

**Universidad Nacional del Litoral**  
Secretaría Académica  
Dirección de Articulación, Ingreso y Permanencia  
Año 2018



---

# Química biológica

# Unidad 9. Biomoléculas: carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos

Leandra Micocci

---

*Los países ricos lo son porque dedican dinero al desarrollo científico-tecnológico, y los países pobres lo siguen siendo porque no lo hacen. La ciencia no es cara, cara es la ignorancia.*

Bernardo Houssay

## 9.1. Biomoléculas

La bioquímica es la ciencia encargada del estudio de la vida a nivel molecular, es por ello que para estudiarla es necesario presentar los principales conceptos que la configuran y explicar las relaciones que se establecen entre ellos. Los conceptos más relevantes, los podemos llamar los elementos de la bioquímica:

- Biomoléculas
- Transporte
- Liberación de energía
- Biosíntesis
- Información

Se llaman biomoléculas a todas las moléculas que intervienen en la estructura y funcionamiento del organismo vivo, lo mismo sean grandes moléculas poliméricas (macromoléculas) como los polisacáridos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos o sus monómeros: monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos, así como sus intermediarios metabólicos. Esto significa centenares de moléculas distintas; pero, desde un punto de vista práctico las biomoléculas, se agrupan en siete categorías que al mismo tiempo son los componentes importantes de la dieta: carbohidratos, proteínas, lípidos, agua, iones (minerales: que entran a formar parte de la dieta y de la materia viva ingresan a los organismos como sales y en cuanto éstas se disuelven en los líquidos del organismo, los minerales se ionizan y pueden ser considerados como iones.), vitaminas y ácidos nucleicos.

La composición química del organismo humano no difiere en forma significativa de la que se hallaría en el resto de los mamíferos y en nuestro caso, el componente más abundante es el agua (70%), seguida por las proteínas (15%), las grasas (11%),

los minerales (3%) y los carbohidratos (1%). es decir que los organismos superiores están formados por casi dos terceras partes de su peso en agua, cerca de una tercera parte de materia orgánica y tan sólo una pequeña parte de minerales.

### 9.1.1. La estructura de las biomoléculas

Sin tener que entrar en el detalle químico de la estructura de los monómeros: monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos - que se verá más adelante- conviene tener una idea inicial de cómo son las grandes moléculas de los organismos vivos, *los carbohidratos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos*. Cada una de estas macromoléculas se encuentra formada por el encadenamiento de los monómeros, unidos entre sí mediante enlaces característicos, es decir: los carbohidratos se forman por las moléculas de monosacárido –generalmente la glucosa– unidas entre sí por medio de los enlaces glucosídico alfa 1-4 y alfa 1-6; mientras que los lípidos hacen uso del enlace hidrofóbico para formar los grandes conglomerados moleculares que los caracterizan.

A su vez, las proteínas se forman por una agregación lineal de aminoácidos, unidos entre sí por los enlaces peptídico y los ácidos nucleicos están constituidos por cadenas lineales de nucleótidos enlazados mediante uniones fosfodiéster.

La cantidad de información requerida para la síntesis de cada una de esas moléculas, es diferente pues los carbohidratos y los lípidos necesitan relativamente poca información, ya que no se necesita especificar cuál monómero sigue de cuál otro. Por otra parte, para la síntesis de proteínas y los ácidos nucleicos es indispensable una información detallada en cuanto a la secuencia de los monómeros que las forman y es por ello que a las dos últimas se las distingue con el nombre de "moléculas informativas" y en el caso de los ácidos nucleicos, la lectura de la secuencia de los nucleótidos es la base fundamental para la codificación de la información genética en los seres vivos.

Los polisacáridos, las proteínas y los ácidos nucleicos, están formados por enlaces hidrolizables, es decir, que se pueden romper por la entrada de la molécula de agua liberando así los monómeros que las forman. Es así que de las moléculas de glucógeno se obtiene como producto de hidrólisis a la glucosa; las proteínas se hidrolizan hasta liberar los 20 diferentes aminoácidos que las forman y de los ácidos nucleicos se obtienen los cuatro nucleótidos que los constituyen y que para el DNA son los nucleótidos de adenina, guanina, timina y citosina.

Los puntos mencionados más arriba en relación a transporte, liberación de energía, biosíntesis e información, se relacionan con:

1. Intercambio de materia. En todos los seres vivos existe un equilibrio entre la cantidad de materia que ingresa y la que sale del organismo.
2. Intercambio de energía. Para el caso del organismo humano, en un adulto sano normal existe un balance de la energía de suerte que la energía de cualquier forma que ingresa al organismo tiene que ser igual a la que sale diariamente.

**3.** Balance de la información. En los organismos la información tomada del ambiente es procesada en el organismo y vertida de nuevo hacia el ambiente manteniéndose así el balance de la información.

Los cinco conceptos fundamentales –llamados los elementos de la bioquímica– se generan cuando las biomoléculas ingresan al organismo y son tomadas por los sistemas de transporte que las conducen hacia la liberación de energía química la cual requieren los organismos para realizar sus funciones y hacia la biosíntesis de las nuevas moléculas, entre ellas, las portadoras de la información bioquímica: las proteínas y los ácidos nucleicos.

#### 9.1.2. Los bioelementos

Los 10 elementos más abundantes en el organismo humano, en por ciento del peso corporal y que comúnmente entran y forman parte de la dieta y de la materia viva ingresan a los organismos como sales y en cuanto éstas se disuelven en los líquidos del organismo, los minerales se ionizan y pueden ser considerados como iones o macroelementos son: (O, C, H, N, Ca, P, K, S, Cl y Na)

1. Oxígeno 62 %,
2. Carbono 19 %,
3. Hidrógeno 11 %,
4. Nitrógeno 3 %,
5. Calcio 1.5 %,
6. Fósforo 0.96 %,
7. Potasio 0.38 %,
8. Azufre 0.31 %,
9. Cloro 0.15 %
10. Sodio 0.15 %.

Los 10 bioelementos restantes, llamados microelementos representan sólo el 1.6 % del peso corporal y son: (Co, Cu, Cr, Fe, F, I, Mg, Mn, Mo, Zn) más otros bioelementos que se encuentran raramente.

#### *Funciones generales de los bioelementos*

Los bioelementos carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, que en conjunto aportan el 95 % del peso del organismo humano, cumplen sus funciones principales formando parte de la mayoría de las biomoléculas orgánicas, es decir las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos; así como de sus monómeros, los aminoácidos, monosacáridos, ácidos grasos y nucleótidos y de sus intermediarios metabólicos.

