

# BIOQUÍMICA BÁSICA

<http://www.um.es/%7Emolecula/indice.htm>

<http://www.cnice.mecd.es/eos/MaterialesEducativos/mem2002/proteinas/>

<http://biodidac.bio.uottawa.ca/>

[http://www.cnice.mecd.es/enlaces/biologia\\_geologia.htm](http://www.cnice.mecd.es/enlaces/biologia_geologia.htm)

<http://laguna.fmedic.unam.mx/>

L. Lehninger Bioquímica Nueva York 1979

De Wikipedia, la enciclopedia libre.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Portada>

La **bioquímica** es el estudio químico de los seres vivos.

Las biomoléculas de los organismos se pueden ordenar según su complejidad creciente de la manera en que sigue:

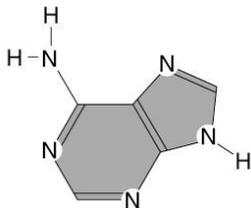
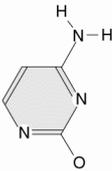
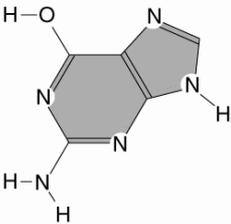
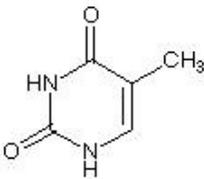
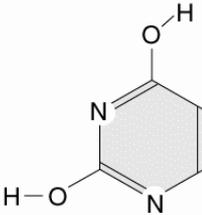
Precursores	Dióxido de carbono Agua Amoníaco Nitrógeno	Son obtenidos del entorno y son de bajo peso molecular.
Intermediarios	Piruvato Citrato Malato Gliceraldehido 3-fosfato	Son los intermediarios metabólicos en que se convierten los precursores anteriores por la acción de los seres vivientes.
Unidades o sillares estructurales	Nucleótidos Aminoácidos Monosacáridos Ácidos grasos Glicerina	Son las unidades estructurales que se unirán unas a otras para formar las macromoléculas.
Macromoléculas	Ácidos nucleicos Proteínas Polisacaridos Lípidos	
Asociaciones macromoleculares	Ribosomas Complejos enzimáticos Sistemas contráctiles Microtúbulos	
Orgánulos	Núcleo Mitocondria Cloroplastos Cuerpos de golgi	
Célula		

## Unidades o sillares estructurales

**Nucleótidos:** Son los componentes estructurales o unidades constituyentes del ADN o del ARN. Un nucleótido consta de una base nitrogenada (adenina, timina, guanina, uracilo o citosina), más

una molécula de azúcar (ribosa o desoxirribosa) y una de ácido fosfórico. Son los precursores de los ácidos nucleicos.

Todos están compuestos por la unión de un azúcar (la [desoxirribosa](#) en el ADN y la [ribosa](#) en el ARN.) y una base nitrogenada ([adenina](#), [guanina](#), [citosina](#) y [timina](#), en el ADN) y ([adenina](#), [guanina](#), [citosina](#) y [uracilo](#) en el ARN).

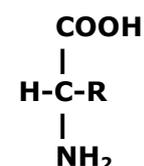
<a href="#">adenina</a>		<a href="#">citosina</a>	
<a href="#">guanina</a>		<a href="#">timina</a>	
<a href="#">uracilo</a>			

**Aminoácidos:** Son los precursores de las proteínas. Se caracterizan por ser moléculas que contiene un [grupo carboxilo](#) (-COOH) y un [grupo amino](#) (NH<sub>2</sub>-) libres. Pueden expresarse en general por NH<sub>2</sub>-CHR-COOH, siendo R un radical característico para cada aminoácido. Químicamente son muy variados. Existen aproximadamente 20 aminoácidos distintos que son con los que se construyen la totalidad de las proteínas. Algunos de ellos pueden ser sintetizados por a partir de otros compuestos por los seres humanos. Los que no pueden ser sintetizados a partir de otros compuestos y deben ser ingeridos en los alimentos se denominan [aminoácidos esenciales](#). No ingerirlos limita cuando no impide el desarrollo o normal funcionamiento, ya que no se pueden reponer las estructuras o simplemente impiden el desarrollo o crecimiento.

### Estructura general de un aminoácido

La estructura general de un aminoácido es:

Donde "R" representa una *cadena lateral* específica para cada aminoácido. Los aminoácidos son generalmente clasificados según las propiedades de su cadena lateral en cuatro grupos: [ácido](#), [básico](#), [hidrófilo](#), e [hidrófobo](#).



### Aminoácidos que componen las proteínas.

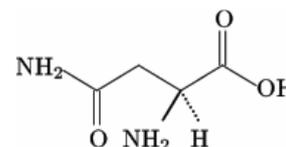
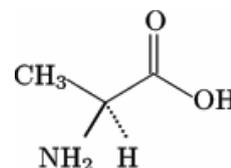
Los aminoácidos que componen las proteínas son 20: [alanina](#), [arginina](#), [asparagina](#), [aspartato](#), [cisteína](#), [fenilalanina](#), [glicina](#), [glutamato](#), [glutamina](#), [histidina](#), [isoleucina](#), [leucina](#), [lisina](#), [metionina](#), [prolina](#), [serina](#), [tirosina](#), [treonina](#), [triptófano](#) y [valina](#).

**Alanina** es uno de los [aminoácidos](#) que forman las [proteínas](#) de los seres vivos, en [ARN](#), codifica como GCU GCC GCA GCG.

Es una [molécula](#) hidrofóbica con un grupo [metilo](#). Es el aminoácido más pequeño después de la [glicina](#)

Asparagina es uno de los 20 [aminoácidos](#) más comunes en la [Tierra](#).

A uno de sus subproductos se lo suele culpar del olor de la orina de quien haya consumido [espárragos](#).



### **Aminoácidos esenciales**

Los **aminoácidos esenciales** para los [vertebrados](#) son aquellos que no se pueden sintetizar a partir de otros recursos de la [dieta](#). Esto implica que la única fuente de estos [aminoácidos](#) en esos organismos es la ingesta directa a través de la dieta. Las rutas para la obtención de estos aminoácidos esenciales suelen ser largas y energéticamente costosas, por lo que los vertebrados las han ido perdiendo a lo largo de la evolución.

Cuando un alimento contiene [proteínas](#) con todos los aminoácidos esenciales, se dice que contiene **proteína de alta calidad** o **buena calidad**.

Alguno de estos alimentos son: la [carne](#), los [huevos](#) y los [lácteos](#).

No todos los aminoácidos son esenciales para todos los organismos, por ejemplo, la [alanina](#) en humanos se puede sintetizar a partir del [piruvato](#).

En humanos se han descrito nueve de estos aminoácidos esenciales:

- [triptófano](#)
- [lisina](#)
- [metionina](#)
- [fenilalanina](#)
- [treonina](#)
- [valina](#)
- [leucina](#)
- [isoleucina](#)
- [histidina](#)

**Monosacáridos:** Son los [glúcidos](#) más simples. Su [fórmula empírica](#) es  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  donde  $n \geq 3$ . Se nombran haciendo referencia al número de carbonos y terminando con el sufijo *osa*.

La cadena carbonada de los monosacáridos no está ramificada y todos los átomos de carbono menos uno contienen un grupo alcohol (-OH). El átomo de carbono restante tiene unido un grupo carbonilo (C=O). Si este grupo carbonilo está en el extremo de la cadena se trata de un grupo aldehído (-CHO) y el monosacárido recibe el nombre de aldosa. Si el carbono carbonílico está en cualquier otra posición, se trata de una [cetona](#) (-CO-) y el monosacárido recibe el nombre de cetosa. El gliceraldehído y la dihidroxiacetona son los monosacáridos más sencillos.

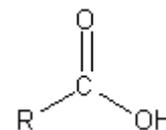
Aldehído	Cetona
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C}-\text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{R} \end{array}$
$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H}-\text{O} \\   \\ \text{CH}_2\text{HO} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{HO} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{CH}_2\text{HO} \end{array}$
<b>Gliceraldehído</b>	<b>Dihidroxiacetona</b>

Nº de carbonos		Aldosas:	Cetosas:
<b>3</b>	<a href="#">triosas</a>	<b>D-Gliceraldehído.</b>	<b>Dihidroxiacetona</b>
<b>4</b>	<a href="#">tetrosas</a>	D-Eritrosa D-Treosa.	D-Eritrulosa
<b>5</b>	<a href="#">pentosas</a>	<b>D-ribosa</b> D-arabinosa D-xilosa D-lixosa	D-Ribulosa D-xilulosa
<b>6</b>	<a href="#">hexosas</a>	D-alosa D-altrosa <b>D-glucosa</b> D-manosa D-gulosa D-idosa <b>D-galactosa</b> D-talosa.	D-sicosa <b>D-fructosa</b> D-sorbosa D-tagatosa.

Tienen sabor dulce, son solubles en agua (hidrosolubles) y cristalizan. Los más conocidos son la [glucosa](#), la [fructosa](#) y la [galactosa](#).

Estos [azúcares](#) constituyen las unidades a partir de los cuales se forman los disacáridos y los [polisacáridos](#).

**Ácidos grasos:** Son moléculas orgánicas formadas por una larga cadena hidrocarbonada, de número par de átomos de carbono, en cuyo extremo hay un [grupo carboxilo](#). El grupo carboxilo tiene carácter [ácido](#) y el grupo hidroxilo tiene carácter [básico](#).



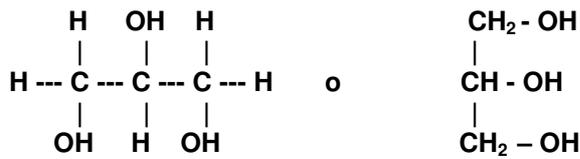
En general, podemos escribir un ácido graso genérico como R-COOH, en donde R es la cadena hidrocarbonatada que identifica al ácido en particular.

