piel o su ropa pequeños insectos parásitos. La cocaína se comercializa también en forma de pasta base de cocaína o PBC. Esta droga es cocaína no tratada, impura y mezclada con los solventes orgánicos usados en el proceso de extracción. Esto hace de la pasta base una droga aún más peligrosa para el organismo y más adictiva que la cocaína pura.
* **La morfina:** uno de los alcaloides extraídos del opio. Es poco soluble en agua y ópticamente activa, de tipo levógiro. Por su acción sobre el SNC actúa como sedante y en dosis mayores como narcótico, siendo uno de los remedios más eficaces contra el dolor. En medicina es utilizada con este fi n. Al sustituir los grupos hidroxilo de la morfina por grupos acetato (-OCOCH3), se tiene heroína, la cual es tres veces más potente que la morfina. En la misma medida, la heroína produce una mayor adicción, por lo que es considerada de alta peligrosidad
* **El LSD**: la dietilamida del ácido lisérgico es una de las drogas sintéticas de mayor poder alucinógeno, sin mermar en el individuo la capacidad de comunicar su experiencia. Inicialmente, antes de ser sintetizado artificialmente, era aislado de un hongo, conocido como el cornezuelo de centeno, cuyo nombre científico es Claviceps pupurea. Este hongo es un parásito que ataca y destruye los ovarios no fecundados de la planta afectada. Contiene varios principios activos usados en medicina, todos ellos, alcaloides derivados del ácido lisérgico. Una dosis de tan solo 0,001 a 0,002 mg por kilo de peso corporal, causa graves efectos tanto físicos como psíquicos. Una persona bajo el efecto del LSD sufre de alucinaciones y es completamente incapaz de distinguir entre la realidad y la fantasía.
* **Los inhalantes**: incluyen gases y líquidos muy volátiles, presentes en sustancias de uso doméstico, como colas, disolventes o pegamentos (bóxer, aerosoles, gasolina, éter, etc.). Los síntomas producidos tras la inhalación de sus vapores son similares en todos los casos y se caracterizan por una sensación de júbilo y despreocupación, que puede progresar hasta alucinaciones, con perturbación del juicio y las percepciones, agresividad y vómito. En casos extremos puede causar estados comatosos y la muerte. El bajo precio de los productos que contienen esas sustancias y la rapidez de sus efectos explican el auge de esta práctica de drogadicción en indigentes y la población escolar.

#### Drogas límite

Son aquellas usadas con fines terapéuticos pero que son susceptibles de ser utilizadas con otros propósitos. Como ejemplos tenemos: benzodiazepinas, anfetaminas y barbitúricos. Muchas personas, sin detenerse a pensar en los efectos que les pueden ocasionar, las consumen en altas dosis buscando con esto sobrellevar el agitado ritmo de vida en la sociedad moderna.

* Las benzodiazepinas (BZP): en el año 1957 se logró la síntesis de la primera benzodiazepina: el clorodiazepóxido. Los efectos más notorios de algunas BZP, como el diazepam, se relacionan con su acción tranquilizante, tanto de los estados de angustia como los de tensión emocional. Otras como el flunitrazepam tiene una función inductora de sueño, por lo que son muy usadas para combatir el insomnio. Con dosis altas de BZP pueden presentarse, otros efectos no deseados, como náuseas, vómito, descoordinación motora, confusión, amnesia, dolor de cabeza, visión borrosa o dolor en las articulaciones. También pueden inducir estados de irritabilidad, ansiedad, depresión, insomnio, euforia y alucinaciones. Debido a sus propiedades alucinógenas, mucha gente abusa de estas drogas usando altas dosis de BZP puro o, dosis menores combinadas con bebidas alcohólicas, con lo cual el efecto se potencia, haciendo la mezcla extremadamente peligrosa, pues puede ocasionar paro respiratorio.
* **Las anfetaminas**: químicamente corresponden a aminas derivadas de la beta fenilisopropilamina. Actúan como estimulantes del SNC, produciendo una sensación de bienestar general y disminución del apetito. Aceleran el ritmo cardiaco y aumentan la presión sanguínea. Actualmente se usan para reducir el apetito y para mejorar el rendimiento deportivo. Consumidas en altas dosis son alucinógenos potentes.
* **Los barbitúricos:** derivados del ácido barbitúrico, son sedantes, agentes hipnóticos y depresores del SNC. Se comercializan como pastillas para dormir o tranquilizantes. Causan tolerancia, razón por la cual la persona debe ir aumentando la dosis para conseguir el efecto deseado.