Algunos de los macroelementos desempeñan funciones por sí mismos, como el oxígeno que interviene en las oxidaciones; el calcio y el fósforo en la estructura de

los huesos; el sodio, potasio, cloro, calcio, fósforo y magnesio como componentes iónicos de los líquidos orgánicos, en los que contribuyen al equilibrio eléctrico, a la presión osmótica y al equilibrio ácido-base; el azufre forma parte de dos aminoácidos y el fósforo tiene un rol muy importante en los nucleótidos como el ATP y en los ácidos nucleicos, que contienen el código genético de todos los seres vivos.

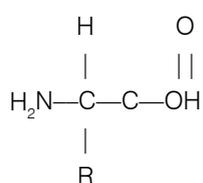
Los 10 bioelementos restantes, llamados también los microelementos, que aportan en conjunto cerca del 1.6 % del peso corporal, se encuentran en proporciones muy pequeñas y muchos de ellos, como el manganeso, zinc, cobre, cobalto y fierro, funcionan unidos a las proteínas o como activadores iónicos en el sitio activo de las enzimas. Algunos de estos bioelementos menores, cumplen funciones especiales como por ejemplo: el fierro formando parte de la hemoglobina y los citocromos.

## 9.2. Las proteínas

Las proteínas son sustancias complejas (macromoléculas) formadas necesariamente por los elementos: C, H, O, N, S y en algunos casos fósforo. Son de alto peso molecular, forman dispersiones coloidales y están compuestas por alfa-aminoácidos en enlace peptídico, en un número que varía entre 50 hasta más de 1000 aminoácidos, arreglados en secuencia lineal que se arrollan después para constituir cuatro niveles estructurales.

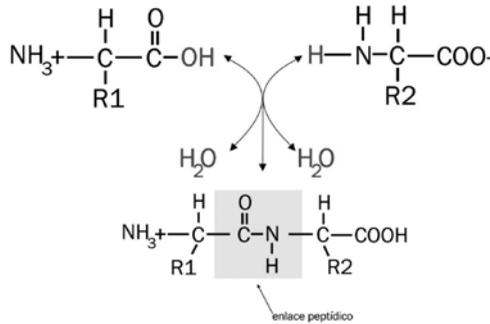
### Aminoácidos

Son las unidades básicas de todas las proteínas, sustancias en las que el grupo amino está situado en el átomo de carbono inmediatamente adyacente al grupo ácido carboxílico. Así siempre hay al menos un átomo de carbono entre el grupo amino y el grupo carboxílico. La fórmula general de los aminoácidos se representa como sigue:



Los aminoácidos difieren entre sí por la naturaleza de sus grupos R, conformando así una lista de 22 aminoácidos que se combinan para formar a todas las proteínas presentes en los seres vivos. Nuestro cuerpo utiliza solo 20 y puede sintetizar 10 de estos, a partir de hidratos de carbono y lípidos, para satisfacer las necesidades de nuestro organismo, por lo que los diez restantes es necesario ingerirlos y por ello reciben el nombre de *aminoácidos esenciales* constituyéndose en componentes indispensables de la dieta diaria de un ser humano.

El átomo de carbono, en el que están unidos los grupos aminorio como carboxilato, tiene cuatro grupos diferentes unidos a él, por lo tanto los aminoácidos son quirales (una molécula cuya imagen en el espejo no se le puede superponer se describe como *quiral*).



Los aminoácidos se enlazan unos con otros para formar proteínas a través de un enlace peptídico, que se obtiene de la reacción de condensación entre el grupo carboxilo de un aminoácido y el grupo aminorio de otro (figura superior).

#### Nomenclatura

El aminoácido que aporta el grupo carboxilo para la formación del enlace peptídico se nombra primero, con la terminación *il*, después se nombra el aminoácido que aporta el grupo aminorio.

Con base en los códigos de tres letras de los aminoácidos de la grupo aminorio que no ha reaccionado se halla a la izquierda, y el grupo carboxilo que no ha reaccionado, a la derecha ejemplo la glicilalanina se abrevia Gly-Ala.

Las proteínas se encuentran presentes en todas las estructuras de la célula y son las moléculas más activas en la vida celular.

#### Funciones biológicas de las proteínas

Una de las funciones más relevantes de las proteínas es constituir la parte fundamental de las enzimas, los principales catalizadores de las células.

Así como las proteínas forman parte de todas las estructuras celulares participan también como agentes activos en todas las funciones de la célula y del organismo.

Así por ejemplo las proteínas funcionan en los diferentes tipos de trabajo de las células: químico, mecánico, osmótico y eléctrico, ejemplos de estos son: el trabajo químico de todas las reacciones celulares; el trabajo mecánico de la contracción muscular; el trabajo osmótico que mediante el transporte activo permite la entrada y salida de metabolitos en la célula viva y el trabajo eléctrico que es muy evidente en la conducción nerviosa y en los fenómenos de percepción y sensibilidad como el dolor, la temperatura, la luz, el equilibrio corporal y los fenómenos eléctricos del pensamiento.

Las proteínas funcionan también como hormonas –mensajeros químicos entre las células– como ejemplo de hormonas de naturaleza proteica se destacan: la insulina, el glucagón, la hormona adrenocorticotrófica y demás hormonas tróficas de la hipófisis: tirotrópica, luteinizante, prolactina, hormona del crecimiento; así como los factores liberadores del hipotálamo.

A nivel del organismo las proteínas tienen también una importante función nutricional, formando el principal ingreso nitrogenado del organismo.

Las proteínas de membrana se ocupan además de servir como marcadores de la individualidad celular, se ocupan de realizar los principales tipos de transporte activo y pasivo de la célula: difusión facilitada, contratransporte, etc.

Las proteínas funcionan prominentemente como *Carriers* de diferentes tipos de sustancias: el oxígeno es llevado por la hemoglobina, el cobre por la ceruloplasmina, el hierro por la siderofilina, los ácidos grasos por la albúmina que también lleva los pigmentos biliares, los lípidos por las lipoproteínas, etcétera.

Las proteínas participan en los sistemas de defensa del organismo funcionando como anticuerpos: inmunoglobulinas G, M, A, D y E; y también formando todos los componentes del complemento.

Cualquiera sea su función todas las proteínas son semejantes desde el punto de vista químico, pues están formadas de las mismas unidades estructurales los *aminoácidos*.