Los ácidos grasos son los componentes de algunos [lípidos](#) como las [grasas](#), donde el extremo de la molécula donde se encuentra el [grupo carboxilo](#) (-COOH) es el que se combina con uno de los [grupos hidroxilos](#) (-OH) de la [glicerina](#) o [propanotriol](#), reaccionando con él.

### Tipos de ácidos grasos

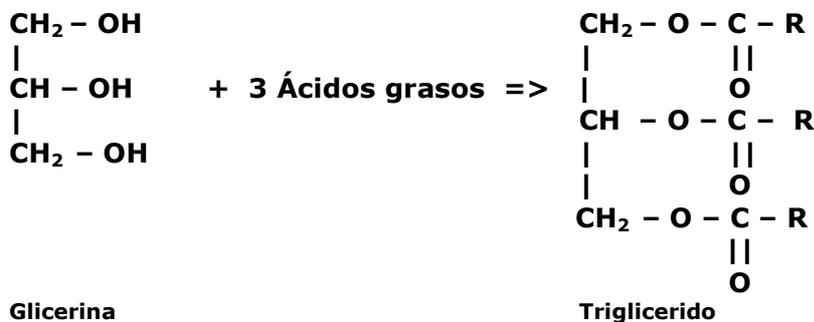
	Nombre	Fórmula	
Saturados	<a href="#">Ácido palmítico</a>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$ 	El ácido palmítico es el principal ácido graso saturado de la constituyendo aproximadamente un 60% de los mismos. Es el más abundante en las carnes y <a href="#">grasas</a> lácteas ( <a href="#">mantequilla</a> , <a href="#">queso</a> y en los aceites vegetales como el aceite de coco y el aceite de
	<a href="#">Ácido esteárico</a>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$ 	Usado en la fabricación de <a href="#">velas</a> , <a href="#">jabones</a> y <a href="#">cosméticos</a>
Insaturados	<a href="#">Ácido oleico</a>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ 	El ácido oleico es un tipo de grasa monoinsaturada típica del <a href="#">aceite de oliva</a> , y del <a href="#">aguacate</a> .
	<a href="#">Ácido linoleico</a>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Es un ácido graso esencial para nuestro organismo.
	<a href="#">Ácido linolénico</a>	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Es un ácido graso esencial para nuestro organismo.
	<a href="#">Ácido araquidónico</a>	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	La presencia de dobles enlaces ofrece a la molécula varios potenciales de <a href="#">oxidación</a> , <b>que</b> permiten la formación de <a href="#">lípidos</a> con distintas actividades biológicas. Está presente en <a href="#">membranas</a> de las <a href="#">células corporales</a> . Es uno de los ácidos grasos más requeridos por la mayoría de los <a href="#">mamíferos</a> .

**Glicerina:** También llamado glicerol ( $C_3H_8O_3$ ) es un [alcohol](#) con tres grupos [hidroxilos](#) (OH):



El glicerol es uno de los principales productos de la degradación digestiva de los [lípidos](#) en el curso del [ciclo de Krebs](#). El **glicerol**, junto con los [ácidos grasos](#), es uno de los componentes de los [lípidos](#) simples:

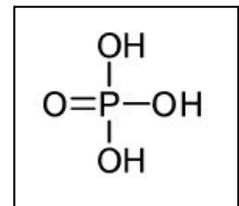
Un lípido simple está formado por una [molécula](#) de glicerol al que se unen por enlaces lipídicos tres moléculas de ácidos grasos. Los ácidos grasos que forman un lípido simple o triglicérido pueden estar [saturados](#) o insaturados.



**Ácido fosfórico:** es un [compuesto químico](#) de fórmula  $H_3PO_4$ .

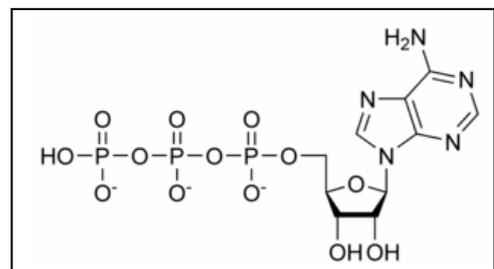
### Propiedades químicas

El ácido fosfórico forma parte de los compuestos derivados de los azúcares [fosforilados](#), como el [ADN](#), el [ARN](#) y la [adenosina trifosfato](#) (ATP).



### Adenosín trifosfato (ATP)

La **adenosina trifosfato (ATP)** es una molécula que consta de una base nitrogenada ([adenina](#)), un [azúcar](#) (ribosa), y tres grupos fosfato. Gran cantidad de energía para las funciones biológicas se almacena en los enlaces de alta energía que unen los grupos fosfato y se libera cuando uno o dos de los fosfatos se separan de las moléculas de



ATP. El compuesto resultante de la pérdida de un fosfato se llama difosfato de adenosina, adenosín difosfato o ADP; si se pierden dos se llama monofosfato de adenosina, adenosín monofosfato o AMP, respectivamente.

## **Los glúcidos:**

Son una clase básica de [compuestos químicos](#) en [bioquímica](#). Son la forma biológica primaria de almacén o consumo de [energía](#); otras formas son las [grasas](#) y las [proteínas](#)..

### **Estructura química:**

Los **carbohidratos** son [moléculas](#) compuestas en su mayor parte por [átomos](#) de [carbono](#), [hidrógeno](#) y [oxígeno](#).

En la naturaleza se encuentran en los [seres vivos](#), formando parte de [biomoléculas](#) aisladas o asociadas a otras como las [proteínas](#) y los lípidos.

Los carbohidratos no son moléculas cuyos carbonos están hidratados, sino enlazados a grupos alcohólicos o hidroxilos (-OH), y a radicales hidrógeno (-H). Además siempre hay un grupo funcional como un grupo cetónico (-C=O) o un grupo aldehído (-CH=O).

### **Tipos de hidratos de carbono:**

- [Monosacáridos](#). No pueden hidrolizarse.
- [Disacáridos](#). Al hidrolizarse producen dos monosacáridos.
- [Oligosacáridos](#). Al hidrolizarse producen de tres a diez moléculas de monosacáridos.
- [Polisacáridos](#). Al hidrolizarse producen más de diez moléculas de monosacáridos.

**Monosacáridos** son los glúcidos formados por una única molécula de azúcar. No pueden hidrolizarse.

#### **Glucosa**

Es un monosacárido que en cadenas ordenadas forma [celulosa](#) y en asociación amorfa [almidón](#). Es una [hexosa](#) y además es un [aldehído](#).

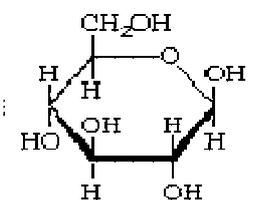
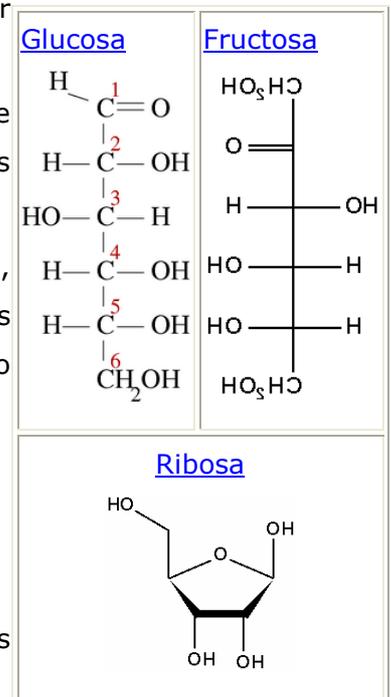
Es el [compuesto](#) principal de degradación [catabólica](#) para obtención de energía en las células humanas.

Es el compuesto orgánico más abundante de la naturaleza y uno de los compuestos más importantes para los seres vivos, incluyendo a seres humanos.

La molécula de glucosa se puede ciclar denominándose glucopiranososa:

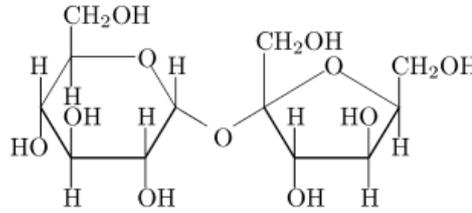
#### **Disacáridos**

Los **disacáridos** son un tipo de [hidratos de carbono](#), formados por la unión de dos [monosacáridos](#) iguales o distintos. La [fórmula empírica](#) de los disacáridos es  $C_{12}H_{22}O_{11}$ . El [enlace covalente](#) entre dos monosacáridos provoca la eliminación de un [átomo](#) de [hidrógeno](#)

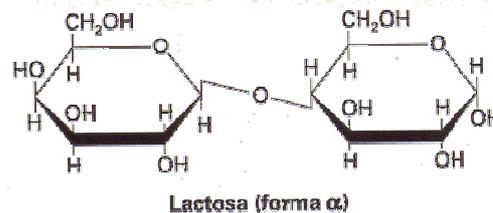


de uno de los monosacáridos y de un [grupo hidroxilo](#) del otro monosacárido. Los disacáridos más comunes son:

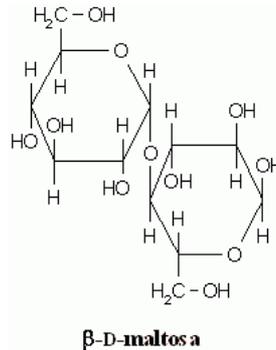
- [Sacarosa](#): Formada por la unión de una [glucosa](#) y una [fructosa](#).



- [Lactosa](#): Formada por la unión de una glucosa y una [galactosa](#).



- [Maltosa](#): Formada por la unión de dos glucosas.



- **Sacarosa** (nombre químico del [azúcar de mesa](#)) es un [disacárido](#) formado por una [molécula](#) de [glucosa](#) y otra de [fructosa](#).

## Oligosacáridos

Son [polímeros](#) de [monosacáridos](#) con un número de unidades menor de diez.

Los oligosacáridos forman parte de los [glucolípidos](#) y [glucoproteínas](#) que se encuentran en la superficie externa de la [membrana plasmática](#) y por lo tanto tienen una gran importancia en las funciones de [reconocimiento celular](#).

