

TEMA Nº 4.- PROTEÍNAS

INTRODUCCIÓN

Se conocen como prótidos un tipo de **Principios Inmediatos Orgánicos** compuestos por carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno, aunque, en su composición, también puede aparecer azufre y, en menor porcentaje, fósforo, hierro, cobre, magnesio, iodo etc. Según su composición se clasifican en dos grandes grupos: **Holoproteínas** y **Heteroproteínas**.

Holoproteínas. Son proteínas constituidas únicamente por aminoácidos.

Heteroproteínas. Son proteínas en las que, además de aminoácidos, aparecen otro tipo de moléculas, que pueden ser glúcidos, lípidos etc.

1.- AMINOÁCIDOS

Son compuestos orgánicos, en cuya composición aparecen, simultáneamente, un grupo funcional carboxilo (**-COOH**) y otro amino (**-NH₂**). El grupo amino, puede localizarse en el átomo de carbono número 1, 2, 3, 4, etc. de una cadena hidrocarbonada, contados a partir del grupo carboxilo. Según donde se localice, el aminoácido resultante será α , β , γ , δ , etc. (figura 4.1).

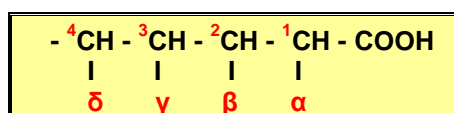


Figura 4.1.- Tipos de aminoácidos.

Los aminoácidos con interés biológico son los α -aminoácidos y, por tanto, son aquellos que llevan el grupo amino y el carboxilo sustituidos en el átomo de carbono α . Por esta razón, todos los aminoácidos responden a una fórmula general (figura 4.2).

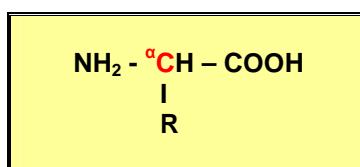


Figura 4.2.- Fórmula general de un aminoácido.

En la fórmula anterior **R** representa un radical, que es lo único que va a variar de unos aminoácidos a otros. Este radical puede ser un simple átomo de hidrógeno, una cadena hidrocarbonada alifática, un grupo bencénico o una cadena cerrada, generalmente compleja, con algunos átomos distintos del carbono y el hidrógeno. El radical R se utiliza con criterios de clasificación, de manera que según como sea éste los aminoácidos se clasifican en cuatro grupos.

a) Aminoácidos con radicales no polares (hidrófobos). Presentan una baja solubilidad en agua. Son *alanina, valina, leucina, isoleucina, prolina, metionina, fenilalanina y triptófano* (figura 4.3)

b) Aminoácidos con radicales polares y carga negativa (ácidos). En disolución se disocian dando aniones. Son *ácido aspártico y ácido glutámico* (figura 4.4).

c) Aminoácidos con radicales polares y carga positiva (básicos). En disolución se disocian dando cationes. Son *histidina, lisina y arginina* (figura 4.5).

d) Aminoácidos con radicales polares, pero sin carga. Su radical posee grupos hidrófilos que permiten formar enlaces de hidrógeno con moléculas polares, debido a lo cual son muy solubles en agua. Son **glicina, serina, treonina, cisteína, tirosina, asparagina y glutamina** (figura 4.6).