Una de las características más notables de las proteínas es que son capaces de organizarse en el espacio para formar un número casi infinito de configuraciones, que pueden ser estudiadas asignándoles cuatro niveles estructurales.

#### Niveles estructurales

##### *Estructura primaria*

Esta estructura consiste en la secuencia lineal de aminoácidos en la cadena y se halla estabilizada por el enlace peptídico entre los aminoácidos. La primaria es la única estructura que se encuentra codificada en los genes, y de ella derivan los restantes niveles estructurales. Es decir, cada tipo de molécula proteica posee una composición química específica, una secuencia ordenada y única de aminoácidos de un determinado peso molecular. Dada la secuencia de aminoácidos, la cadena proteica toma las estructuras secundaria, terciaria y en su caso cuaternaria que corresponde.

##### *Estructura secundaria*

Consiste en el plegamiento de la cadena de aminoácidos para adquirir la forma del alfa-hélice, las placas paralelas y antiparalelas y el enredamiento libre, que son los tipos o motivos principales de la estructura secundaria. El único enlace presente que estabiliza este nivel estructural es el puente de hidrógeno, un enlace débil que se establece entre los componentes del enlace peptídico, CO y NH. Este enlace es susceptible de ruptura por cambios en la temperatura, el pH, la agitación mecánica y la concentración de sales. Hay dos configuraciones básicas:

- la alfa hélice es el motivo más frecuente en la estructura secundaria y está formado por el giro a la derecha de la cadena de suerte que todos los CO y todos los NH se ligan entre sí mediante los puentes de hidrógeno confiriéndole elasticidad. Este tipo de estructura se encuentran en tropomiosina del músculo, la fibrina, etc.
- hoja plegada es una estructura en zig-zag, donde los puentes de hidrógeno le dan rigidez al conjunto. Ejemplo de esta configuración la encontramos en muchas regiones de la fibroína de la seda.

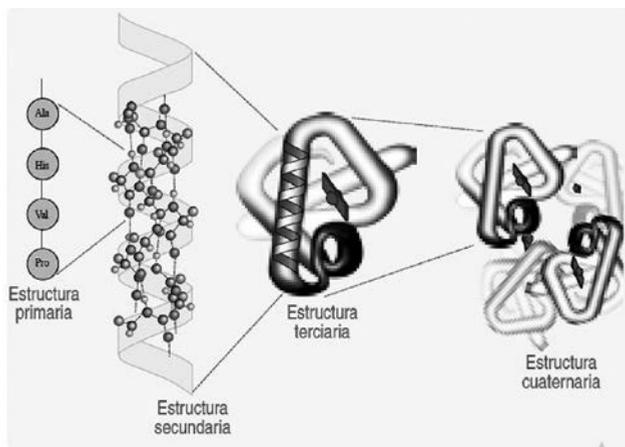
### *Estructura terciaria*

La forma global de una proteína, determinada por todos los recodos, giros y secciones de la estructura alfa helicoidal que semejan a una esfera constituye su estructura terciaria, la cual se conserva en virtud de muchas y diferentes interacciones, todo esto hace que tengan limitada su capacidad de extensión, es decir, su tendencia a desplegarse.

La función enzimática, que desarrollan grandes moléculas proteicas que sirven como catalizadores, y que regulan de forma muy específica una reacción determinada se debe a la alta afinidad que presentan sólo ciertas moléculas de sustratos con el sitio activo de la enzima.

### *Estructura cuaternaria*

Es la disposición espacial que presentan cadenas polipeptídicas individuales, para constituir una proteína de mayor jerarquía en cuanto a su organización. Las proteínas así formadas generalmente tienen un peso molecular mayor a 50000 y un ejemplo clásico de esto es la hemoglobina.



Esquema de la disposición de una cadena de aminoácidos que compone una proteína y su conformación, en los distintos tipos de estructuras.

Fuente: [www.fullquímica.com-/2013/estructura-de-las-proteínas.html]

### Clasificación de las proteínas

Las proteínas pueden clasificarse según diversos criterios, como ser, por su conformación nativa se clasifican en:

**fibrosas:** presentan estructura secundaria y se hallan dispuestas, las fibras, a lo largo de un eje. Son insolubles en agua, presentan gran resistencia física por lo que se hallan asociadas a acciones mecánicas, de contracción, tracción o esfuerzo, etc. Ejemplo de este tipo son: elastina, queratina, colágeno, etc.

**globulares:** constituidas por cadenas plegadas de tal modo que resultan en forma esférica compacta (estructura terciaria). En general son solubles en agua, y tienen un papel muy dinámico en el organismo. Pertenecen a este grupo por ejemplo: enzimas, algunas hormonas, proteínas transportadoras, etc.

Algunas proteínas comparten propiedades de ambos grupo tal el caso de la miosina o el fibrinógeno que pese a tener una estructura del tipo fibroso son solubles en soluciones salinas.

Otra clasificación que puede realizarse es teniendo en cuenta su composición química, en este caso tenemos:

**simples:** cuando su hidrólisis solo produce aminoácidos. Ejemplo: insulina

**Compuestas:** cuando como producto de su hidrólisis además de aminoácidos se obtienen compuestos orgánicos o inorgánicos. Ejemplo hemoglobina.

### 9.3. Carbohidratos

Los carbohidratos son moléculas formadas por carbono, hidrógeno y oxígeno (C, H, O) e incluyen algunas de las moléculas más relevantes en la vida de los organismos, como son la glucosa, que es universalmente utilizada por las células para la obtención de energía metabólica, el glucógeno contenido en el hígado y el músculo, que forma la reserva de energía más fácilmente asequible para las células del organismo y la ribosa y desoxirribosa que forman parte de la estructura química de los ácidos nucleicos. Por otra parte los carbohidratos son moléculas importantes en la biósfera, en donde la celulosa, que forma la porción principal de la estructura de las plantas, es la molécula orgánica más abundante del planeta y la encontramos en nuestra vida diaria bajo la forma de madera o las fibras de algodón, acetato y rayón de nuestras ropas; así también el azúcar de mesa, la sacarosa, es un disacárido con el que endulzamos nuestros alimentos y se produce anualmente en cantidad de millones de toneladas.