## Polisacárido

Los **polisacáridos** son compuestos formados por la unión de muchos [monosacáridos](#). Cumplen la función tanto de reserva energética como estructural.

Estos compuestos llegan a tener un [peso molecular](#) muy elevado, que depende del número de unidades de monosacáridos que participen en su estructura. Pueden descomponerse en

polisacáridos más pequeños, así como en [disacáridos](#) o monosacáridos mediante [hidrólisis](#) o por la acción de determinadas [enzimas](#).

Según la función biológica, los polisacáridos se clasifican en dos grupos:

1. **Polisacáridos de reserva:** La molécula proveedora de energía para los [seres vivos](#) es la [glucosa](#), principalmente. Cuando esta no participa en el [metabolismo](#) energético, es almacenada en forma de un polisacárido que en las [plantas](#) se conoce con el nombre de [almidón](#), mientras que en los [animales](#) se denomina glucógeno.
2. **Polisacáridos estructurales:** Estos carbohidratos participan en la formación de estructuras orgánicas, entre los más importantes tenemos a la celulosa que participa en de los tejidos de sostén de los vegetales.

Se distinguen dos tipos de polisacáridos según su composición:

1. **Homopolisacáridos:** Están formados por la repetición del mismo monosacárido.
2. **Heteropolisacáridos:** Están formados por la repetición de diferentes tipos de monosacáridos o disacáridos.

### **Almidón**

El **almidón** es un [polisacárido](#) de reserva alimenticia predominante en las plantas, y proporciona el 70-80% de las calorías consumidas por los humanos de todo el mundo.

### **Glucógeno**

El **glucógeno** es un [polisacárido](#) de reserva energética de los [animales](#), formado por cadenas ramificadas de [glucosa](#).

Una sola molécula de glucógeno puede contener más de 120.000 moléculas de glucosa.

La importancia de que el glucógeno sea una molécula tan ramificada es debido a que:

1. La ramificación aumenta su solubilidad.
2. Las ramificaciones facilitan tanto la velocidad de síntesis como la de degradación del glucógeno.

### **Función del glucógeno**

El glucógeno es el polisacárido de reserva energética en los animales. Se almacena en el [hígado](#) (10% de la masa hepática) y en los [músculos](#) (1% de la masa muscular) de los [vertebrados](#). Además, puede encontrarse pequeñas cantidades de glucógeno en ciertas células gliales del [cerebro](#).

Gracias a la capacidad de almacenar glucógeno, se reducen al máximo los cambios de [presión osmótica](#) que la glucosa libre podría ocasionar tanto en el interior de la [célula](#) como en el medio extracelular.

Cuando el organismo o la célula requieren de un aporte energético de emergencia, como en los casos de tensión o alerta, el glucógeno se degrada nuevamente a [glucosa](#), disponible para el [metabolismo](#) energético.

En el hígado la conversión de glucosa almacenada en forma de glucógeno a glucosa libre en [sangre](#), está regulada por la hormona [glucagón](#) y [adrenalina](#). El glucógeno hepático es la principal fuente de glucosa sanguínea sobre todo entre comidas. El glucógeno contenido en los músculos es para consume durante la [contracción muscular](#).

El glucógeno se almacena dentro de vacuolas en el [citoplasma](#) de las células que lo utilizan para la [glucólisis](#). Estas vacuolas contienen las enzimas necesarias para la hidrólisis de glucógeno a glucosa.

### Metabolismo del glucógeno

Glucogénesis es la síntesis de glucógeno a partir de glucosa y se produce gracias a las enzimas glucógeno sintetasas. La adición de una molécula de glucosa al glucógeno consume energía.

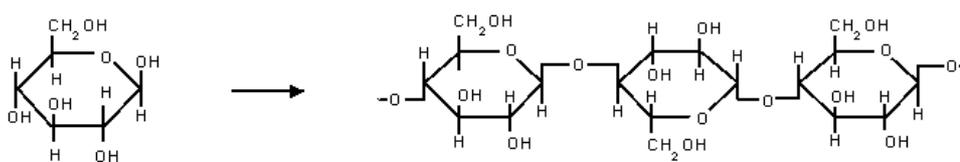
Glucogenolisis es la hidrólisis del glucógeno para obtener glucosa gracias a la acción combinada de tres enzimas que son: glucógeno fosforilasa, glucantransferasa o fosfoglucomutasa y desramificante del glucógeno.

### Celulosa

La **celulosa** es un [homopolisacárido](#) rígido, insoluble, que contiene desde varios cientos hasta varios miles de unidades de [glucosa](#).

La celulosa es la [biomolécula](#) más abundante de la [biomasa](#) terrestres.

### Estructura de la celulosa



### Función de la celulosa

La celulosa es un polisacárido estructural en las [plantas](#) ya que forma parte de los tejidos de sostén. La pared de una célula vegetal joven contiene aproximadamente un 40% de celulosa; la [madera](#) un 50 %, mientras que el ejemplo más puro de celulosa es el [algodón](#) con un porcentaje mayor al 90%.

A pesar de que está formada por glucosas, el hombre no puede utilizar a la celulosa como fuente de energía, ya que no cuenta con la [enzima](#) necesaria para romper los enlaces  $\beta$ -1,4-glicosídicos, sin embargo, es importante incluirla en la [dieta](#) humana ([fibra dietética](#)) porque al mezclarse con las heces, facilita la digestión y defecación.

En el intestino de los [rumiantes](#), de otros [herbívoros](#) y de [termitas](#), existen [microorganismos](#), que poseen una enzima llamada [celulasa](#) que rompe el enlace  $\beta$ -1,4-glucosídico y al hidrolizarse la molécula de celulosa quedan disponibles las glucosas como fuente de energía.

La celulosa constituye la materia prima del [papel](#) y de los tejidos de fibras naturales. También se utiliza en la fabricación de [explosivos](#), [celuloide](#), [seda](#) artificial, [barnices](#).

### **Metabolismo de los hidratos de carbono:**

Los carbohidratos son junto con los [lípidos](#) las principales moléculas en que se almacena energía en los [seres vivos](#).

Los **glúcidos** son las principales sustancias elaboradas en la [fotosíntesis](#) y son almacenados en forma de [almidón](#) en cantidades elevadas en las [plantas](#). El producto equivalente en los [animales](#) es el [glucógeno](#). En el músculo proporciona una reserva que puede ser inmediatamente utilizada como fuente de energía para la [contracción muscular](#) y en el hígado sirve como reservorio para mantener la concentración de glucosa en [sangre](#).

Aunque muchos tejidos y órganos animales pueden usar indistintamente los carbohidratos y los lípidos como fuente de energía, otros, principalmente los [eritrocitos](#) y el tejido nervioso ([cerebro](#)), no pueden catalizar los lípidos y deben ser continuamente abastecidos con glucosa.

Los monosacáridos son los productos digestivos finales de los glúcidos que ingresan a través de la [circulación portal](#) al [hígado](#) donde, alrededor del 60%, son [metabolizados](#). En el hígado, la glucosa también se puede transformar en lípidos que se transportan posteriormente al [tejido adiposo](#).

Tanto los organismos aerobios como los anaerobios consumen la [glucosa](#) y la ruta metabólica inicial, la [glucólisis](#) es universal, una [fermentación](#) de la [glucosa](#).

En los seres vivos, la vía de metabolización preferente de la glucosa implica la división de la [molécula](#) en dos de [lactato](#). Esta metabolización tiene lugar también entre muchas especies de [microorganismos](#) y es característica de las células musculares.

El [músculo](#) es un tejido en el que la fermentación representa una ruta metabólica muy importante ya que las células musculares pueden vivir durante largos períodos de tiempo en ambientes con baja concentración de [oxígeno](#). Cuando estas células están trabajando activamente, su requerimiento de [energía](#) excede su capacidad de continuar con el [metabolismo oxidativo](#) de los [hidratos de carbono](#) puesto que la velocidad de esta oxidación está limitada por la velocidad a la que el [oxígeno](#) puede ser renovado en la sangre. El músculo, al contrario que otros tejidos, produce grandes cantidades de lactato que se vierte en la sangre y retorna al hígado para ser transformado en hidratos de carbono.

Por lo tanto las principales [rutas metabólicas](#) de los glúcidos son: la glucólisis y la [glucogénesis](#).

En el [metabolismo oxidativo](#) encontramos rutas comunes con los lípidos como son el [ciclo de Krebs](#) y la [cadena respiratoria](#).

La principal [hormona](#) que controla el metabolismo de los hidratos de carbono es la [insulina](#).

### Glucólisis

La **glucólisis** es la secuencia [metabólica](#) consistente en diez reacciones enzimáticas, en la que se oxida la [glucosa](#) produciendo dos moléculas de [piruvato](#) y dos equivalentes reducidos de [NADH](#) o NADH<sub>2</sub>, que al introducirse en la [cadena respiratoria](#), producirán dos moléculas de [ATP](#).

La glucólisis es la única vía en los [animales](#) que produce ATP en ausencia de [oxígeno](#). Los [organismos](#) primitivos se originaron en un mundo cuya [atmósfera](#) carecía de O<sub>2</sub> y por esto, la glucólisis se considera como la vía metabólica más primitiva y por lo tanto, está presente en todas las [formas de vida](#) actuales. Es la primera parte del [metabolismo](#) energético y en las células eucariotas ocurre en el [citoplasma](#).

- En esta fase, por cada [molécula](#) de glucosa se forman 2 [ATP](#) y 2 [NADH](#)
- La reacción global de la glucólisis es:



### Glucogénesis

La **glucogénesis** es la formación de [glucosa](#) a partir de la [hidrólisis](#) del [glucógeno](#).

**Lípidos:** son un conjunto de [moléculas orgánicas](#), compuestas principalmente por [carbono](#) e [hidrógeno](#) y en menor medida [oxígeno](#), aunque también pueden contener [fósforo](#), [azufre](#) y [nitrógeno](#), que tienen como característica principal el ser hidrofóbicas o insolubles en [agua](#) y sí en disolventes orgánicos como el [benceno](#).