## La drogadicción

El aumento masivo en el consumo de drogas registrado en el mundo occidental a partir del siglo XIX, sigue un curso paralelo al proceso de industrialización y desarrollo del modelo económico vigente. La familia es la agrupación humana que mayor influencia ejerce en la formación de los individuos y es precisamente allí en donde el problema de la toxicomanía tiene su origen. La drogadicción implica una serie de patologías que se expresan a nivel físico, psicológico y social. En el contexto médico los diferentes tratamientos van encaminados, en primera instancia, a aliviar los efectos producidos por el “síndrome de abstinencia” y, posteriormente a tratar de eliminar el hábito del consumo, al menos en su manifestación fisiológica.

En el campo psicosocial, el tratamiento es un poco más complicado, puesto que depende, en gran parte, de una percepción y aceptación adecuada del problema y sus causas.

# PRUEBA tus conocimientos

1. Escribe V, si el enunciado es verdadero y F, si es falso. Justifica los enunciados falsos.
   1. Los carbohidratos son compuestos orgánicos de origen animal principalmente.
   2. El exceso de carbohidratos se transforma en grasas bajo la forma de triglicéridos, lo cual puede causar obesidad.
   3. Los polímeros de alto peso molecular y que resultan de la condensación de muchos monosacáridos, se denominan polisacáridos.
   4. Los carbohidratos son nutrientes utilizados por la célula para la regulación de procesos metabólicos y como fuente de energía respectivamente.
   5. El glucógeno constituye el armazón estructural de las células vegetales.
2. Por medio de la fotosíntesis las plantas construyen la mayoría de los carbohidratos que luego son utilizados por otros organismos.
   1. Explica mediante reacciones químicas dicho proceso.
   2. Con un dibujo representa el flujo de los carbohidratos en los seres vivos.
3. Determina en la estructura de la D-fructofuranosa:
   1. ¿Cuántos centros quirales tiene?
   2. ¿Cuántos pares de 2-cetoxas enantiómeras deben existir?
4. ¿Cuál es el grupo que le da el carácter D?
5. Explica que es actividad óptica.
6. Las plantas transforman la energía del Sol en energía química, que se almacena en los enlaces de carbono de sustancias complejas, especialmente de los carbohidratos que se forman a partir del dióxido de carbono atmosférico.
   1. Investiga en qué consiste la etapa biosintética u oscura en la que tiene lugar la síntesis de carbohidratos.
   2. explica qué carbohidratos se producen en las plantas.
   3. Responde: ¿Es posible que los seres humanos metabolicemos carbohidratos como la celulosa?
7. Los enantiómeros poseen diferentes comportamientos bioquímicos, aunque presenten las mismas propiedades físicas. Por ejemplo, el D-limoneno es una sustancia con olor a naranja mientras que el L-limoneno huele a limón.
   1. Explica por qué razón los enantiómeros bioquímicamente se comportan de formas diferentes.
8. Una sustancia muy difundida en la naturaleza, la quitina, y un derivado de ella, la quitosana, componentes del esqueleto externo de muchos animales inferiores como los crustáceos y sostén de muchos hongos: son los polisacáridos más abundantes después de la celulosa, conformados por N-acetil D-glucosamina con enlaces 3 (1, 4). Tienen la gran ventaja de ser biodegradables y, por lo tanto, no contaminantes. Responde:
   1. ¿Qué otras propiedades presentan estas sustancias que las hacen fibras dietéticas con contenido calórico cero?
   2. En la actualidad, en Japón, ¿para qué se están utilizando estos compuestos?
   3. ¿Qué es un polímero? ¿Qué relación tienen estos compuestos con los polímeros?
9. Las diferentes clases de endulzantes o edulcorantes naturales, como el azúcar integral, el sirope de manzana, agave y arce, la melaza, la miel y la stevia, son cada vez más solicitados por los consumidores. Explica:
   1. ¿Qué ventajas tiene para el organismo el consumo de estos edulcorantes?
   2. ¿Qué desventajas tienen para el organismo?
   3. ¿Se conocen y están comprobadas sus propiedades medicinales?
10. Cuando la leche se corta su aspecto cambia; se forma un coágulo blanco, queda libre un líquido transparente y el sabor es un poco ácido. Explica este fenómeno teniendo en cuenta las propiedades de las proteínas.
11. La queratina que conforma la estructura del pelo, es una proteína fibrosa unida por enlaces disulfuro (provenientes de la cisteína) y puentes de hidrógeno. Su contenido de histidina, metionina y triptófano es bajo. Responde:
    1. ¿Qué clase de estructura posee la queratina?
    2. ¿Por qué el pelo mojado tiene una forma rígida?
    3. ¿Qué diferencia a una persona de pelo liso y a una de pelo rizado?
    4. ¿Qué le sucede a la queratina cuando se realiza un ondulado en el cabello?
12. ¿Qué significa que los aminoácidos tengan carácter anfótero?
13. El monóxido de carbono produce envenenamiento, porque forma un complejo con la hemoglobina de la sangre más estable que el que se puede formar con el oxígeno. Por ejemplo, cuando permanecemos largo tiempo cerca de un asador con carbón podemos experimentar dolor de cabeza, sueño e irritación en las mucosas.
    1. ¿Cómo podríamos reestablecer el equilibrio en este caso?
14. Las hormonas peptídicas son derivados de aminoácidos (como las hormonas tiroideas), o bien oligopéptidos (como la vasopresina) o polipéptidos (como la hormona del crecimiento). En general, este tipo de hormonas no pueden atravesar la membrana plasmática de la célula diana, por lo cual los receptores para estas hormonas se hallan en la superficie celular.
    1. Determina los aminoácidos que conforman la vasopresina, la tiroides y la hormona del crecimiento.
    2. Explica a qué se denomina una célula diana.
15. Los ácidos grasos pueden ser saturados e insaturados. Responde acerca de ellos:
    1. ¿Cómo afectan las propiedades físicas de los ácidos grasos las instauraciones presentes en una molécula?
    2. ¿Qué diferencias existen en las fórmulas estructurales de los ácidos grasos saturados e insaturados?
    3. ¿Es posible encontrar ácidos grasos en estado sólido y en estado líquido a temperatura ambiente?
16. Para la fabricación de jabones se emplean sebos, grasas o aceites como materia prima. El jabón, como tal, se aísla de la solución hidrolizada (mezcla de glicerol, iones alcalinos y sales de los ácidos grasos) por medio de la adición de determinadas sales. Responde:
    1. ¿Cuáles sales inorgánicas se deben adicionar para lograr la precipitación de las sales de carboxilato puras?
    2. ¿Qué diferencias existen entre los cebos, las grasas y los aceites?
    3. ¿Qué es el jabón bruto?
    4. ¿Qué tipos de colorantes y perfumes se utilizan en la elaboración de un jabón?
17. En la elaboración de los detergentes se debe tener en cuenta tres características que son determinantes en sus aplicaciones: el poder humectante, el poder detergente y el poder espumante. Explica:
    1. ¿Cómo se miden estas características?
    2. ¿Qué significa cada una de estas características?
18. Las vitaminas se clasifican en dos categorías: las solubles en grasas o liposolubles y las solubles en agua o hidrosolubles. De acuerdo con esta clasificación, indica a cual corresponde cada una de las siguientes:
    1. K
    2. E
    3. D
    4. C
    5. B2 Riboflabina
    6. B1 Tiamina
    7. A
    8. Niacina
    9. B12
19. Los alimentos de origen vegetal son una fuente importante de vitaminas para el ser humano. Señala los alimentos que proveen de las siguientes vitaminas y la función que cumplen en el organismo:
    1. B1
    2. A
    3. D
    4. K
    5. C
20. Las vitaminas hidrosolubles son absorbidas con rapidez en la parte inicial del intestino, a excepción de la vitamina B12, pero las liposolubles solo son asimiladas cuando los lípidos ingeridos han sido emulsionados por la bilis.