**DEFINICIÓN:** Desde el punto de vista químico, los carbohidratos son polihidroxi aldehídos o cetonas y sus polímeros y existen en tres categorías principales distinguibles por el número de unidades de azúcar que los forman: monosacáridos, oligosacáridos y polisacáridos. Los polisacáridos liberan a la hidrólisis centenares o millares de monosacáridos; mientras que los oligosacáridos producen de 2 a 10 monosacáridos y

los monosacáridos mismos son las unidades mínimas de los carbohidratos que ya no se pueden hidrolizar. Se les llama carbohidratos debido a que su estructura química semeja formas hidratadas del carbono y se representan con la fórmula  $C_n(H_2O)_n$ .

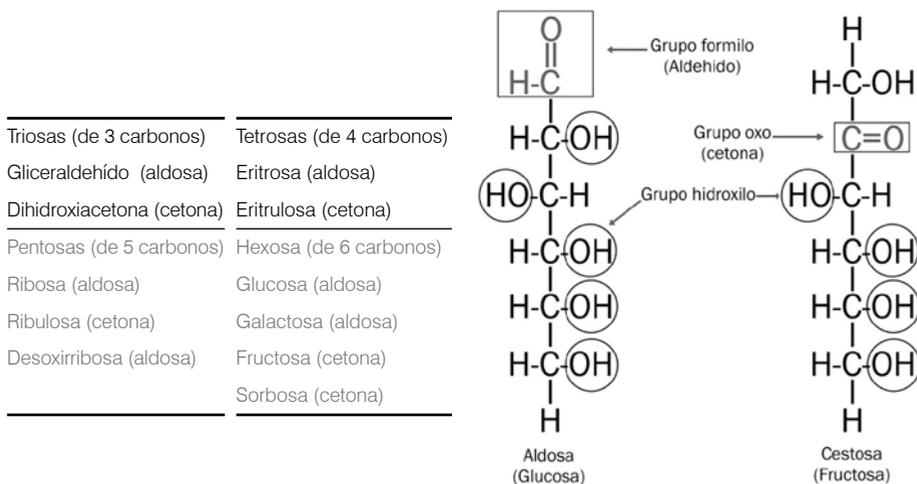
Los carbohidratos tienen diversas funciones en el organismo pero se destacan: su papel como combustible metabólico (1 g de carbohidrato produce 4 Kilocalorías); como precursores en la biosíntesis de ácidos grasos y algunos aminoácidos y; como constituyentes de moléculas complejas importantes: glucolípidos, glucoproteínas, nucleótidos y ácidos nucleicos.

### 9.3.1. Clasificación

#### 1. Monosacáridos

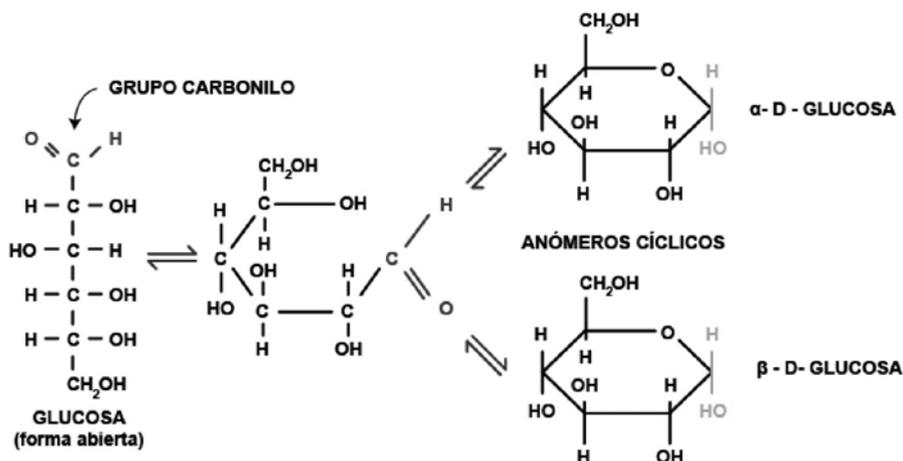
Son sustancias cristalinas, solubles en agua, y generalmente de sabor dulce. Constituidos tan solo por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Su nomenclatura hace referencia a la cantidad de carbonos de su cadena principal y su función. Podríamos clasificarlos en:

- *simples* grupo de monosacáridos que a su vez, según la cantidad de carbonos de su cadena principal pueden agruparse en: dos familias de monosacáridos las *aldosas* y las *cetosas*. Las aldosas y cetosas más abundantes en la naturaleza tienen entre 3 y seis átomos de carbono. Normalmente, las cetosas se denominan insertando la sílaba *ul* en el nombre de la aldosa correspondiente. Ejemplo:



Los monosacáridos con 5 o más átomos de carbono en su esqueleto aparecen en disolución como *estructuras cíclicas* ya que se forma un enlace covalente entre el átomo de oxígeno de uno de los grupos hidroxilo y el átomo de carbono del carbonilo.

Los monosacáridos cíclicos cuyos anillos tienen 5 miembros se conocen como *furanosas*, y los de 6 miembros, *piranosas*.



El enlace covalente intramolecular entre un hidroxilo y el carbonilo forma un *hemiacetal* en las aldosas, y un *hemicetal* en las cetosas.

Las formas isoméricas de los monosacáridos que difieren entre sí solamente en la configuración alrededor del átomo de carbono hemiacetalico o hemicetalico se denominan *anómeros*.

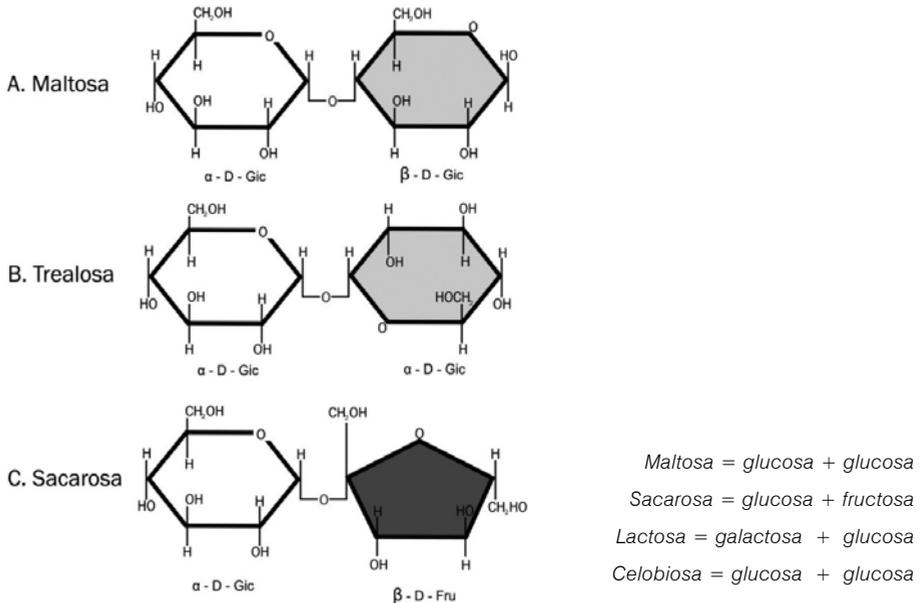
El grupo carbonilo de las aldosas puede oxidarse, lo que significa que las aldosas son agentes reductores (*azúcares reductores*). La sacarosa y la trehalosa no son azúcares reductores porque no tienen el grupo aldehído libre.

