

Biomoléculas: conceptos básicos

Son moléculas que solamente se encuentran en la materia viva, se clasifican en glúcidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos; el conjunto de todos ellos constituye lo que se llama materia orgánica. De forma general, se utilizan biológicamente para tres funciones: estructural (forman estructuras biológicas), energética (liberan ó almacenan energía), y dinámica (intervienen en reacciones biológicas).

1. Glúcidos

Siempre contienen C, H, y O, y químicamente se pueden definir como polialcoholes con un grupo carbonilo (aldehído ó cetona). Realizan las siguientes funciones:

- Proporcionan energía, hasta 4 Kcal/gr (glucosa), y la almacenan (almidón, glucógeno).
- Forman estructuras (celulosa, ribosa del RNA, etc.)
- Constituyen moléculas de tipo dinámico (vitamina C, heparina, etc.).

Los principales grupos son:

a) Monosacáridos: son los más sencillos. A veces se les llama azúcares por su sabor dulce, y **carbohidratos** por contener el H y el O en la misma proporción que el agua. Su fórmula general es $C_nH_{2n}O_n$, siendo n un número de C entre 3 y 7: triosas, tetrasas, pentosas, etc. Según que su grupo carbonilo sea un aldehído ó una cetona, los monosacáridos serán respectivamente Aldosas ó Cetosas.

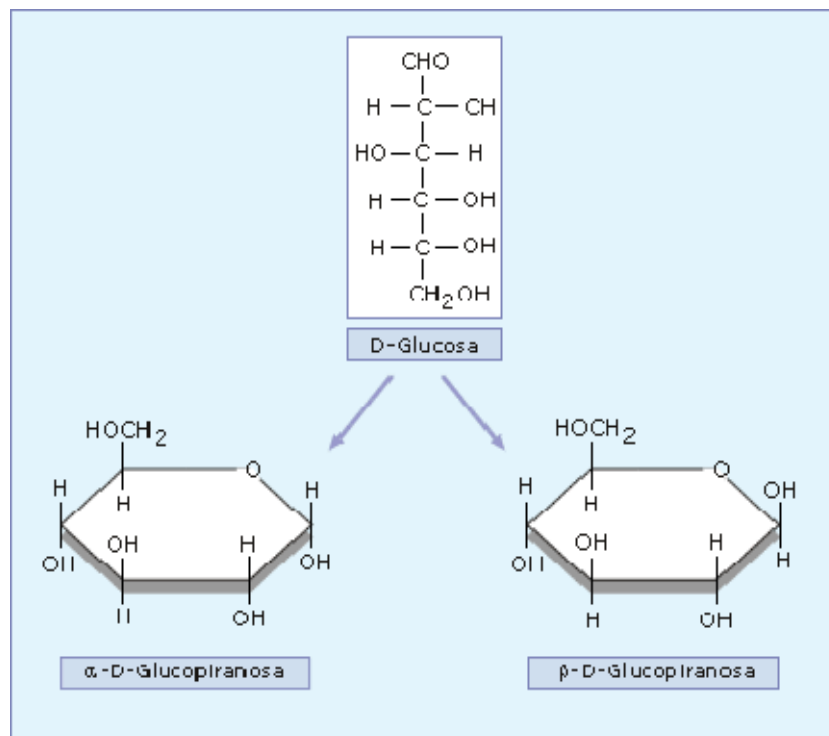


Figura 3: El monosacárido Glucosa en su forma abierta (Fisher) y sus anómeros α y β cerrados (Haworth)

Isomería: Una de sus características es que presentan estereoisomería debido a que alguno ó varios de sus carbonos son asimétricos, es decir que sus cuatro enlaces se saturan con radicales distintos. El número de estereoisómeros de una molécula es 2^n , siendo n el número de carbonos asimétricos que tenga. De esta manera se forman los **epímeros**, moléculas que se diferencian según que el radical alcohólico (-OH) del carbono asimétrico más alejado del grupo carbonilo se sitúe a la derecha (forma D: la mayoría en la naturaleza) ó a la izquierda (forma L), y si estos isómeros forman estructuras especulares constituyen **enantiomorfos**. Este tipo de isomería no tiene nada que ver con los **isómeros ópticos** que también aparecen en las moléculas con carbonos asimétricos: en este caso, el isómero óptico llamado dextrógiro (ó +), cuando se encuentra disuelto desvía hacia la derecha el plano de la luz polarizada que lo atraviesa, y el isómero levógiro (ó -), lo desvía hacia la izquierda. Podemos encontrar isómeros D(+), como la glucosa (dextrosa), y D(-), como la fructosa (levulosa). Los monosacáridos con