Funciones de los lípidos:

Los lípidos desempeñan diferentes tipos de funciones biológicas:

- **Función de reserva energética:** Los lípidos son la principal fuente de [energía](#) de los animales ya que un [gramo](#) de grasa produce 9,4 kilocalorías en las reacciones [metabólicas](#) de oxidación, mientras que las [proteínas](#) y los [glúcidos](#) sólo producen 4,1 kilocalorías por gramo.
- **Función estructural:** Los lípidos forman las [bicapas lipídicas](#) de las membranas celulares. Además recubren y proporcionan consistencia a los [órganos](#) y protegen mecánicamente estructuras o son aislantes térmicos como el [tejido adiposo](#).
- **Función catalizadora, hormonal o de mensajeros químicos:** Los lípidos facilitan determinadas reacciones químicas y los esteroides cumplen funciones [hormonales](#).

- **Función transportadora:** Los lípidos se absorben en el [intestino](#) gracias a la emulsión de las sales biliares y el transporte de lípidos por la [sangre](#) y la [linfa](#) se realiza a través de las [lipoproteínas](#).

### Clasificación de los lípidos:

Los lípidos forman un grupo de sustancias de estructura química muy heterogénea, siendo la clasificación más aceptada la siguiente:

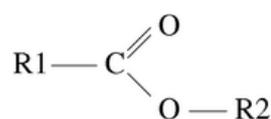
**Lípidos saponificables:** son los lípidos que contienen [ácidos grasos](#) en su [molécula](#) y producen [reacciones químicas](#) de [saponificación](#). A su vez los lípidos saponificables se dividen en:

- **Lípidos simples:** Son aquellos lípidos que sólo contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Estos lípidos simples se subdividen a su vez en:

1. **Acilglicéridos o grasas:** Cuando los acilglicéridos son sólidos se les llama grasas y cuando son líquidos a [temperatura](#) ambiente se llaman [aceites](#).

Los acilglicéridos son ésteres de ácidos grasos con glicerol.

Una molécula de glicerol (o glicerina, son equivalentes en la nomenclatura) puede reaccionar con hasta 3 moléculas de ácidos grasos, puesto que tiene tres grupos hidroxilo.



Las cadenas carbonadas de los ácidos que reaccionan con el glicerol, pueden ser **saturadas** o **insaturadas**. Si son saturadas, no hay ningún doble enlace carbono-carbono, por lo que se dice que está "saturada" porque tiene todos los átomos de [hidrógeno](#). Los acilglicéridos con cadenas saturadas, se denominan [grasas](#). Están en estado sólido a temperatura ambiente, y son producidas por los animales.

Por el contrario, si las cadenas son insaturadas (existe uno o más doble enlace carbono-carbono), están en estado líquido a [temperatura](#) ambiente. Estos acilglicéridos se denominan [aceites](#), y son fabricados por las plantas.

### Tipos de acilglicéridos

Según el número de ácidos grasos que se unan a la molécula de [glicerina](#), existen tres tipos de acilgliceroles:

- **Monoglicéridos:** Sólo existe un ácido graso unido a la molécula de glicerina.
- **Diacilglicéridos:** La molécula de glicerina se une a dos ácidos grasos.
- **Triacilglicéridos:** También se llaman triglicéridos, puesto que la glicerina está unida a tres ácidos grasos.

2. **Céridos o ceras.** Las ceras son lípidos simples formados por la unión de un [ácido graso](#) con un [alcohol](#) de cadena larga (más de 40 carbonos). Se caracterizan por que son impermeables. Por ejemplo aparecen recubriendo las plumas de ciertas [aves](#) y en el cerumen de las orejas.

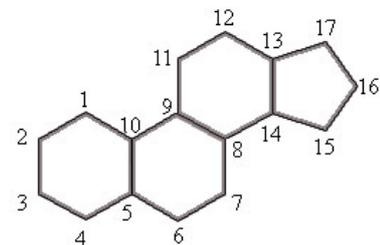
- **Lípidos complejos:** Son los lípidos que además de contener en su molécula carbono, hidrógeno y oxígeno, también contienen otros [elementos](#) como nitrógeno, fósforo, azufre u otra biomolécula como un glúcido. A los lípidos complejos también se les llama **lípidos de membrana** pues son las principales moléculas que forman las [membranas celulares](#).
  1. [Fosfolípidos](#). Un glicerol posea dos de sus tres carbonos participando en uniones éster con dos ácidos grasos, y un tercero participa en un enlace con un [grupo fosfato](#). Estas moléculas son altamente importante para la vida, ya que es el componente principal de la [membrana plasmática](#) de las [células](#) de todos los seres vivos.
  2. [Glicolípidos](#). Compuestas por un [lípidos](#) y un grupo glucídico o [hidrato de carbono](#) de cadena corta. Las principales funciones de los glucolípidos son la del reconocimiento celular y como receptores [antigénicos](#).

**Lípidos insaponificables:** los que no poseen ácidos grasos en su estructura y no producen reacciones de saponificación. Entre los lípidos insaponificables encontramos a:

[Terpenos](#). Entre los más importantes para los humanos encontramos los carotenoides, pues son los precursores de lagunas [vitaminas](#), como la [A](#), la [K](#), y la [E](#)

[Esteroides](#). Los esteroides **son derivados del núcleo del [ciclopentanoperhidrofenantreno](#), como el [colesterol](#)**.

En los [mamíferos](#) como el ser humano, cumplen importantes funciones:



- **Estructural:** El colesterol es un esteroide que forma la estructura de las [membranas celulares](#) junto con los [fosfolípidos](#). Además a partir del colesterol se sintetizan los demás esteroides.
- **Hormonal:** Las [hormonas](#) esteroideas son:
  - [Corticoides](#): son producidas por el [organismo](#) humano en las [glándulas suprarrenales](#).
  - [Hormonas sexuales masculinas](#): Son los [andrógenos](#) como la [testosterona](#) y sus derivados, los [anabolizantes androgénicos esteroideos](#); éstos últimos llamados simplemente **esteroides**. Son sintetizadas a partir del colesterol. Son lipofílicas y atraviesan libremente la [membrana plasmática](#), se unen a un [receptor citoplasmático](#), y este complejo receptor-hormona tiene su lugar de acción en el [ADN](#) del [núcleo celular](#), activando [genes](#) o modulando la [transcripción del ADN](#)
  - [Hormonas sexuales femeninas](#).

- [Vitamina D](#) y sus derivados.

[Prostaglandinas](#). Son un conjunto de sustancias que pertenecen a los [ácidos grasos](#) de 20 carbonos, que contienen un anillo ciclopentano y constituyen una familia de mediadores celulares, con efectos diversos y, a menudo, contrapuestos.

Las prostaglandinas ejercen su efecto sobre las [células](#) de origen y las adyacentes, actuando como [hormonas](#) autocrinas y paracrinas.

- Junto con la [hormona ADH](#) y con la [aldosterona](#), regulan de forma hormonal la presión arterial.

Prótidos (del [griego](#) *Proteion*, primero) son [macromoléculas](#) de [peso molecular](#) elevado, formadas por [aminoácidos](#) unidos por [enlaces peptídicos](#). Pueden presentar una o varias cadenas.

Las proteínas son [biomoléculas](#) formadas básicamente por [carbono](#), [hidrógeno](#), [oxígeno](#) y [nitrógeno](#). Pueden además contener [azufre](#) y en algunos tipos de proteínas, [fósforo](#), [hierro](#), [magnesio](#) y [cobre](#) entre otros elementos.

La unión de un bajo número de aminoácidos da lugar a un péptido:

- **oligopéptido**: número de aminoácidos <10
- **polipéptido**: número de aminoácidos > 10
- **proteína**: número de aminoácidos > 50

Constituyen más del 50 por ciento del peso seco de las [células](#).

Son sustancias muy versátiles.

Se [forman](#) en el [ribosoma](#) a partir de la información suministrada por los [genes](#).

### **Estructura**

Presentan una disposición característica en condiciones ambientales, si se cambia la presión, temperatura, [pH](#), etc. pierde la conformación y su función. La función depende de la conformación y ésta viene determinada por la [secuencia de aminoácidos](#).

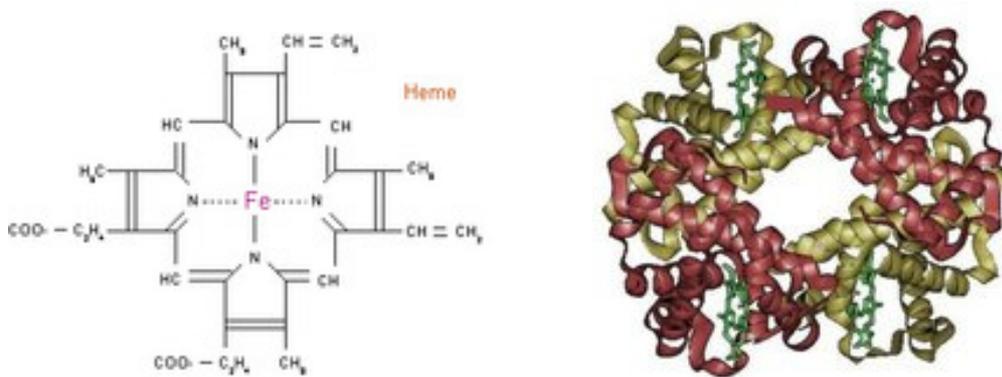
Conformaciones o niveles estructurales de la disposición tridimensional:

- **Estructura primaria.**
- **Estructura secundaria.**
- **Estructura terciaria.**
- **Estructura cuaternaria.**

### **Algunas proteínas**

**[Anticuerpos](#)**: son proteínas unidas a [azúcares](#). Son secretadas por un tipo particular de [células](#), llamadas [linfocitos](#) B. Su propósito es reconocer cuerpos extraños invasores como las [bacterias](#) y mantener al organismo libre de ellos. Su producción está regida por el [sistema linfático](#)

**Hemoglobina:** La **hemoglobina** es una [heteroproteína](#) de la [sangre](#), de [peso molecular](#) 68.000, de color rojo característico, que transporta el [oxígeno](#) desde los órganos respiratorios hasta los tejidos, en [mamíferos](#) y otros animales. La forman cuatro cadenas polipeptídicas ([globina](#)) a cada una de las cuales se une un grupo [hemo](#), cuyo [átomo](#) de [hierro](#) es capaz de unirse de forma reversible al [oxígeno](#). Cuando la hemoglobina está unida al oxígeno, se denomina [oxihemoglobina](#) o hemoglobina oxigenada, dando el aspecto rojo intenso característico de la [sangre](#) arterial. Cuando pierde el oxígeno, se denomina [hemoglobina reducida](#), y presenta el color rojo oscuro de la sangre venosa (se manifiesta clínicamente por [cianosis](#).)