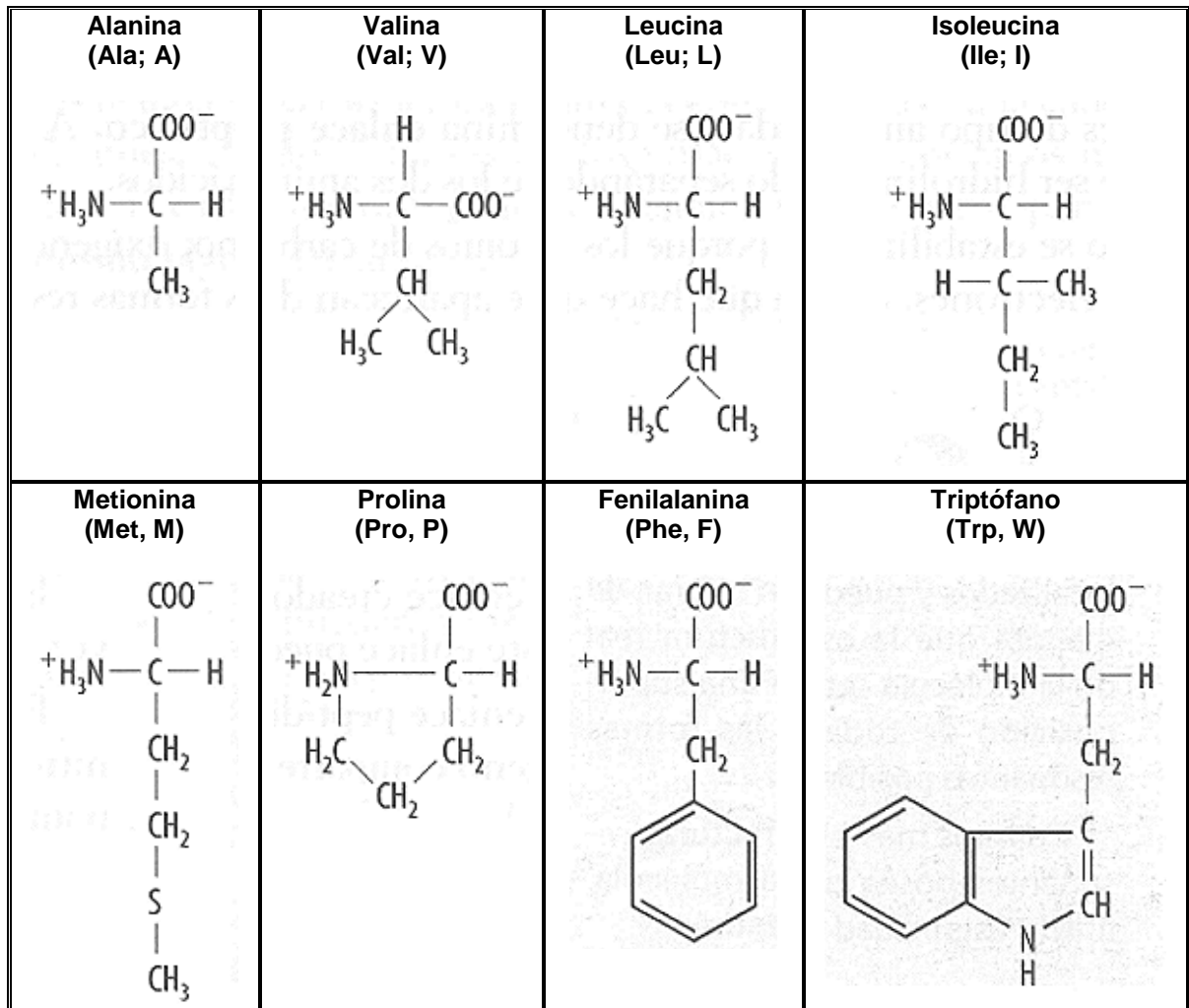


Figura 4.3.- Aminoácidos no polares. Entre paréntesis se indican la abreviatura de tres letras y la abreviatura de una sola letra de cada uno de ellos. Los radicales siempre están dirigidos hacia abajo.