más de cuatro carbonos no se suelen encontrar en forma abierta (representación de Fisher), sino formando anillos, es decir en forma cíclica (representación de Haworth), de tipo pentagonal (**furanos**) ó hexagonal (**piranos**), y entonces contienen un nuevo tipo de carbono asimétrico que se llama anomérico, y forman, por tanto, dos nuevos isómeros: el **anómero α** , cuando el radical -OH de ese carbono se sitúa por debajo del plano del anillo (posición trans), y el **anómero β** , cuando se sitúa por encima (posición cis). Estos isómeros tienen distinto poder de rotación de la luz polarizada, y cuando se encuentran en disolución se produce la mutarrotación: cambio gradual del poder rotatorio de la luz polarizada que atraviesa esa disolución, hasta estabilizarse.

Principales monosacáridos	Tipo	Función
Gliceraldehido Dihidroxiacetona	Aldotriosa Cetotriosa	Intermediarios en la glucólisis
Eritrosa y eritrolusa	Tetrosas	Intermediarios en el ciclo de Calvin
Ribosa y desoxirribosa	Aldopentosas	Constituyentes de los Ác. Nucléicos
Ribulosa	Cetopentosa	Aceptor del CO ₂ en la fotosíntesis
Glucosa	Aldohexosa	Molécula energética por excelencia

b) Disacáridos: Se forman por la unión de dos monosacáridos, creándose el enlace O-**Glucosídico**, α ó β , y de tipo monocarbonílico (unión entre el carbono anomérico del primer monosacárido y otro no anomérico del segundo; en este caso se conserva el poder reductor: $G + G \rightarrow$ Maltosa ; $Gal + G \rightarrow$ Lactosa), ó dicarbonílico (unión de los dos carbonos anoméricos de ambos monosacáridos, con lo que se pierde el poder reductor: $G + F \rightarrow$ Sacarosa). Los disacáridos suelen tener función energética, hidrolizándose para obtener sus monosacáridos constituyentes.

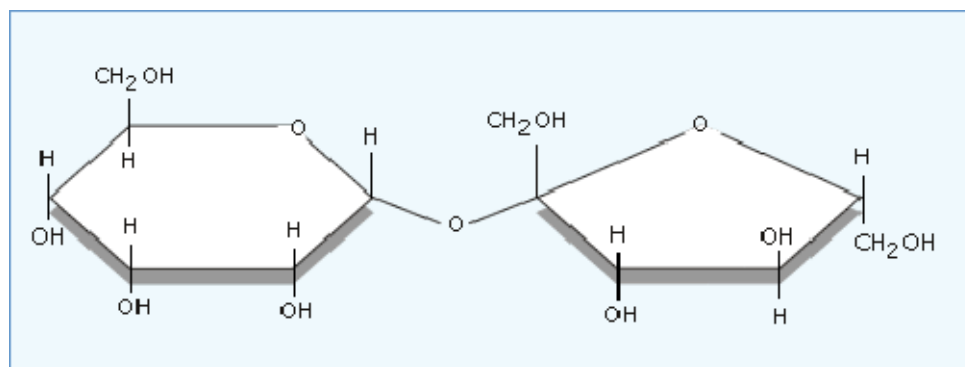


Figura 4: Estructura del disacárido sacarosa

c) Polisacáridos: Se forman por la unión de miles de unidades de monosacáridos (principalmente glucosas), estableciendo enlaces glucosídicos entre ellos, y perdiendo en este proceso el poder reductor, la solubilidad (forman dispersiones coloidales), la cristalización, y el sabor dulce. Si los enlaces son del tipo α , el polisacárido tendrá función de reserva energética: almidón (formado por amilosa, lineal, y amilopectina, ramificada) en las células vegetales, y glucógeno (molécula helicoidal y parecida a la amilopectina del almidón, pero más ramificada) en los animales. Si el enlace es de tipo β , el polisacárido tendrá función estructural: celulosa (estructura lineal y sin ramificar) de la pared celular de los vegetales, quitina (unión de miles de NAGs), formando exosqueletos de artrópodos y la pared celular de los hongos.