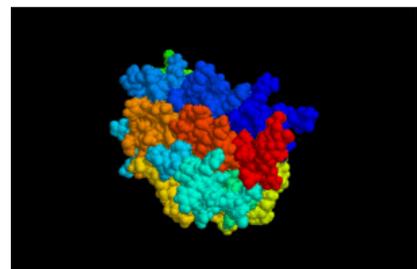
**Insulina:** ([Latín](#) insula, "isla") es una [hormona polipeptídica](#) formada por 51 [aminoácidos](#). Es sintetizada en el [páncreas](#).

Interviene en el aprovechamiento [metabólico](#) de los nutrientes, sobre todo con el [anabolismo](#) de los [hidratos de carbono](#). Su déficit provoca la [diabetes mellitus](#) y su exceso provoca hiperinsulinismo con [hipoglucemia](#).

**Eritropoyetina:** o EPO es una [hormona](#) glicoproteica producida en los seres humanos en la corteza [renal](#).

La eritropoyetina actúa cuando se une a un receptor celular específico.

La producción de eritropoyetina se estimula por la reducción de [oxígeno](#) en las [arterias](#) renales. La eritropoyetina producida en el riñón y la [médula ósea](#) estimula a las [células madre](#) de la médula ósea para que aumente la producción de [eritrocitos](#) o glóbulos rojos. El papel paracrino de la eritropoyetina en el cerebro y en el útero todavía no ha sido aclarado.



El [gen](#) que codifica a la eritropoyetina fue clonado en 1985 y ha sido inervado con éxito en cerdos para producir artificialmente eritropoyetina.

La EPO ha sido muy usada como [doping](#) en algunos [deportes](#), sobre todo en el [ciclismo](#), debido a que aumenta el [hematocrito](#) y así el intercambio de oxígeno y la resistencia al [ejercicio físico](#).

**Glucagón:** es una [hormona peptídica](#) de 29 [aminoácidos](#) que actúa en el metabolismo de los [hidratos de carbono](#).

Es una [hormona](#) que eleva el nivel de [glucosa](#) en la [sangre](#), al revés que la [insulina](#) que lo baja. Cuando el organismo requiere más azúcar en la sangre, las células alfa del [páncreas](#) elaboran glucagón. Este glucagón moviliza las reservas de glucosa presentes en el [hígado](#) en forma de [glucógeno](#).

Aunque en los músculos hay reservas de glucogeno no son movilizadas por el glucagón. En caso de necesidad la hormona del [estres](#), [adrenalina](#), si puede movilizar las reservas musculares.

A veces se usa glucagón inyectable en los casos de choque insulínico. La inyección de glucagón ayuda a elevar el nivel de glucosa en la sangre.

**Ácidos nucleicos:** Son [macromoléculas](#) formadas por la repetición de un [monómero](#) llamado [nucleótido](#), unidos mediante [enlaces fosfodiéster](#). Estos se unen entre sí por un [grupo fosfato](#), formando largas cadenas o [polímeros](#) o **polinucleótidos**. Pueden alcanzar tamaños gigantes, siendo las moléculas más grandes que se conocen, constituidas por millones de nucleótidos. Son las moléculas que tienen la información [genética](#) de los [organismos](#) y son las responsables de su transmisión hereditaria.

Diagrama muy simplificado un ácido nucleico doblemente trenzado. Los círculos amarillos representan fosfatos, los verdes pentosas y los rojos bases nitrogenadas. Las líneas sólidas representan enlaces covalentes, las punteadas enlaces de hidrógeno.

Existen dos tipos de ácidos nucleicos, [ADN](#) y [ARN](#), que se diferencian en:

- El [azúcar](#) (pentosa) que contienen: la [desoxirribosa](#) en el ADN y [ribosa](#) en el ARN.
- Las [bases nitrogenadas](#) que contienen, [adenina](#), [guanina](#), [citosina](#) y [timina](#), en el ADN; y adenina, guanina, citosina y [uracilo](#) en el ARN.
- En los [eucariotas](#) la estructura del ADN es de doble cadena, mientras que la estructura del ARN es monocatenaria aunque puede presentarse en forma lineal como el [ARNm](#) o en forma plegada cruciforme como [ARNt](#) y [ARNr](#).
- El [peso molecular](#) del ADN es generalmente mayor que el del ARN.

El descubrimiento de los ácidos nucleicos se debe a [Miescher](#) que en la década de 1860 aisló de los [núcleos de las células](#) una sustancia ácida a la que llamó nucleína, es decir ácido nucleico.

Los **nucleótidos** son las unidades que forman los **ácidos nucleicos**. Cada nucleótido es una molécula relativamente compleja, compuesta por la unión de tres unidades: un [monosacárido](#) (una pentosa), una [base nitrogenada](#) (púrica (Adenina, Guanina) o pirimidínica (Citosina, Timina y Uracilo) y uno o varios grupos fosfato ([ácido fosfórico](#)). Tanto la base nitrogenada como los grupos fosfato están unidos a la pentosa.

La unión formada por la pentosa y la base nitrogenada se denomina [nucleósido](#).

Hay 2 *tipos* de Ácidos nucleicos: ADN (Ácido Desoxirribonucleico) y ARN (Ácido Ribonucleico)

El **ADN** está constituido por 2 cadenas polinucleotídicas unidas entre sí en toda su longitud. Esta doble cadena puede disponerse en *forma lineal* (núcleo de las células eucariotas) o en *forma circular* (ADN de las células procariotas, así como de las mitocondrias y cloroplastos eucariotas). La molécula de ADN porta la información necesaria para el desarrollo de las características biológicas de un individuo y contiene los mensajes e instrucciones para que las células realicen sus funciones.

El **ARN** es un polímero no ramificado, compuesto por una serie de nucleótidos unidos por enlace fosfoéster. El ARN difiere del ADN en que la pentosa de los nucleótidos constituyentes, en lugar de una desoxirribosa es una *ribosa*, y en que en lugar de las cuatro bases nitrogenadas mayoritarias presentes aparece *Uracilo* en lugar de *Timina*. Las cadenas de ARN son más cortas que las de ADN. El ARN está constituido por una única cadena.

Mientras el ADN contiene la información, el ARN la usa para que se concrete en las proteínas específicas del individuo

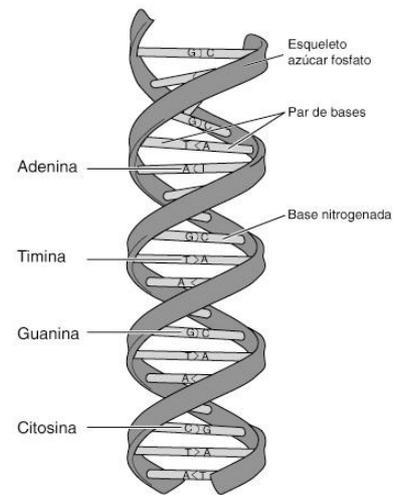
## **ADN**

Es la abreviatura del **ácido desoxirribonucleico**. Constituye el material genético de los organismos. Es el componente químico primario de los [cromosomas](#) y el material del que los [genes](#) están formados. En las [bacterias](#) el ADN se encuentra en el [citoplasma](#) mientras que en organismos más complejos y evolucionados, tales como plantas, animales y otros organismos multicelulares, la mayoría del ADN reside en el [núcleo celular](#). Se conoce desde hace más de cien años. El ADN fue identificado inicialmente en [1868](#) por [Friedrich Miescher](#), biólogo [suizo](#), en los núcleos de las células del pus obtenidas de los vendajes quirúrgicos desechados y en el esperma del salmón. Él llamó a la sustancia **nucleína**, aunque no fue reconocida hasta [1943](#) mediante el experimento realizado por [Oswald Avery](#).

**«Casi todo los aspectos de la vida se organizan en el nivel molecular, y si no entendemos las moléculas nuestra comprensión de la vida misma será muy incompleta»** [Francis Crick](#)

## Estructura

Existen cuatro bases: dos purínicas (o púricas) denominadas [adenina](#) (A) y [guanina](#) (G) y dos pirimidínicas (o pirimídicas) denominadas [citosina](#) (C) y [timina](#) (T). Para formar el ADN, se unen largas cadenas de estas bases mediante moléculas de fosfato y azúcar. La estructura de doble [hélice](#) (ver figura) del ADN no fue descubierta hasta [1953](#) por [James Watson](#) y [Francis Crick](#) que dejaba claro el modo en que el ADN se podía "desenrollar" para que fuera posible su lectura o copia. Una larga hebra de [ácido nucleico](#) está enrollada alrededor de otra hebra formando un par entrelazado. Dicha hélice mide 3,4 nm de paso de rosca y 2,37 nm de diámetro, y está formada, en cada vuelta, por 10,4 pares de nucleótidos



enfrentados entre sí por sus bases nitrogenadas. El rasgo fundamental es que las bases de [nucleótidos](#) de una hebra "casan" con la especie de nucleótidos de la otra, en el sentido de que la adenina siempre casa con la timina (lo que se denomina A...T) y la guanina siempre casa con la citosina (G...C). La Adenina enfrentada a la Timina forma un doble puente de Hidrógeno, mientras que en el caso de la Guanina con la Citosina éste enlace es triple, de ahí que una cadena de ADN que posea un mayor número de parejas de C-G sea más estable. Este emparejamiento corresponde a la observación ya realizada por [Erwin Chargaff](#), de que en todas las muestras la cantidad de adenina es siempre la misma que la timina, como ocurre con la guanina y la citosina. Así una pequeña purina (adenina y guanina) está siempre emparejada con una mayor pirimidina (timina y citosina), siendo de este modo uniforme la doble hélice. La cantidad de purina (A+G) es siempre igual a la cantidad de pirimidina (T+C). Se estima que el [genoma](#) humano tiene alrededor de 3.000 millones de pares de bases. Dos unidades de medida muy utilizadas son la kilobase (kb) que equivale a 1.000 pares de bases, y la megabase (Mb) que equivale a un millón de pares de bases

El modelo de doble hélice permite explicar las propiedades que se *esperan* del ADN:

- Capacidad para **contener información**: lenguaje codificado en la secuencia de pares de nucleótidos
- Capacidad de **replicación**: dar origen a dos copias iguales
- Capacidad de **mutación**: justificando los cambios evolutivos

## Enlace de hidrógeno

La adhesión de las dos hebras de ácido nucleico se debe a un tipo especial de unión química conocido como [puente de hidrógeno](#). Los puentes de hidrógeno son uniones más débiles que los típicos [enlaces químicos](#), tales como interacciones hidrofóbicas, enlaces de Van der

Walls, etc... Ésto significa que las dos hebras de la hélice pueden separarse con facilidad, quedando intactas.