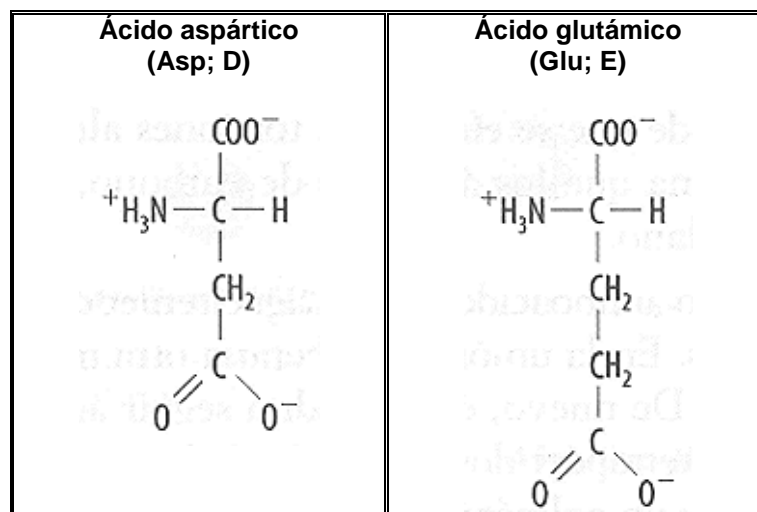


Figura 4.4.- Aminoácidos polares con carga negativa (ácidos).

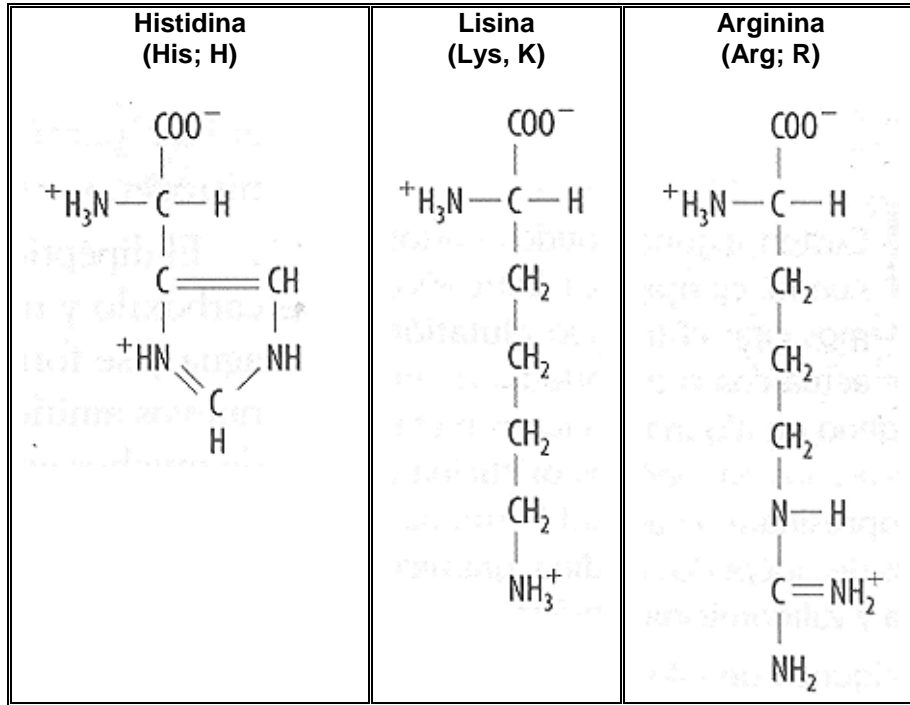


Figura 4.5.- Aminoácidos polares con carga positiva (básicos).