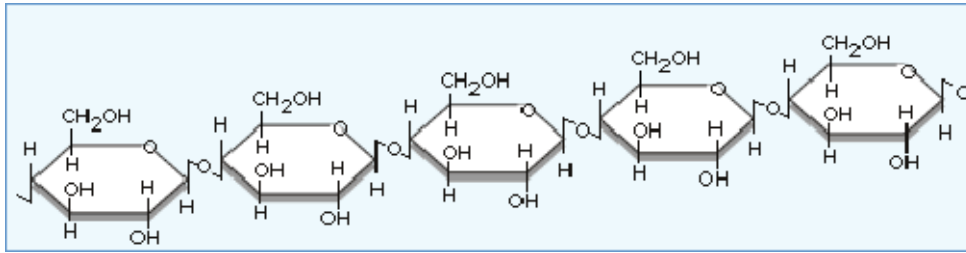


Figura 5: El polisacárido celulosa está formado por miles de glucosas unidas por enlaces β glucosídicos. Por ello tiene función estructural

2. Lípidos

Formados por C,H y O, se caracterizan por su insolubilidad en agua y su composición hidrocarbonada. Actúan como materiales de reserva energética (pueden proporcionar 9 Kcals/gr), como materiales estructurales (membranas celulares), ó como moléculas dinámicas (vitaminas liposolubles, ciertas hormonas, etc). Los más sencillos son:

a) Ácidos grasos, compuestos por una cadena lineal de un número par de carbonos, y una función ácido terminal: $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{COOH}$. Si sólo contiene enlaces sencillo son saturados (ác. palmítico, esteárico), y si presenta dobles enlaces son insaturados (oleico, linoleico). Su función es de reserva energética, y pueden esterificarse (a través del [enlace éster](#)) con alcoholes formando [ésteres](#), que se hidrolizan a su vez recomponiendo sus constituyentes. Asimismo pueden saponificarse con álcalis, obteniéndose [jabones](#) (sales orgánicas). Su principal propiedad es su comportamiento anfipático, derivado del hecho de poseer una zona lipófila en su molécula (la cadena hidrocarbonada), y otra hidrófila (el radical ácido), lo que les hace insolubles en agua, formando micelas mono ó bicapa.

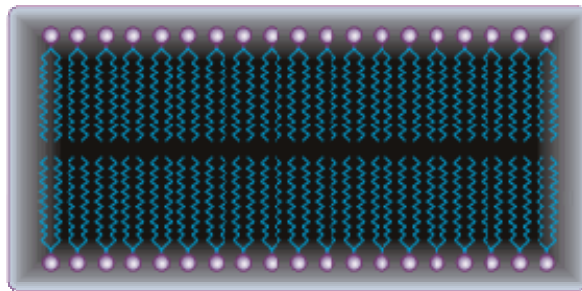


Figura 6: Bicapa lipídica con extremos hidrófilos y doble capa central hidrófoba: carácter anfipático

b) Los lípidos que se forman al esterificarse ácidos grasos con alcoholes de diverso tipo se llaman **saponificables**, pues tienen la propiedad de saponificarse. De ellos, los más sencillos son los [glicéridos](#) ó acilglicéridos, de función de reserva energética, esterificados con glicerina: oleina, estearina, palmitina, y que normalmente se llaman grasas, aceites y sebos. Cuando el alcohol con que se esterifica el ácido graso es de cadena muy larga, se forman los céridos (ceras), que se caracterizan por ser muy lipófilos (=hidrófobos) y tener función protectora. Si los glicéridos contienen otros compuestos, forman los fosfolípidos (lecitina, cefalina) y esfingolípidos (esfingomiolina, gangliósidos), fundamentales en las células pues forman la estructura bicapa de las membranas celulares: [lípidos de membrana](#).