### **Papel de la secuencia**

En un [gen](#), la secuencia de los nucleótidos a lo largo de la cadena de ADN define una [proteína](#) que un organismo es capaz de sintetizar o "expresar" en uno o varios momentos de su vida, usando la información de dicha secuencia. La relación entre la secuencia de nucleótidos y la secuencia de [aminoácidos](#) de la proteína es determinada por un mecanismo celular de [traducción](#), conocido de forma general como [código genético](#).

En muchas especies de organismos, sólo una pequeña fracción del total de la secuencia del [genoma](#) codifica proteínas. La función del resto es especulativa.

### **EL ADN como almacén de información**

En realidad se puede considerar así, un almacén de información que se trasmite de generación en generación, conteniendo toda la información necesaria para construir y sostener el organismo en el que habita.

Se puede considerar que las *obreras* de este mecanismo son las proteínas. Estas pueden ser **estructurales** como las proteínas de los [músculos](#), [cartílagos](#), pelo, etc., o bien **funcionales** como las de la [hemoglobina](#) o las innumerables [enzimas](#) del organismo. La función principal de la herencia es la **especificación de las proteínas**, siendo el ADN una especie de *plano* o *receta* para nuestras proteínas. Unas veces la modificación del ADN que provoca disfunción proteica lo llamamos [enfermedad](#), otras veces, en sentido beneficioso, dará lugar a lo que conocemos como [evolución](#).

Las alrededor de treinta mil proteínas diferentes en el cuerpo humano están hechas de veinte [aminoácidos](#) diferentes, y una molécula de ADN debe especificar la secuencia en que se unan dichos aminoácidos.

El ADN en el genoma de un organismo podría dividirse conceptualmente en dos, el que **codifica las proteínas** y el que **no codifica**. En el proceso de elaborar una proteína, el ADN de un gen se lee y se transcribe a ARN. Este ARN sirve como mensajero entre el ADN y la *maquinaria* que elaborará las proteínas y por eso recibe el nombre de [ARN mensajero](#). El ARN mensajero instruye a la maquinaria que elabora las proteínas, para que ensamble los aminoácidos en el orden preciso para [armar la proteína](#).

El **dogma central** de la [genética](#) es que el flujo de actividad y de información es: **ADN => ARN => proteína**; muy raras veces la información fluye del ARN al ADN.

### **El ADN basura**

El llamado **ADN basura** corresponde a secuencias del genoma procedentes de duplicaciones, translocaciones y recombinaciones de virus, etc, que parecen no tener

utilidad alguna. Corresponde a más del 90% de nuestro genoma, que cuenta con 30.000 ó 40.000 genes.

### **Ácido ribonucleico**

**ARN** corresponde a las siglas de **ácido ribonucleico**. En inglés es **RNA**. Toma su nombre del grupo de los azúcares en la columna vertebral de la molécula ribosa.

El código [genético](#) de las células se encuentra en forma de [ADN](#). Dentro de las moléculas de ADN hay información para sintetizar las proteínas que utiliza el organismo; pero el proceso no es lineal, es bastante complicado. El ADN no se traduce directamente en [proteínas](#).

En las células [eucariotas](#) el ADN se encuentra encerrado en el núcleo. La síntesis se hace en el [citoplasma](#), es decir: fuera del núcleo. El mecanismo por el cual la información se trasvasa desde el núcleo celular al citoplasma es mediante la transcripción del ARN desde el ADN.

Parte del ADN se transcribe (es decir, se copia) en ARN. El ARN va como un mensajero al citoplasma y allí el [ribosoma](#) traduce los genes a proteínas. Por eso, ese ARN capaz de llevar el mensaje desde el núcleo al citoplasma se llama [ARN mensajero](#).

El ARN también es una [macromolécula](#) de [ácido nucleico](#) como el ADN pero tiene propiedades bastante diferentes. En primer lugar, el ADN es una hélice doble, sin embargo el ARN casi siempre está formado por una única cadena. En segundo lugar, el ADN contiene en sus nucleótidos el azúcar desoxirribosa (de ahí su nombre), el ARN contiene ribosa. En tercer lugar, el ADN tiene cuatro bases: [guanina](#) (G), [adenina](#) (A), [citosina](#) (C) y [timina](#) (T). El ARN tiene G, A y C, pero la timina (T) se sustituye por el [uracilo](#) (U).

El [uracilo](#), aunque es muy diferente, puede formar [puentes de hidrógeno](#) con la adenina, lo mismo que la timina. El porqué el ARN contiene uracilo en vez de timina es un enigma del que nadie sabe la respuesta.

El ARN es el principal material genético usado en los organismos llamados virus, y el ARN también es importante en la producción de proteínas en otros organismos vivos. El ARN puede moverse alrededor de las células de los organismos vivos y por consiguiente sirve como una suerte de mensajero genético, transmitiendo la información guardada en el ADN de la célula, desde el núcleo hacia otras partes de la célula donde se usa para ayudar a producir proteínas.

El ARN se transcribe a partir de una de las dos cadenas del ADN. En caso contrario, de una de las hélices saldría una proteína y de la otra algo totalmente diferente.

Por ejemplo, si en una de las cadenas de ADN hubiera: GATACA, en la otra debería haber: CTATGT.

La primera al transcribirse a ARN daría dos [codones](#): GAU-ACA. La segunda CUA-UGU.

La primera formaría la cadena de aminoácidos siguiente. En el primer caso: [Ácido Aspártico-Treonina](#) y en el segundo caso: [Leucina-Cisteína](#).

Que sólo se transcriba una hélice no significa que siempre sea la misma a lo largo de todo el [cromosoma](#). Puede transcribirse una hélice en un sitio y otra en otro.

En la traducción de codones a aminoácidos intervienen otras moléculas de ARN, las llamadas [ARN de transferencia](#).

#### **Tipos de ARN:**

- [ARN mensajero](#).
- [ARN de transferencia](#).
- [ARN nucleolar](#).
- [ARN ribosómico](#).

**Metabolismo:** del [griego metabolé](#) (μεταβολισμος) cambio, transformación.

Es el conjunto de [reacciones bioquímicas](#) que ocurren en las [células](#), con el objeto de obtener e intercambiar materia y [energía](#) con el [medio ambiente](#) y sintetizar [macromoléculas](#) a partir de compuestos sencillos con el objetivo de mantener los procesos vitales ([nutrición](#), [crecimiento](#), [relación](#) y [reproducción](#)) y la [homeostasis](#).

Cada una de las sustancias que se producen en este conjunto de reacciones metabólicas se denominan **metabolitos**.

- La finalidad del metabolismo es:
  1. **Obtención de energía química** que es almacenada en los [enlaces químicos](#) fosfato del [ATP](#).
  2. **Transformación de sustancias químicas** externas en [moléculas](#) utilizables por la célula.
  3. **Construcción de [materia orgánica](#)** propia a partir de la energía y de las moléculas obtenidas del medio ambiente. Estos compuestos orgánicos almacenan gran cantidad de energía en sus enlaces.
  4. Catabolismo de moléculas para obtener la energía que necesitan las células para realizar diferentes tipos de trabajo biológico.

Tradicionalmente se ha separado el metabolismo en [anabolismo](#) y [catabolismo](#), según las necesidades energéticas de las células o las necesidades de síntesis de determinadas moléculas: Estos dos procesos, catabolismo y anabolismo integran el metabolismo celular.

- Tipos de metabolismo:
  1. **Metabolismo [autótrofo fotosintético](#):** La fuente de [carbono](#) procede del [anhídrido carbónico](#) (CO<sub>2</sub>) y la energía de la [luz](#) solar.

2. **Metabolismo autótrofo quimiolitotrófico:** La fuente de carbono también procede del CO<sub>2</sub> pero la energía procede de reacciones químicas exotérmicas inorgánicas.
  3. **Metabolismo heterótrofo:** La fuente de carbono procede de moléculas orgánicas y la energía procede de la [oxidación](#) de estas moléculas orgánicas absorbidas a través de la [membrana celular](#).
- Dentro del **metabolismo energético** se distinguen distintas etapas con una secuencia de **reacciones bioquímicas** concretas o  *rutas metabólicas*  y que reciben un nombre específico según el compuesto que originan o la función que integran, como por ejemplo:
    1. [Glicólisis](#).
    2. [Ciclo de Krebs](#).
    3. [Fosforilación oxidativa](#).

Metabolismo basal. Es el consumo de energía de una persona acostada y en reposo. Representa el gasto energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.).

**Anabolismo** o biosíntesis es una de las dos partes del [metabolismo](#), encargada de la síntesis o bioformación de [moléculas orgánicas](#) ([biomoléculas](#)) más complejas a partir de otras más sencillas o de los [nutrientes](#), con requerimiento de [energía](#), al contrario que el [catabolismo](#).