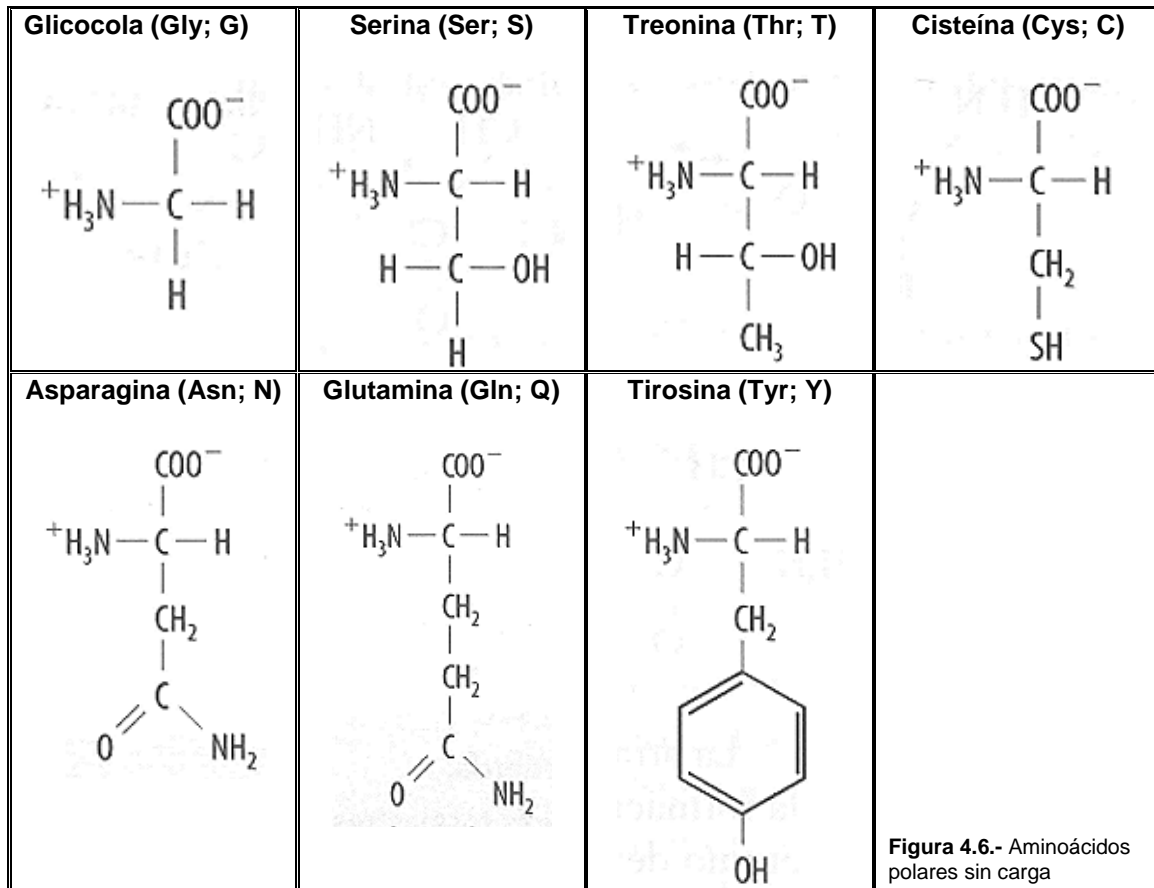


Figura 4.6.- Aminoácidos polares sin carga

1.1.- Propiedades de los aminoácidos

Son sólidos, cristalinos, de elevado peso molecular, solubles en agua, presentan actividad óptica y por lo tanto isomería óptica (excepto la glicocola) y, químicamente, se comportan como sustancias anfóteras.

1.1.1.- Isomería óptica

Los aminoácidos presentan, con excepción de la glicocola en la que el radical es un átomo de hidrógeno, isomería óptica. Esto es posible porque el átomo de carbono α es asimétrico, ya que sus cuatro valencias están sustituidas por grupos funcionales distintos (Ver fórmula general). Al presentar este tipo de isomería, las moléculas de aminoácidos pueden adoptar en el espacio dos disposiciones estructurales distintas, de las cuales una es la imagen especular de la otra (figura 4.7).

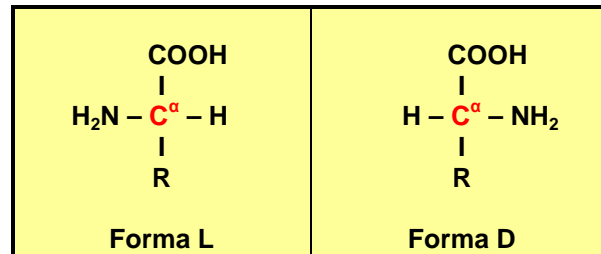


Figura 4.7.- Isómeros ópticos de un aminoácido.