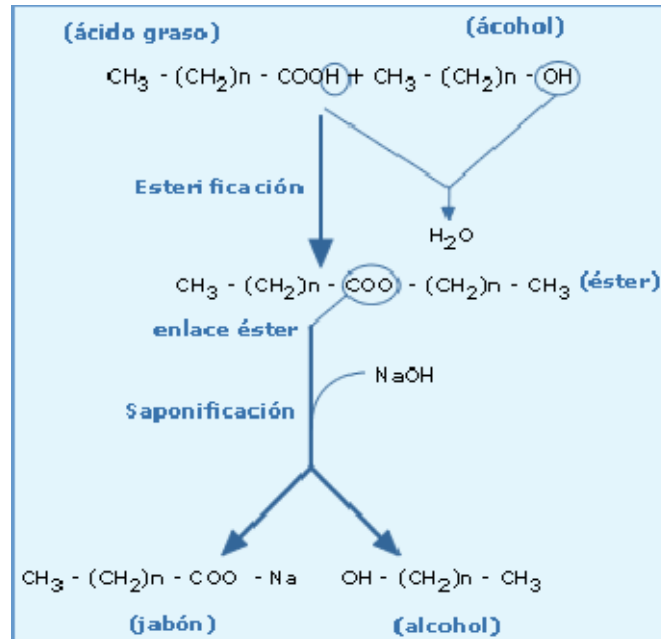
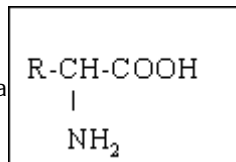


Figura 7: Reacción de esterificación para formar un glicérido (éster), y de saponificación

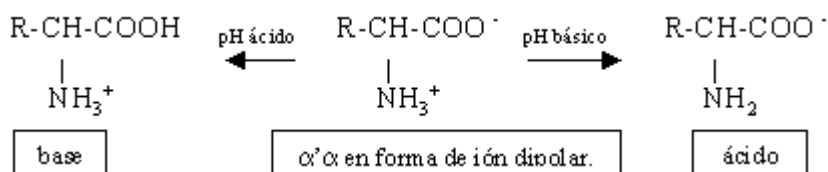
c) Un tercer tipo de lípidos se caracterizan por no contener ácidos grasos en su composición, y por tanto no poder saponificarse: **lípidos insaponificables**. Su función suele ser metabólica, y algunos son muy importantes: terpenos como el fitol (alcohol de la clorofila), las vitaminas A,E y K, el caucho, y esteroides como el colesterol, la vitamina D, las hormonas de la corteza suprarrenal y sexuales.

3. Proteínas

Contienen siempre C,H,O y N, y están constituidas por la unión de unas unidades básicas llamadas aminoácidos (α' α_s), que químicamente contienen una función amina y otra ácido.

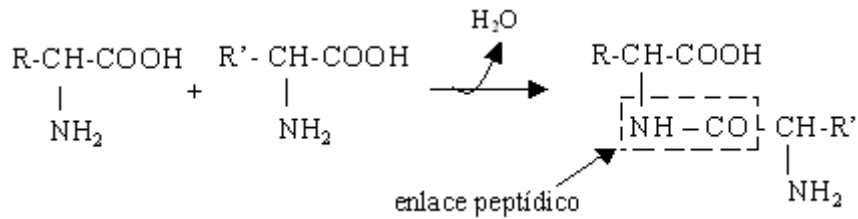


a) Aminoácidos como tienen carbonos asimétricos, también tienen estereoisomería (en la naturaleza, la mayor parte son formas L), y actividad óptica dextro (+) ó levo (-).



Químicamente tienen carácter anfótero por presentar doble ionización, y se comportan como ácidos ó bases dependiendo del medio en que se encuentren.

Los α' α_s que se unen entre sí para formar proteínas se llaman proteinógenos (unos 20), y lo hacen estableciendo un enlace característico de tipo amida: el **enlace peptídico**, que puede romperse mediante hidrólisis.