Aunque anabolismo y catabolismo son dos procesos contrarios, los dos funcionan coordinada y armónicamente, y constituyen una unidad difícil de separar.

El anabolismo es el responsable de:

- La formación de los componentes celulares y tejidos corporales y por tanto del crecimiento.
- El almacenamiento de energía mediante [enlaces químicos](#) en moléculas orgánicas.

Las [células](#) obtienen la energía del [medio ambiente](#) mediante tres tipos distintos de fuente de energía que son:

- La [luz](#) solar, mediante la [fotosíntesis](#) en las [plantas](#).
- Otros compuestos orgánicos como ocurre en los organismos [heterótrofos](#).
- [Compuestos inorgánicos](#) como las [bacterias quimiolitotróficas](#) que pueden ser [autótrofas](#) o heterótrofas.

El anabolismo se puede clasificar según las biomoléculas que se sintetizan en:

- Replicación o duplicación de [ADN](#).
- Síntesis de [ARN](#).
- [Síntesis de proteínas](#).
- Síntesis de [glúcidos](#).
- Síntesis de [lípidos](#).

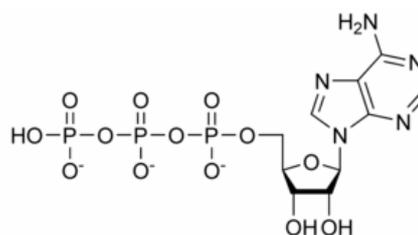
**Catabolismo:** (del griego *kata* que significa hacia abajo). Es la parte del [metabolismo](#) que consiste en la transformación de [moléculas orgánicas](#) o [biomoléculas](#) complejas en moléculas sencillas y en el almacenamiento de la energía química desprendida en forma de enlaces fosfato de moléculas de [ATP](#), mediante la destrucción de las moléculas que contienen gran cantidad de energía en los [enlaces covalentes](#) que la forman, en [reacciones químicas](#) exotérmicas.

### Control del catabolismo

El control del catabolismo en los organismos superiores se realiza por diversos [mensajeros químicos](#) como las [hormonas](#) catabólicas clásicas que son:

- [Cortisol](#).
- [Glucagón](#).
- [Adrenalina](#) y otras [catecolaminas](#).
- [Citocinas](#).
- [Tiroxina](#).

**Adenosín trifosfato (ATP):** es una molécula que consta de una purina ([adenina](#)), un [azúcar](#) (ribosa), y tres grupos fosfato. Gran cantidad de energía para las funciones biológicas se almacena en los enlaces de alta energía que unen los grupos fosfato y se liberan cuando uno o dos de los fosfatos se separan de las moléculas de ATP. El compuesto resultante de la pérdida de un fosfato se llama difosfato de adenosina, adenosín difosfato o ADP; si se pierden dos se llama monofosfato de adenosina, adenosín monofosfato o AMP, respectivamente.



**ATP y metabolismo:** El acoplamiento entre las reacciones exergónicas (que liberan energía al medio) y endergónicas (que gastan energía del medio) en los seres vivos se realiza a través del ATP. Por eso se le conoce como moneda de intercambio energético celular.

La mayoría de los organismos nos alimentamos de metabolitos complejos ([proteínas](#), [lípidos](#), [glúcidos](#)...) que degradamos a lo largo del tracto intestinal. De modo que a las [células](#) llegan metabolitos complejos, pero no tan complejos como los ingeridos.

En la célula van a ser oxidados por una serie de reacciones químicas degradativas -> [catabolismo](#). Como productos del catabolismo se obtienen metabolitos simples y energía. Ambos con los precursores para la síntesis de los componentes celulares.

La energía liberada quedará retenida en su mayoría en el ATP.

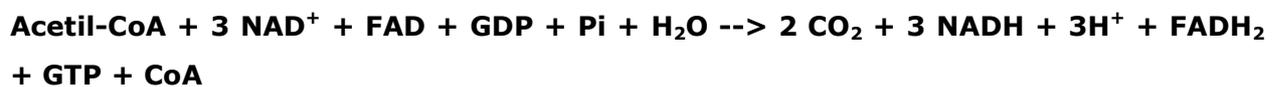
La síntesis (**anabolismo**) de los compuestos celulares se realizará con los metabolitos simples, utilizando la energía contenida en el ATP y los electrones contenidos en el NADH, ya que éste es un proceso reductivo.

El ATP es esa moneda de intercambio energético debido a su estructura química. Cuando se hidroliza libera mucha energía que va a ser captada por las enzimas que catalizan las reacciones de biosíntesis.

**Ciclo de Krebs o del ácido cítrico:** es una serie de reacciones químicas que ocurren en la vida de la [célula](#) y su metabolismo. Fue descubierto por Sir [Hans Adolf Krebs \(1900-1981\)](#). Dicho ciclo se produce dentro de la [mitocondria](#) en las [eucariotas](#) y en el citoplasma en las procariotas. Es parte del desarrollo del metabolismo en los organismos aeróbicos (utilizando [oxígeno](#) como parte de la [respiración](#) celular), los organismos anaeróbicos usan otro mecanismo, como es la [glucólisis](#), otro proceso de fermentación independiente al oxígeno.

El ciclo de Krebs es una ruta, catabólica y anabólica a la vez, su finalidad es [oxidar](#) el acetil-CoA (acetil coenzima A), que se obtiene de la degradación de [hidrato de carbono](#), [ácidos grasos](#) y [aminoácidos](#) a dos moléculas de CO<sub>2</sub>

El balance final es:



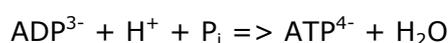
#### **Fosforilación oxidativa**

La **fosforilación oxidativa** o **cadena de transporte de electrones** es la transferencia de [electrones](#) de los equivalentes reducidos [NADH](#), [NADPH](#), [FADH](#), obtenidos en la [glucólisis](#) y en el [ciclo de Krebs](#) hasta el [oxígeno](#) molecular, acoplado con la síntesis de [ATP](#). Este proceso [metabólico](#) está formado por un conjunto de [enzimas](#) complejas que catalizan varias reacciones de óxido-reducción, donde el oxígeno es el aceptor final de electrones y donde se forma finalmente [agua](#).

La fosforilación oxidativa es un proceso [bioquímico](#) que ocurre en las [células](#). Es el proceso [metabólico](#) final ([catabolismo](#)) de la [respiración celular](#): la glicólisis y el [ciclo del ácido cítrico](#). De una molécula de [glucosa](#) se obtienen **26 moléculas de ATP** mediante la fosforilación oxidativa.

Dentro de las células, la fosforilación oxidativa se produce en las [membranas biológicas](#). En [procariotas](#) es la [membrana plasmática](#) y en [eucariotas](#) es la membrana interna de las dos que forman la membrana [mitocondrial](#). El NADH y FADH<sub>2</sub>, moléculas donadores de electrones que "fueron cargadas" durante el ciclo del ácido cítrico, se utilizan en un mecanismo intrincado (que implica a numerosas [enzimas](#) como la NADH-Q reductasa, la citocromo c oxidasa y la citocromo reductasa), gracias a la bomba H<sup>+</sup> que moviliza los [protones](#) contra un [gradiente de membrana](#).

Un gran complejo proteico llamado [ATP-sintetasa](#) situado en la membrana, permite generar el ATP. La reacción es:



A través de la oxidación de la glucosa ([glucólisis](#), conversión de piruvato en acetil-CoA y [ciclo de Krebs](#)) se forman 34 de las 38 moléculas totales de ATP transportadoras de energía.

Síntesis proteica o **traducción del ARNm**: es el proceso [anabólico](#) mediante el cual se forman las [proteínas](#) a partir de los [aminoácidos](#). Es el paso siguiente a la [transcripción del ADN](#) a [ARNm](#). Como existen 20 aminoácidos diferentes y sólo hay cuatro nucleótidos en el ARNm ([Adenina](#), [Uracilo](#), [Citosina](#) y [Guanina](#)), es evidente que la relación no puede ser un aminoácido por cada [nucleótido](#), ni tampoco por cada dos nucleótidos, ya que los cuatro tomados de dos en dos, sólo dan dieciséis posibilidades. La colinealidad debe establecerse como mínimo entre cada aminoácido y tripletes de nucleótidos. Como hay sesenta y cuatro tripletes diferentes (combinación de cuatro elementos o nucleótidos tomados de tres en tres con repetición), es obvio que algunos aminoácidos deben tener correspondencia con varios tripletes diferentes. Los tripletes que codifican aminoácidos se denominan [codones](#). La confirmación de esta hipótesis se debe a Nirenbert, [Ochoa](#) y Khorana. En la biosíntesis de proteínas se pueden distinguir las siguientes etapas:

**a) Activación de los aminoácidos.**

**b) Traducción:**

1. Iniciación de la síntesis.
2. Elongación de la cadena polipeptídica.
3. Terminación de la síntesis.

**c) Asociación de varias cadenas polipeptídicas** para constituir las proteínas.

La síntesis de proteínas o traducción tiene lugar en los [ribosomas](#) del [citoplasma](#) celular. Los aminoácidos son transportados por el [ARN de transferencia](#) (ARNt), específico para cada uno de ellos, y son llevados hasta el [ARN mensajero](#) (ARNm), dónde se aparean el codón de éste y el anticodón del ARN de transferencia, por complementariedad de bases, y de ésta forma se sitúan en la posición que les corresponde. Una vez finalizada la síntesis de una proteína, el ARN mensajero queda libre y puede ser leído de nuevo. De hecho, es muy frecuente que antes de que finalice una proteína ya está comenzando otra, con lo cual, una misma molécula de ARN mensajero, está siendo utilizada por varios ribosomas simultáneamente.

**Activación de los aminoácidos:**

Los aminoácidos en presencia de la [enzima](#) aminoacil-ARNt-sintetasa y de ATP son capaces de unirse a un [ARNt](#) específico y dan lugar a un aminoacil-ARNt, liberándose AMP, fosfato y quedando libre la enzima, que vuelve a actuar.