    1. ¿Qué sucederá con las vitaminas hidrosolubles y liposolubles en una persona que sufre de cálculos en la vesícula?
    2. ¿Tendrá deficiencia vitamínica?
    3. ¿Qué le aconsejarías a esta persona en cuanto a su alimentación?
21. En hombres y mujeres se dan procesos naturales en los que se experimentan fuertes cambios hormonales. Estos procesos se conocen como menopausia en las mujeres y andropausia en los hombres. Consulta al respecto y responde:
    1. ¿Qué ocurre a nivel hormonal en esta etapa de la vida?
    2. ¿Cuáles son los principales síntomas?
    3. ¿Qué opinas acerca del uso de terapias hormonales de remplazo?
22. Las vitaminas son compuestos sintetizados por los vegetales y se incorporan directamente con el alimento en el organismo humano. Se requieren en la dieta alimenticia para desempeñar diversas funciones bioquímicas. En general, su composición química se altera por acción del calor, la luz, los agentes oxidantes y por el contacto con ciertos metales. Explica:
    1. ¿Qué funciones cumplen las vitaminas en el organismo?
    2. ¿Qué alimentos de los que consumes habitualmente son fuente de vitaminas?
    3. ¿Por qué razón la única vitamina que puede sintetizar tu cuerpo es la D?
    4. Teniendo en cuenta que las vitaminas pierden sus propiedades por acción del calor y de la luz, ¿qué precauciones debes tener al consumir alimentos ricos en vitaminas?
23. Las vitaminas del complejo vitamínico B son sustancias solubles en agua y algunas de ellas son importantes para metabolizar carbohidratos, proteínas y grasas. Intervienen en el crecimiento; además previenen el beriberi, la pelagra y la anemia perniciosa.
    1. ¿Cómo se manifiestan el beriberi y la pelagra?
    2. ¿Qué síntomas presenta una persona que sufre de anemia perniciosa?
    3. ¿Qué síntomas se presentan en el organismo por falta de vitamina B?
    4. ¿Por qué algunas personas ingieren tiamina, para evitar la picadura de insectos?
24. Generalmente cuando una persona ha ingerido alcohol, siente sed. ¿Por qué? Explica la reacción que se lleva a cabo en el organismo.
25. Las xantinas son alcaloides ampliamente distribuidos en la naturaleza en sustancias como: la cafeína, la teofilina y la teobromina. Explica:
    1. ¿En qué bebidas se encuentran?
    2. ¿Qué efectos causan en el organismo?
    3. ¿Qué otras bebidas de uso común contienen estas sustancias?
26. Hoy día, en el mercado se venden medicamentos denominados genéricos que proporcionan al consumidor un ahorro importante frente a los medicamentos de marca. Consulta y responde:
    1. ¿Qué es un medicamento genérico?
    2. ¿Cómo se reconoce un medicamento genérico?
    3. ¿Es igual de seguro que el medicamento original?
    4. ¿Por qué razón son más económicos?
27. Cuando la guerra finalizó, se comercializó con los nombres de Maxitron y Metedrina. A raíz de su inclusión en la lista de sustancias controladas apareció en el mercado negro como clorhidrato de metanfetamina, luego se le dio el nombre de speed y más tarde se denominó crank. Simultáneamente apareció en el mercado negro asiático, en forma pura y bajo la denominación de shabu o sharon. Cuando llegó pura a Estados Unidos recibió el nombre de ice.
    1. ¿Qué efectos ocasiona en el organismo el uso de anfetaminas?
    2. ¿Qué opinas sobre el uso de anfetaminas para combatir la fatiga o el cansancio?
    3. ¿Qué efecto adictivo causa esta droga en el organismo?
    4. ¿Qué consecuencias trae el consumo alterno de estimulantes y depresores?

# bibliografia

* Audesirk, Teresa. A. (1996). *Biología* Cuarta edición. México, Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.
* Curtis H. Barnes, SUE. (1993). Biología. Quinta edición.Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana S.A.
* C, Mondragón. L, Peña. (2010).hipertexto química 2. Bogotá. Editorial Santillana.