Otro grupo son los monosacáridos

- *derivados* en los cuales una función química del monosacárido simple ha sido sustituida; por ejemplo: aminoazúcares, en ellos un grupo  $-OH$  ha sido sustituido por un grupo  $-NH_2$  caso de la glucosamina, también están los ácido-azúcares entre los que se destacan los de 6 carbonos que forman parte de la vitamina C o ácido ascórbico.

## 2. Oligosacáridos

Formados por la unión de unos pocos monosacáridos (entre 2 y 10) de 6 carbonos, hexosas, asociados a través de un enlace glucosídico. De los oligosacáridos importantes en bioquímica, los más relevantes son los disacáridos, conformados como su nombre genérico lo indica por dos monosacáridos, y entre éstos se hallan: maltosa, sacarosa, lactosa y celobiosa, que pueden diferenciarse atendiendo al tipo de los monosacáridos que los forman y el enlace glucosídico que los une:



Los di y trisacáridos son cristalinos, solubles en agua y de sabor dulce.

### 3. Polisacáridos

Cuando gran cantidad de moléculas de hexosas se unen a través de enlaces glucosídicos se forman grandes moléculas, constituidas por numerosas subunidades (monómeros), que se denominan polímeros. Los polímeros formados por muchos monosacáridos se denominan polisacáridos. Dentro de las funciones de estas maximolécula se encuentra la de almacenar energía tal el caso del glucógeno y el almidón. Otros no constituyen una fuente de energía pero son importantes componentes estructurales tal el caso de la celulosa, quitina y mureína.

Entre las características que presentan estos macro compuestos podemos mencionar que no son cristalinos, son insolubles en agua y no poseen sabor dulce.

### 9.4. Lípidos

Los lípidos son un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas que tienen en común el ser moléculas no polares, insolubles en el agua, solubles en los solventes orgánicos, estar formadas de Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y en ocasiones Fósforo, Nitrógeno y Azufre y que son ésteres reales o potenciales de los ácidos grasos. En la práctica, se incluyen dentro de los lípidos a las sustancias solubles en los solventes orgánicos que salen junto con los lípidos al extraerlos de los tejidos y que reciben el nombre de lípidos asociados.

Los lípidos son biomoléculas orgánicas de distribución prácticamente universal en

los seres vivos y que desempeñan en ellos numerosas funciones biológicas, como son:

- a)** Los lípidos constituyen el material fundamental de todas las membranas celulares y subcelulares, en las que aportan la bicapa de fosfolípidos, arreglados con las cabezas polares hacia fuera y las colas no polares hacia dentro.
- b)** Los lípidos forman la mayor reserva de energía de los organismos, que en el caso del organismo humano normal, son suficientes para mantener el gasto energético diario durante la inanición por un período cercano a los 50 días.
- c)** Las grasas funcionan como aislante térmico muy efectivo para proteger a los organismos del frío ambiental, por lo que los animales de las zonas frías del planeta se protegen con una gruesa capa de grasa bajo la piel y también las grasas sirven de un amortiguador mecánico efectivo, que protege los órganos internos como el corazón y el riñón.
- d)** Los lípidos funcionan como hormonas de gran relevancia para la fisiología humana, por ejemplo las hormonas esteroideas, las prostaglandinas y segundos mensajeros hormonales, como el inositol-trifosfato y también como las vitaminas liposolubles A,D, E y K que forman parte de los lípidos asociados.
- e)** Los lípidos tienen una función nutricional importante y figuran en la dieta tipo aportando alrededor del 30 % de las kilocalorías de la dieta y como fuente de los ácidos grasos indispensables: linoleico, linolénico y araquidónico.

#### 9.4.1. Clasificación

##### 1. *Lípidos Simples*

###### **a)** Ácidos grasos

Son ácidos monocarboxílicos de cadena lineal  $R-COOH$ , donde R es una cadena alquilo formada sólo por átomos de carbono e hidrógeno. Existen más de 20 ácidos grasos diferentes. La longitud de la cadena de carbonos varía entre 4 y 24 aunque los más comunes contienen 16 o 18 átomos de carbono. Además de la longitud, la cadena carbonos puede ser saturada o insaturada, es decir, que tiene generalmente de uno a cuatro dobles enlaces carbono-carbono. La insaturación de los ácidos grasos repercute en las propiedades físicas de la grasa pues los ácidos grasos insaturados tienen puntos de fusión más bajos que los saturados correspondientes. Las grasas que tienen en su mayoría ácidos grasos saturados son sólidas o semisólidas a temperatura ambiente: sebo de res o de cordero, manteca de cerdo, la mantequilla o la margarina; en cambio los aceites que son líquidos a temperatura ambiente están formados en su mayor parte por ácidos grasos con una o varias insaturaciones (poliinsaturados).

Debido a su mecanismo de síntesis, los ácidos grasos naturales tienen un número par de carbonos sin que esto quiera decir que no los haya de números impares, ramificados y sustituidos con grupos funcionales.

Los ácidos grasos más abundantes en la naturaleza son el ácido oleico (~30 % del total de ácidos grasos) y el palmítico que representa por lo general de 10 a 50 %

del total de ácidos grasos. Otros ejemplos de ácidos grasos saturados son: láurico, butírico, esteárico, etc., entre los insaturados tenemos: linolénico, araquidónico.