En realidad la disposición espacial que presentan los aminoácidos corresponde con un tetraedro, en el cual el núcleo está ocupado por el átomo de carbono α , y cada uno de los vértices por uno de los sustituyentes de dicho átomo de carbono (figura 4.8).

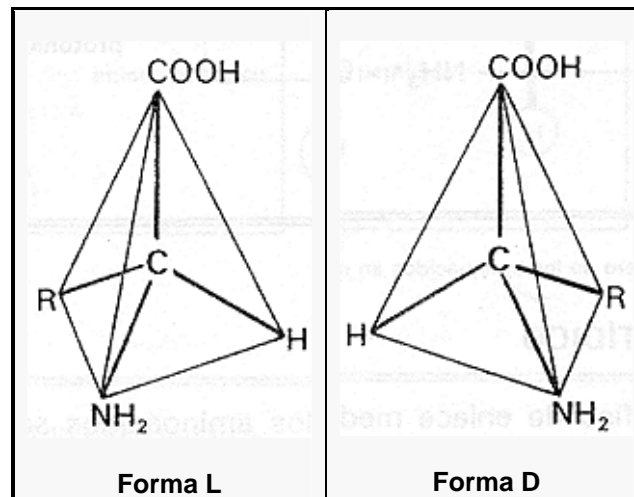


Figura 4.8.- Disposición tetraédrica de los isómeros de un aminoácido.

Debido a la presencia de ese carbono asimétrico, presentan actividad óptica, es decir, cuando están en disolución, son capaces de desviar el plano de la luz polarizada. Si lo hacen hacia la derecha se les llama dextrógiros (+) y si lo hacen hacia la izquierda levógiros (-).

1.1.2.- Comportamiento químico

Cuando se encuentran en disolución acuosa, muestran un comportamiento anfótero, es decir pueden comportarse como ácidos o como bases, dependiendo de las condiciones del medio en que se encuentren. La presencia de un grupo carboxilo les confiere carácter ácido y, del mismo modo, la de un grupo amino les conferirá carácter básico. Cuando se encuentran en disolución muestran un doble comportamiento, ya que pueden ionizarse, liberando protones del grupo carboxilo o captándolos por su grupo amino. En el primer caso se comportan como ácidos y en el segundo se comportan como bases. Al encontrarse en medio acuoso realmente se muestran doblemente ionizados, constituyendo los denominados iones dihíbridos (figura 4.9).

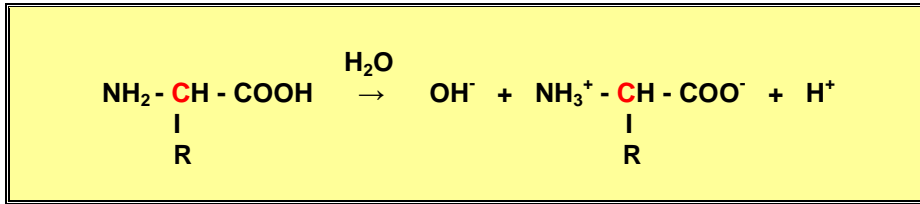


Figura 4.9.- Doble ionización de los aminoácidos en medio acuoso.

Cuando estos iones dihíbridos se encuentran sometidos a variaciones del pH es cuando muestran su comportamiento anfótero, que no es más que la capacidad de algunos compuestos de comportarse como ácidos o como bases, dependiendo del pH del medio en el que se encuentren (figura 4.10).