Cuando la cantidad de $\alpha'\alpha_s$ que se unen es pequeña, se forma un polipéptido, p. ej. la insulina.

b) Las proteínas, para ser biológicamente activas necesitan conformarse tridimensionalmente, y pasan sucesivamente por las **estructuras** 1ª, 2ª y 3ª. La estructura primaria es la **secuencia de $\alpha'\alpha_s$** de la proteína, es decir el número, tipo y orden de colocación de sus $\alpha'\alpha_s$. A continuación se pliega mediante enlaces no peptídicos, obteniéndose la estructura secundaria: enrollamientos espirales (α -hélice) ó láminas plegadas (β -láminas). Finalmente se conforma tridimensionalmente mediante nuevos plegamientos, adquiriendo la estructura terciaria: conformación filamentososa, formándose proteínas insolubles de función estructural, p.ej. la queratina, ó conformación globular, apareciendo proteínas solubles con función dinámica, p.ej los enzimas. Si la proteína está constituida por más de una subunidad (**protómeros**), entonces debe adquirir la estructura cuaternaria, uniéndose tales subunidades (p.ej. la hemoglobina).

Las proteínas pueden inactivarse mediante calor, cambios de pH, agitación, perdiendo su estructura 2ª, 3ª ó 4ª (no los enlaces peptídicos, que se rompen mediante hidrólisis), lo que se llama desnaturalización, que puede ser reversible e irreversible. Quizá su propiedad más característica es su **especificidad**, lo que quiere decir que cada especie, incluso los individuos de la misma especie, tienen proteínas distintas que realizan la misma función. Ello es debido a que se forman a través del **mensaje genético**: DNA \rightarrow RNA \rightarrow Proteína.



Figura 8: Conformación de una proteína en sus estructuras 2ª, 3ª y 4ª

c) Las proteínas más sencillas sólo contienen $\alpha'\alpha_s$ en su composición y se llaman holoproteínas, pudiendo ser globulares, con función dinámica (albúminas, histonas, globulinas), ó filamentosas, con función estructural (colágeno, queratina, elastina). Si contienen, además de $\alpha'\alpha_s$ (grupo proteico), otros componentes (grupo prostético), se llaman heteroproteínas ó proteínas conjugadas, y suelen tener funciones dinámicas: **g-globulinas** (anticuerpos), lipoproteínas (HDL y LDL), fosfoproteínas (caseína), cromoproteínas (Hb, citocromos, clorofila), y nucleoproteínas (fibra de cromatina).

Las proteínas tienen múltiples funciones biológicas: estructural, energética (pueden proporcionar 4 Kcal/gr), transporte, hormonal, regulación del pH, etc. Una de tales funciones es imprescindible: la función biocatalizadora de los enzimas.

d) Los enzimas son proteínas (excepto los ribozimas) globulares que catalizan todas las reacciones biológicas. Se caracterizan por su gran **especificidad**, por no alterarse en el transcurso de la reacción y por aumentar muchísimo la velocidad de la reacción que catalizan (a veces hasta 1 millón de veces). Esta reacción enzimática se regula mediante variaciones de la temperatura, pH, concentración del sustrato (molécula sobre la que actúa el enzima), cofactores ó a través de la propia enzima: **enzimas alostéricos**, en los sistemas multienzimáticos, mediante un mecanismo de feed-back.

Hay enzimas de tipo heteroproteínas (holoenzimas), cuyo grupo no proteico es una molécula orgánica

que se une a la parte proteínica con enlaces no covalentes. Estos grupos no proteicos se llaman coenzimas y pueden actuar separadamente del enzima en procesos biológicos muy importantes: CoA, NAD, FAD, etc.



Figura 9: La reacción enzimática: el enzima permanece inalterable

4. Ácidos nucleicos

Son biomoléculas orgánicas que contienen siempre C, H, O, N y P, estructurados en unidades básicas llamadas nucleótidos.

a) Un **nucleótido** contiene tres componentes: una pentosa (ribosa ó desoxirribosa), un fosfato, y una **base nitrogenada** (Adenina, Citosina, Guanina, Timina ó Uracilo). Algunos de ellos actúan sin formar ácidos nucleicos, es decir, sin unirse entre sí, y su función es imprescindible: **ATP**, con función energética, coenzimas como el NAD, transportador de e⁻ y H⁺, etc. Cuando se unen entre sí muchos mononucleótidos, mediante **enlaces fosfodiéster 5' → 3'** (esta notación indica que los nucleótidos se unen entre el C5 de la pentosa de uno de ellos y el C3 de la pentosa del siguiente nucleótido), se forma un polinucleótido ó ácido nucleico.