### Nomenclatura

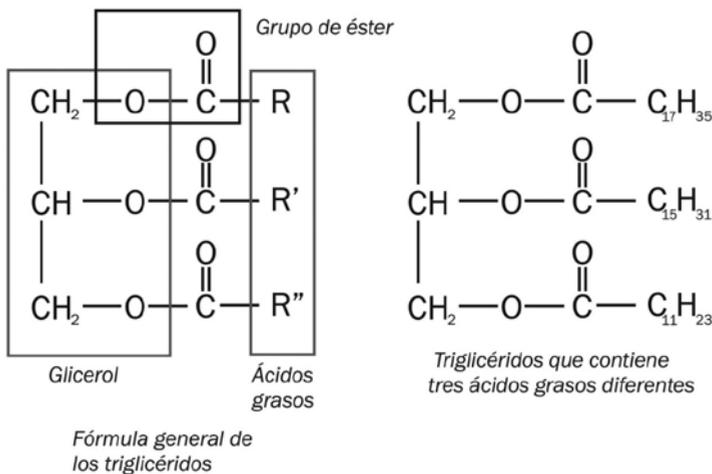
Nomenclatura sistemática. Los ácidos grasos se denominan de acuerdo al hidrocarburo del que provienen más el sufijo "oico". El ácido graso de 16 carbonos se llama hexadecanoico, se llama más a menudo palmítico porque se obtiene del aceite de palma.

La representación más práctica de los ácidos grasos señala el número de carbonos de la cadena seguido de dos puntos y del número de dobles enlaces por ejemplo: ácido palmítico 16:0 y el ácido oleico 18:1.

En algunos casos se menciona con la letra delta la posición de los dobles enlaces empezando por el carbono del carboxilo, el ácido oleico sería 18:1 delta 9. Si empezamos por el carbono terminal, el mismo ácido sería 18:1 delta 9; el ácido linoleico sería 18:2 delta 9,12 y 18:2 delta 6.

### b) Acilgliceroles

Son ésteres formados entre un glicerol y uno, dos o tres ácidos grasos recibiendo el nombre de monoglicéridos, diglicéridos, y triglicéridos respectivamente, también son llamados grasas neutras. Los triglicéridos son los lípidos más abundantes en los organismos vivos y están formados por el alcohol glicerol esterificado con tres ácidos grasos. Las moléculas de triacilgliceroles en las grasas naturales son muy variadas pues cada uno de los tres ácidos grasos puede ser alguno de los cerca de 10 ácidos grasos más frecuentes, lo cual hace posible las características observadas en la grasa de las distintas especies, por ejemplo: el sebo, la manteca, la mantequilla y los aceites.



Las principales funciones de los tricilgliceroles es la de constituir la reserva más grande de energía en el organismo humano y la única que permite la sobrevivida durante el ayuno prolongado y la función nutricional pues las grasas figuran en la dieta diaria aportando alrededor del 30% de las kilocalorías necesarias para el mantenimiento del organismo; cada gramo de grasa aporta 9 Kcal. Las grasas corporales funcionan también como amortiguador mecánico para proteger a los tejidos, por ejemplo: la grasa que rodea a los riñones, el corazón y el intestino. La grasa subcutánea también al cuerpo de los agentes mecánicos externos y además funciona como un aislante térmico que protege a los organismos de las bajas temperaturas.

### c) Ceras

Presentes en los vegetales y en los animales marinos, las ceras también se encuentran en los mamíferos como sustancias de protección y en funciones especiales. Las ceras están formadas por un ácido graso de cadena larga, esterificado con un alcohol, también de cadena larga. A diferencia de las grasas no son asimilables por el organismo humano. Las más conocidas son la cera de abeja, con funciones estructurales, la cera de ovejas o lanolina, con funciones protectoras ya sea por ser lubricantes o impermeabilizantes. Son sólidos y duros a temperatura ambiente.

## 2. Lípidos compuestos

Glicerofosfolípidos: Son un grupo numeroso de lípidos compuestos, importantes en la estructura de las membranas y derivados del ácido fosfatídico, que tienen como alcohol al glicerol y que incluyen dos ácidos grasos. En algunos casos pueden estar integrados por un compuesto nitrogenado por ejemplo las lecitinas o las cefalinas

Esfingolípidos: son un grupo de lípidos compuestos derivados del alcohol aminado esfingosina. La unidad fundamental de los esfingolípidos está formada por una esfingosina unida en enlace amida con un ácido graso de cadena larga para formar la ceramida, a la cual se une algún grupo polar que sirve de cabeza.

Glucolípidos: incluye a los cerebrósidos y gangliósidos son lípidos complejos, especializados y abundantes en el tejido nervioso. Están formados por una ceramida en enlace glucosídico con el monosacárido galactosa, menos frecuentemente la glucosa o algún oligosacárido (gangliósidos).

Lipoproteínas: son solubles en agua, por lo que muchas cumplen la función de ser transportadoras de sustancias no polares en el plasma

## 3. Lípidos asociados

Los lípidos simples y los compuestos comparten entre sí una de las propiedades más generales de los lípidos, que es la de ser todos ellos ésteres de los ácidos grasos; mientras que los lípidos asociados pueden o no, estar esterificados y se incluyen dentro de la categoría de los lípidos por su naturaleza no polar que los hace solubles

en los solventes orgánicos y por salir junto con los lípidos cuando estos se extraen de los tejidos. Según su estructura química, los lípidos asociados pueden dividirse en tres series: terpenoides, eicosanoides y esteroides.

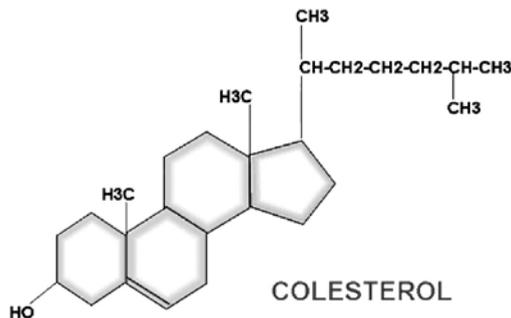
### I. Terpenoides

La palabra terpenoide se refiere a una clase muy variada de compuestos similares a los terpenos, una estructura que deriva de la unidad de 5 carbonos llamada isopreno (2-metil-1,3-butadieno) y que tiene un contenido mínimo de 10 átomos de carbono o los más grandes pueden llegar a tener cientos de ellos. Los terpenos pueden clasificarse en:

- a) derivados lineales: caso del fitol, que integra a la clorofila y el escualeno que es precursor metabólico del colesterol.
- b) derivados cíclicos: como el mentol, alcanfor y limoneno que integran el grupo de *aceites esenciales*.
- c) derivados mixtos: el ejemplo más conocido es el de la vitamina A y sus precursores, etc.