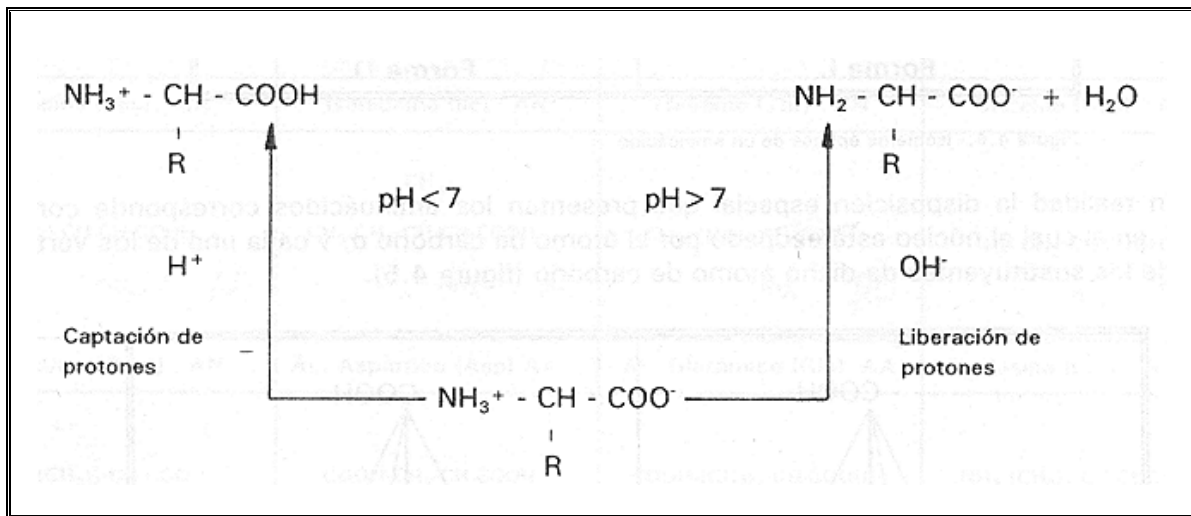


Figura 4.10.- Comportamiento anfótero de los aminoácidos en medio acuoso.

2.- ENLACE PEPTÍDICO

Es un tipo específico de enlace mediante el cual los aminoácidos se unen para formar péptidos o proteínas. Se forma al reaccionar el grupo carboxilo de uno de los aminoácidos con el grupo amino del otro, desprendiéndose una molécula de agua (figura 4.11)

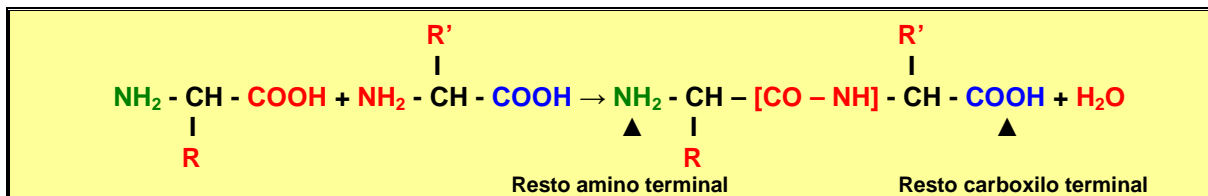


Figura 4.11.- Reacción de formación del enlace peptídico. El enlace lo forman los átomos que figuran dentro del corchete.

El enlace peptídico posee unas características que van a determinar la estructura de las proteínas que se forman:

a) Es un enlace covalente fuerte, de manera que, a todos los efectos, se comporta como un doble enlace. La distancia que existe entre el átomo de carbono carboxilo y el átomo de nitrógeno es de 1'32 Å, intermedia entre la que existe en un enlace simple **C-N** (1'49 Å) y la que existe en un enlace doble **C=N** (1'27 Å). Las distancias entre átomos de carbono α y átomos de carbono carboxilo es de 1'53 Å; entre átomos de carbono α y átomos de nitrógeno es de 1'47 Å; entre átomos de carbono carboxilo y átomos de oxígeno es de 1'24 Å y entre átomos de nitrógeno y átomos de hidrógeno es de 1'04 Å.