	DNA	RNA
Tamaño	- Muy grande	- Pequeño
Estructura	- Bicatenario (doble cadena)(excepto en ciertos virus)	- Monocatenario (1 cadena)(excepto en ciertos virus)
Disposición	- Abierta (eucariotas) - Circular (procariotas)	- Abierta (normalmente)
Tipo de pentosa	- Desoxirribosa	- Ribosa
Bases nitrogenadas	- A, C, G, T	- A, C, G, U
Función	-Duplicación (reproducción) - Transcripción (formación de RNA) - Almacenamiento de la información genética	- Traducción (formación de proteínas)

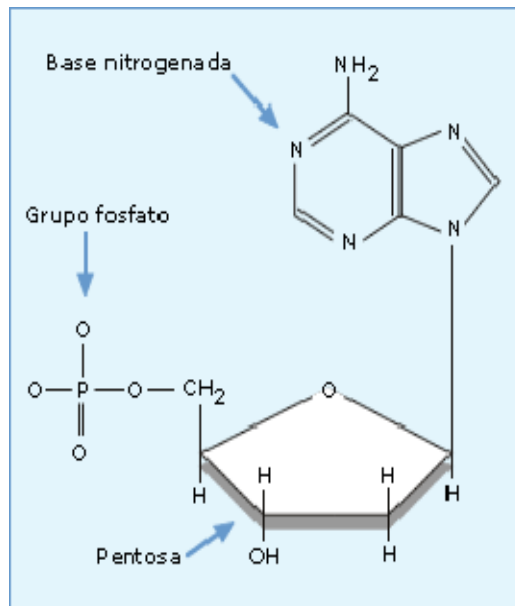


Figura 10: Estructura de un nucleótido

b) DNA: ácido desoxirribonucleico. Es el material genético (en algunos virus puede ser RNA) de todos los organismos. Presenta una estructura primaria: la **secuencia de bases** del polinucleótido, que se agrupan funcionalmente formando **genes**, con grupos de bases que se expresan (exones), y grupo que no lo hacen (intrones). Cuando dos hebras de DNA se emparejan de forma antiparalela, estableciendo puentes de hidrógeno entre sus bases complementarias (A-T y C-G), y se enrollan en una doble hélice en molécula abierta (eucariotas) ó circular (procariotas), el DNA adquiere su estructura secundaria (modelo de Watson & Crick). Finalmente, el DNA se empaqueta asociándose con proteínas (normalmente histonas), en cinco niveles:

- 1º) **Collar de perlas**, formando la fibra de **cromatina**: DNA asociado con histonas.
- 2º) Enrollamiento en solenoide.
- 3º) Bucles de solenoides.
- 4º) Rosetas y rodillos.
- 5º) Cromosoma (sucesión de rodillos).

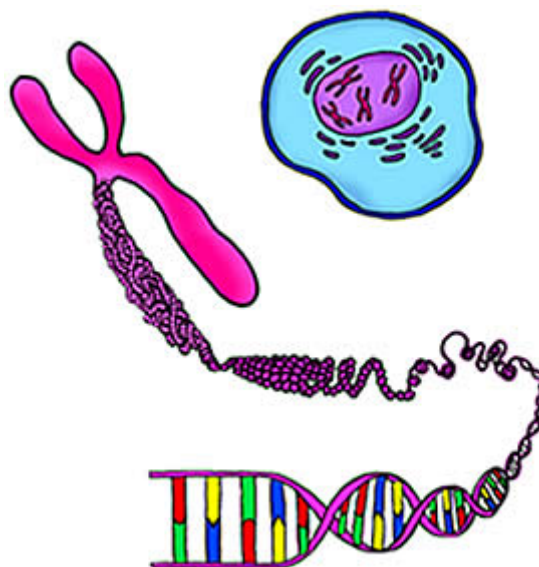


Figura 11: Empaquetamiento del DNA hasta formar el cromosoma

c) RNA: Ácido ribonucleico. Es un polinucleótido monocatenario (excepto en algunos virus) de ribosa, que se dispone en estructura primaria, aunque a veces forma estructura secundaria de doble hélice formando plegamientos con la misma cadena. Su función es traducir la información genética de los genes (DNA) a proteínas, a través del código genético. Para ello presenta tres tipos básicos de molécula:

- RNAt (de transferencia ó soluble): característico por su forma de hoja de trébol, y que contiene el **triplete** (grupo de tres bases) que se une con los $\alpha'\alpha_s$ para capturarlos en el citoplasma y transportarlos hasta los ribosomas, y el anticodón, triplete complementario de cada uno de los codones del RNAm, que sirve para leer la secuencia en el orden adecuado e ir disponiendo correctamente los $\alpha'\alpha_s$ de las proteínas.
- RNAm (mensajero): contiene los **codones** del código genético: tripletes de bases que expresan cada uno un $\alpha'\alpha_s$ concreto. Se irá leyendo en los ribosomas capturando consecutivamente los $\alpha'\alpha_s$ que ha transportado el RNAt, y disponiéndolos exactamente al reconocerse el codón del RNAm por el anticodón complementario del RNAt.
- RNAr (ribosómico): Se asocia con proteínas y forma la estructura de los ribosomas.

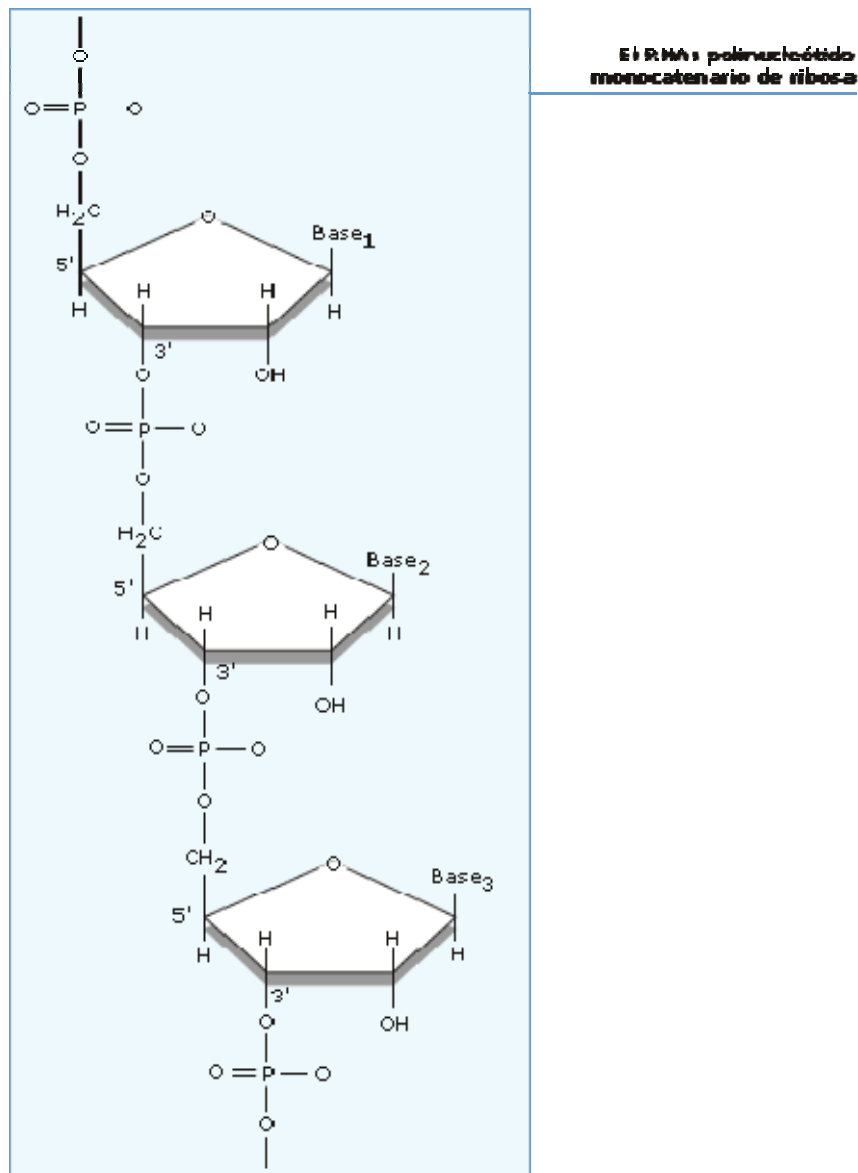


Figura 12: El RNA