### II. Esteroides

Los esteroides son lípidos de la más alta importancia en la fisiología humana y su estructura química deriva del núcleo del ciclopentanoperhidrofenantreno: el colesterol, molécula de 27 carbonos, compuesto original que da lugar a la formación de los diferentes esteroides, los cuales en número de varias decenas intervienen en las funciones del organismo humano, la mayoría de ellos como hormonas; pero también en función de vitaminas y de agentes tensoactivos. Además de ser el precursor de todos los esteroides, el colesterol mismo tiene funciones importantes en el organismo, entre ellas la de formar parte de las membranas y la de participar en la cubierta monocapa de las lipoproteínas.



Desde el punto de vista de su estructura química, los esteroides se pueden dividir en cuatro categorías según el número de carbonos insertos en la cadena lateral del C-17:

- a) 8 carbonos: *Esteroles*, por ejemplo el colesterol y la vitamina D, además de otros esteroles vegetales como el sitosterol y el estigmasterol.

- b)** 5 carbonos: *Ácidos biliares y sus sales*, por ejemplo los ácidos cólicos, glicocólico, taurocólico, desoxicólico y litocólico.
- c)** 2 carbonos: *Progesterona y esteroides de las suprarrenales*, glucocorticoides como la cortisona y el cortisol y mineralocorticoides como la desoxicorticosterona (DOCA) y la aldosterona.
- d)** 0 carbonos: *Hormonas sexuales masculinas y femeninas*, testosterona y estradiol. *Hormonas corticoadrenales*: mineralocorticoides y glucocorticoides.

### III. Eicosanoides

Un grupo de moléculas de naturaleza lipídica, es conocido como los eicosanoides porque son derivados del ácido graso araquidónico de 20 carbonos y 4 dobles enlaces (20:4). Los eicosanoides se distinguen entre sí con letras mayúsculas y subíndices numéricos.

Los eicosanoides tienen la capacidad de actuar como hormonas locales, es decir, se fabrican en una célula y actúan en ella o en sus cercanías, sin necesidad de ser acarreadas por la sangre a órganos y tejidos distantes.

Algunas de estas moléculas intervienen en la percepción del dolor, en la contracción de los músculos lisos de las arterias o del útero y en los fenómenos de formación de coágulos y de constricción bronquial en los pulmones.

En los eicosanoides se distinguen 3 clases importantes: las prostaglandinas, los leucotrienos y los tromboxanos.

Una característica estructural de *las prostaglandinas* (PG) es la formación de un anillo pentagonal con varios grupos oxigenados en la molécula original del araquidonato y según la distribución de dobles enlaces y de grupos oxigenados se distinguen las clases: PGE, PGG, PGH y PGD

Los *leucotrienos* (LT) reciben este nombre porque tienen tres dobles enlaces conjugados y se producen por los leucocitos. Los leucotrienos producen contracción de músculo liso especialmente el músculo liso de los bronquios.

Los *tromboxanos* (TX) se caracterizan estructuralmente por la formación de un anillo de 6 miembros donde el oxígeno es uno de ellos (oxano). Los tromboxanos promueven la agregación de las plaquetas y la formación de coágulos.

## 9.5. Ácidos Nucleicos

Son macromoléculas resultantes de la polimerización lineal de nucleótidos, monómeros complejos.

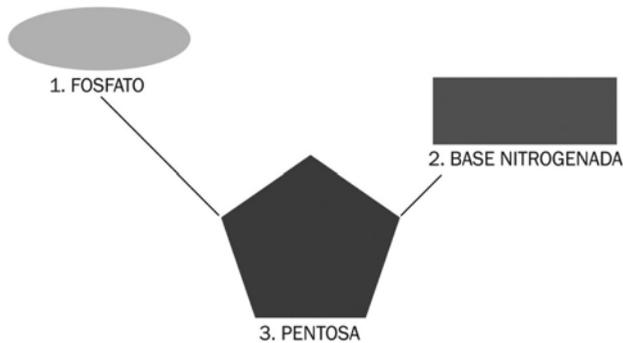
### 9.5.1. Nucleótidos

Los nucleótidos son considerados monómeros complejos porque están formados por tres partes químicas:

1. Fosfato inorgánico –de fórmula O-P-O

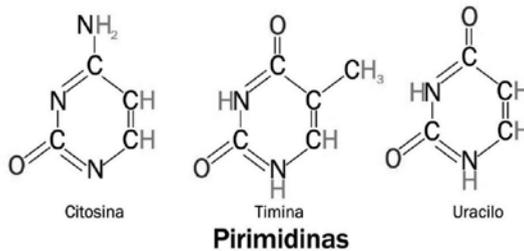
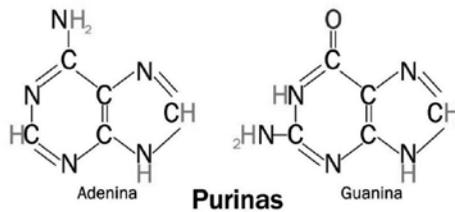
2. Pentosa –puede ser ribosa o desoxirribosa

3. Bases: purina o pirimidina –se las conocen en general como bases nitrogenadas



Las bases nitrogenadas pueden definirse estructuralmente como anillos heterocíclicos, formados por átomos de C, N, e H. De estos compuestos encontramos dos clases:

- bases purícas que derivan de reacciones de sustitución que sufre la purina;
- bases pirimídicas, que derivan de reacciones de sustitución que sufre la pirimidina.



De la unión covalente entre una base puríca o pirimídica, con una aldopentosa (ribosa o desoxirribosa) se obtiene un nucleósido. A la pentosa de un nucleósido puede unirse uno o más grupos fosfatos, a través de enlaces covalentes, formándose así un nucleótido.

Los nucleótidos también desempeñan una gran variedad de funciones como: componentes estructurales de cofactores enzimáticos e intermediarios metabólicos especializados en la transferencia de energía. Como ejemplo de nucleótidos que actúa como intermediarios energéticos podemos mencionar al ATP sigla con la que se identifica a la adenosina-tri-fosfato, molécula constituida por la unión de: adenosina

+ ribosa + tres grupos de ácidos fosfóricos enlazados consecutivamente (mediante enlaces covalentes). Estos últimos enlaces tienen la particularidad de poseer un elevado contenido en energía, la cual puede ser cedida por el ATP cuando las actividades metabólicas de la célula así lo requieran, la reacción sería.



De la misma manera, el ADP puede aceptar energía química proveniente de una reacción exergónica, y esa energía es utilizada para crear un enlace de alta energía (~).