**Iniciación de la síntesis de proteínas:**

Es la primera etapa de la traducción o síntesis de proteínas. El ARNm se une a la subunidad menor de los [ribosomas](#). A éstos se asocia el aminoacil-ARNt, gracias a que el ARNt tiene en una de sus asas un triplete de nucleótidos denominado **anticodón**, que se asocia al primer triplete **codón** del ARNm según la complementariedad de las bases. A este grupo de

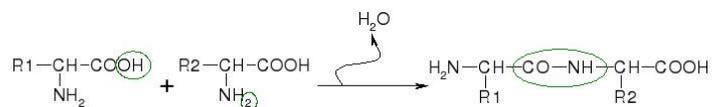
moléculas se une la subunidad ribosómica mayor, formándose el complejo ribosomal o complejo activo. Todos estos procesos están catalizados por los llamados factores de iniciación (FI). El primer triplete o codón que se traduce es generalmente el AUG, que corresponde con el aminoácido [metionina](#) en [eucariotas](#). En [procariontas](#) es la formilmetionina.

### Elongación de la cadena polipeptídica:

El complejo ribosomal posee dos sitios de unión o centros. El centro peptidil o **centro P**, donde se sitúa el primero aminoacil-ARNt y el centro aceptor de nuevos aminoacil-ARNt o

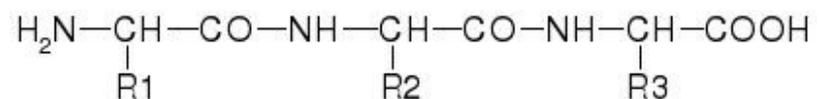
**centro A**. El radical carboxilo (-COOH) del aminoácido iniciado se une con el radical amino (NH<sub>2</sub>) del aminoácido siguiente mediante [enlace peptídico](#). Esta unión es catalizada por la enzima peptidil-transferasa. Estos pasos se pueden repetir múltiples veces, hasta cientos de veces, según el número de aminoácidos que contenga el [polipéptido](#).

El enlace peptídico tiene lugar mediante la pérdida de una molécula de agua entre el [grupo amino](#) de un aminoácido y el [carboxilo](#) de otro:



El resultado es un enlace covalente CO-NH. Podemos seguir añadiendo aminoácidos al péptido, porque siempre hay un extremo NH<sub>2</sub> terminal y un COOH terminal.

Para nombrar el péptido se empieza por el NH<sub>2</sub> terminal por acuerdo. Si el primer aminoácido de nuestro [péptido](#) fuera [alanina](#) y el segundo [serina](#) tendríamos el péptido Alanil-serina.



### Terminación de la síntesis de la cadena polipeptídica:

El final de la síntesis viene informado por los llamados **tripletes sin sentido**. Son tres: UAA, UAG y UGA. No existe ningún ARNt cuyo anticodón sea complementario de ellos y, por lo tanto, la biosíntesis del polipéptido se interrumpe. Indican que la cadena polipeptídica ya ha terminado.

Un ARNm, si es lo suficientemente largo, puede ser leído o traducido, por varios ribosomas a la vez, uno detrás de otro. Al [microscopio electrónico](#), se observa como un rosario de ribosomas, que se denomina **polirribosoma**.

### Asociación de varias cadenas polipeptídicas para constituir las proteínas:

Conforme se va sintetizando la cadena polipeptídica, ésta va adoptando una determinada [estructura secundaria](#) y [terciaria](#) mediante los enlaces por [puente de hidrógeno](#) y los enlaces disulfuro, respectivamente. Así la cadena polipeptídica adquiere una configuración espacial determinada.

Tras la traducción hay proteínas enzimáticas que ya son activas y otras que precisan eliminar algunos aminoácidos para serlo. Generalmente se separa el aminoácido metionina

o aminoácido iniciador. Algunas [enzimas](#) precisan asociarse a [iones](#) o [coenzimas](#) ([grupo prostético](#)) para activas.

Las proteínas pueden estar constituidas por una cadena polipeptídica o por varias subunidades. Las subunidades pueden ser iguales o distintas, según provengan del mismo o de [genes](#) diferentes.

El control de calidad del plegamiento de las proteínas para adquirir la estructura cuaternaria o conformación tridimensional, se lleva a cabo por [chaperonas](#) y [proteasas](#). Las proteínas chaperonas tienen la función de plegar o replegar correctamente a las proteínas recién sintetizadas (modificación postraducciona), y las proteasas deben degradar aquellas proteínas que a pesar de la acción de las chaperonas no se pliegan correctamente. Cuando los mecanismos de control fallan, las proteínas dañadas se acumulan causando [enfermedades amiloidogénicas](#).

**Código genético:** Las instrucciones contenidas en un [gen](#) que le dicen a la [célula](#) cómo hacer una [proteína](#) específica. A, T, G, y C son las "letras" del código genético y representan las [bases nitrogenadas adenina, timina, guanina y citosina](#), respectivamente. Estas bases junto con un [azúcar](#) y un enlace fosfato constituyen los nucleótidos que son la unidad fundamental del [ADN](#). En cada gen se combinan las cuatro bases en diversas formas, para crear palabras de 3 letras ([codón](#)) que especifican qué aminoácido es necesario en cada paso de la elaboración de la [proteína](#).

Tabla estándar de código genético

	<b>T</b>		<b>C</b>		<b>A</b>		<b>G</b>		
<b>T</b>	TTT	Phe	(F) TCT	Ser	(S) TAT	Tyr	(Y) TGT	Cys	(C)
	TTC		" TCC		" TAC		TGC		
	TTA	Leu	(L) TCA		" TAA		<b>Ter</b> TGA		<b>Ter</b>
	TTG "		TCG "		TAG	<b>Ter</b>	TGG	Trp (W)	
<b>C</b>	CTT	Leu	(L) CCT	Pro	(P) CAT	His	(H) CGT	Arg	(R)
	CTC		" CCC		" CAC		" CGC		"
	CTA		" CCA		" CAA	Gln	(Q) CGA		"
	CTG "		CCG "		CAG "		CGG "		
<b>A</b>	ATT	Ile	(I) ACT	Thr	(T) AAT	Asn	(N) AGT	Ser	(S)
	ATC		" ACC		" AAC		" AGC		"
	ATA		" ACA		" AAA	Lys	(K) AGA	Arg	(R)
	<b>ATG</b>	Met (M)	ACG "		AAG "		AGG "		
<b>G</b>	GTT	Val	(V) GCT	Ala	(A) GAT	Asp	(D) GGT	Gly	(G)
	GTC		" GCC		" GAC		" GGC		"
	GTA		" GCA		" GAA	Glu	(E) GGA		"
	GTG "		GCG "		GAG "		GGG "		

**Table 1** : Tabla Codón . Ilustra los 64 posibles tripletes.

		2nd base			
		U	C	A	G
1 <sup>a</sup> t base	U	UUU <a href="#">Fenilalanina</a>	UCU <a href="#">Serina</a>	UAU <a href="#">Tirosina</a>	UGU <a href="#">Cisteína</a>
		UUC <a href="#">Fenilalanina</a>	UCC <a href="#">Serina</a>	UAC <a href="#">Tirosina</a>	UGC <a href="#">Cisteína</a>
		UUA <a href="#">Leucina</a>	UCA <a href="#">Serina</a>	UAA Ocre <i>Stop</i>	UGA Ópalo <i>Stop</i>
		UUG <a href="#">Leucina</a>	UCG <a href="#">Serina</a>	UAG <a href="#">Ámbar</a> <i>Stop</i>	UGG <a href="#">Triptófano</a>
	C	CUU <a href="#">Leucina</a>	CCU <a href="#">Prolina</a>	CAU <a href="#">Histidina</a>	CGU <a href="#">Arginina</a>
		CUC <a href="#">Leucina</a>	CCC <a href="#">Prolina</a>	CAC <a href="#">Histidina</a>	CGC <a href="#">Arginina</a>
		CUA <a href="#">Leucina</a>	CCA <a href="#">Prolina</a>	CAA <a href="#">Glutamina</a>	CGA <a href="#">Arginina</a>
		CUG <a href="#">Leucina</a>	CCG <a href="#">Prolina</a>	CAG <a href="#">Glutamina</a>	CGG <a href="#">Arginina</a>
	A	AUU <a href="#">Isoleucina</a>	ACU <a href="#">Treonina</a>	AAU <a href="#">Asparagina</a>	AGU <a href="#">Serina</a>
		AUC <a href="#">Isoleucina</a>	ACC <a href="#">Treonina</a>	AAC <a href="#">Asparagina</a>	AGC <a href="#">Serina</a>
		AUA <a href="#">Isoleucina</a>	ACA <a href="#">Treonina</a>	AAA <a href="#">Lisina</a>	AGA <a href="#">Arginina</a>
		<sup>1</sup> AUG <a href="#">Metionina</a>	ACG <a href="#">Treonina</a>	AAG <a href="#">Lisina</a>	AGG <a href="#">Arginina</a>
	G	GUU <a href="#">Valina</a>	GCU <a href="#">Alanina</a>	GAU <a href="#">ácido aspártico</a>	GGU <a href="#">Glicina</a>
		GUC <a href="#">Valina</a>	GCC <a href="#">Alanina</a>	GAC <a href="#">ácido aspártico</a>	GGC <a href="#">Glicina</a>
		GUA <a href="#">Valina</a>	GCA <a href="#">Alanina</a>	GAA <a href="#">ácido glutámico</a>	GGA <a href="#">Glicina</a>
		GUG <a href="#">Valina</a>	GCG <a href="#">Alanina</a>	GAG <a href="#">ácido glutámico</a>	GGG <a href="#">Glicina</a>

<sup>1</sup>El **codón AUG** codifica ambos: para la **metionina** y sirve como sitio de iniciación; el primer AUG en un [ARNm](#) es la región que codifica el sitio donde la **traducción** de proteínas se inicia.

El **código genético** establece la correspondencia entre los 64 posibles tripletes de bases del mRNA y los 20 aminoácidos que constituyen las [proteínas](#), con determinadas instrucciones como el inicio y el fin de la transcripción.