Muchas enzimas conocidas desarrollan su función cuando están en presencia de otras sustancias que podemos llamar “cofactores”, que de otra manera sería imposible de desarrollar. Alguno de estos colaboradores enzimáticos importantes son nucleótidos o derivados de estos, por ejemplo:

~ NAD: nicotinamida – adenina – dinucleótido

~ FAD: flavina – adenina – dinucleótido

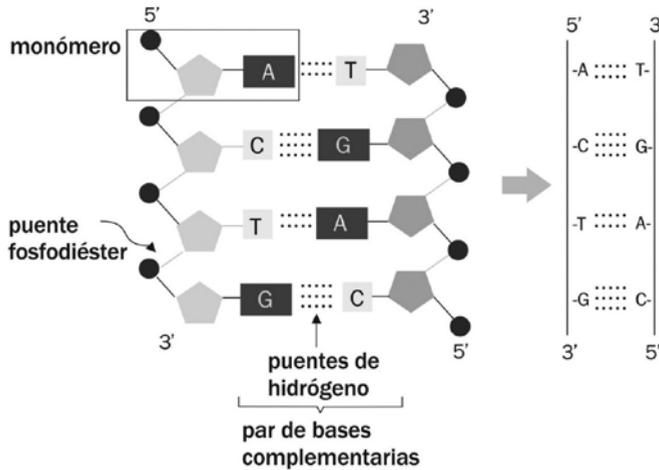
Por reacciones de condensación (entre un grupo OH del ácido fosfórico y otro grupo OH de la pentosa de otro nucleótido) los nucleótidos

pueden polimerizarse y formar ácidos nucleicos, que nunca son mixtos, es decir, están integrados sólo por ribonucleótidos o sólo por desoxirribonucleótidos.

### 9.5.2. Polinucleótidos

Los ácidos nucleicos son una clase de biopolímeros portadores de la información genética de los organismos.

1. Los ADN son moléculas enormes con pesos moleculares que fluctúan entre 6 millones y 16 millones de uma. Se encuentran principalmente en el núcleo de las células guardando la información genética y regulando la producción de proteínas. Estructuralmente las moléculas de ADN consisten en dos cadenas o filamentos enrollados una en la otra en forma de doble hélice, como podemos observar en la figura superior. Ambas cadenas se mantienen unidas gracias a las atracciones existentes entre las bases de una de las cadenas con la correspondiente de la otra. Estas interacciones que son del tipo de dispersión y también de puente de hidrógeno (enlaces débiles), se establecen entre las bases complementarias es decir: adenina (A) se una a timina (T) y citosina (C) se una a guanina (G) respectivamente. Esta disposición de las bases apareadas es muy específica y sólo se establece entre una base púrica y una pirimídica sólo si son capaces de formar el mismo número de puentes de hidrógeno y determinan que los apareamientos posibles sean:



Las dos cadenas de ADN no son idénticas ni en la secuencia de sus bases, ni en la composición en bases. Son, en cambio, cadenas complementarias. El modelo tridimensional (estructura helicoidal o escalera caracol) propuesto en 1953 por Watson y Crick fue de enorme utilidad ya que permitió justificar muchas de las propiedades físicas y químicas del ADN probadas en el laboratorio y además permitió explicar el mecanismo que nos plantea de qué manera ocurre la replicación de esta macromolécula. Los filamentos de ADN se desenrollan durante la división celular y se produce la duplicación o replicación dando origen a filamentos complementarios de cada una de las cadenas originales que constituyen los *ARN*.

**2. *ARN*.** Estos polirribonucleótidos estructuralmente están formados por una sola cadena (o cadena simple) que puede ser lineal o adoptar estructuras particulares (horquilla o rizo). Existen tres tipos de *ARN*:

- *ARN ribosómico*: (*ARN<sub>r</sub>*) forma parte de la estructura de los ribosomas, sitio de la síntesis de las proteínas.
- *ARN mensajero*: (*ARN<sub>m</sub>*) encargado de indicar las secuencias de aminoácidos que integrarán la proteína a sintetizar.
- *ARN de transferencia*: (*ARN<sub>t</sub>*) o *ARN* soluble; presenta una estructura muy particular denominada "en hoja de trébol", con zonas replegadas formando rizos, su peso molecular es relativamente bajo y su función es el de transportar específicamente los aminoácidos para su acople en la secuencia que conformará la futura proteína.

Estos elementos nos permiten conocer la información necesaria y específica para la síntesis de cada proteína en relación a:

- qué aminoácidos la componen, y
- en qué orden o secuencia deben ubicarse los mismos.

## Bibliografía

- Aristegui, R.A.** *Fisicoquímica*. Santillana. 2001.
- Atkins, Peter W.** *Química*. 3ra edición. Omega SA, 1998.
- Blanco, Antonio.** *Química Biológica*. 7ma. edición. Editorial Ateneo.
- Brown, Theodore.** *Química, la ciencia central*. 11era edición. Pearson educación de México S.A., 2009.
- Chang, Raymond.** *Química*. 6ta edición. McGraw Hill. 2001.
- Escudero, Pilar; Lauzurica, María Teresa; Pascual, Raimundo; Pastor, José María.** *Fisicoquímica*. Santillana. 2008.
- Freedman, R; Young, H.; Sears Zemansky:** *Física universitaria*. Editorial Pearson Prentice-Hall. 2009.
- Labate, Hugo; Briuolo, Paula; Botto, Juan L.** *Ciencias Naturales. Química 8*. AZ editora SA, 3er ciclo EGB. 2001.
- Lehninger, A.** *Principios de Bioquímica*. Editorial Omega.
- Máximo, A; Alvarenga, B.** *Física General con experimentos sencillos*. Editorial Oxford. 4ta edición. 2010.
- Petrucci, Ralph.** *Química general, enlace químico y estructura de la materia*. 8va edición. Pearson educación SA, 2005.
- Rolando, Aída; Jellinek, Mario.** *Química 4*. A-Z Editorial. Serie Plata.
- Stryer, I y otros.** *Bioquímica*. 5ta edición Editorial Reverté.
- Sztrajman, J.; Rela, A; Cerdeira, S.; Orti, E.** *Física-Química*. Editorial AIQUE. 2005.

### Páginas de Internet

- [Bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/122/htmsec\\_5.htm](http://Bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/122/htmsec_5.htm)
- [www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap01/01\\_01\\_10.htm](http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap01/01_01_10.htm)