b) Este tipo de enlace presenta una gran rigidez que no le permite movimientos de rotación entre los átomos que participan en él. Los sustituyentes de esos átomos se van a disponer en un mismo plano para evitar interacciones entre ellos. Los enlaces entre carbono carboxilo y carbono α o entre carbono α y nitrógeno son más débiles y si tienen capacidad de rotación

c) Consecuencia de esto es que los aminoácidos, al unirse mediante enlaces peptídicos, originan péptidos cuya estructura es la de un armazón, constituido por la alternancia de nitrógeno, carbono carboxilo y carbono α , que se repite, adoptando una disposición en zig-zag en el espacio. Los sustituyentes de esos átomos se disponen alternativamente hacia uno u otro lado del plano donde ellos están situados.

En la figura 4.12, se representa la disposición en el espacio de un tripéptido y sobre ella se indican los ángulos aproximados.

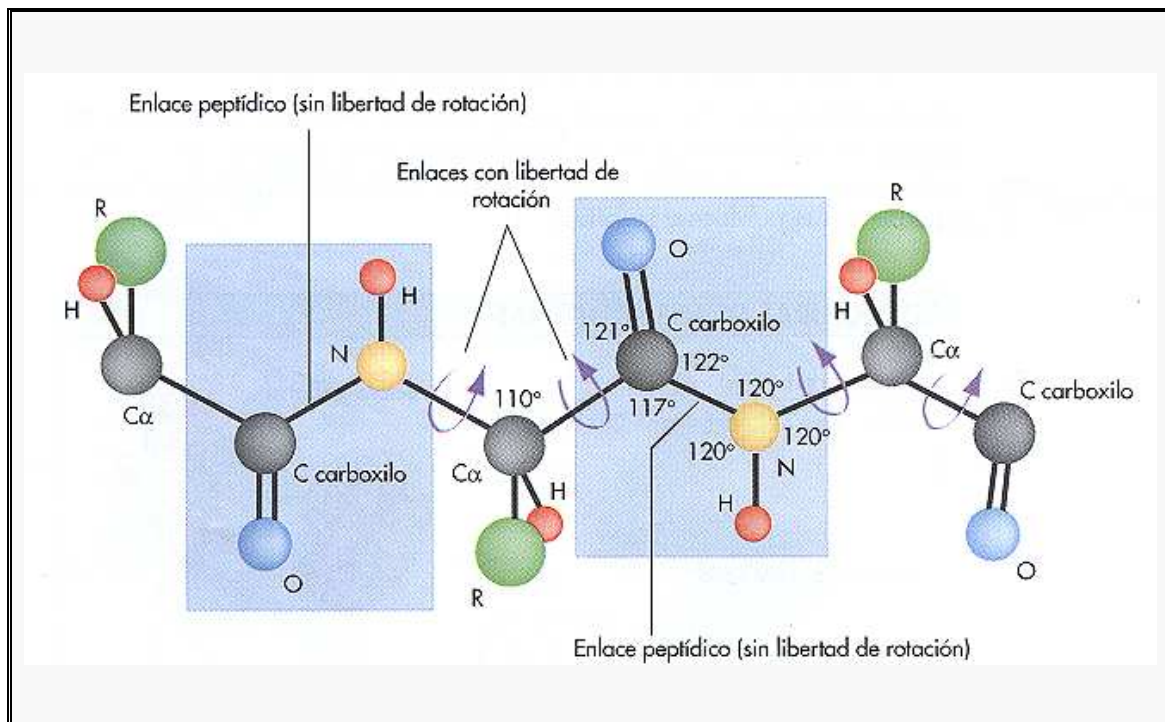


Figura 4.12.- Estructura espacial del enlace peptídico.

Los átomos que participan en el enlace peptídico (en el recuadro azul de la figura 4.12), están situados en un mismo plano, plano que no puede doblarse. Si el plano se mueve lo harán al unísono todos los átomos situados dentro de él.

En la zona del enlace peptídico en que se sitúa el átomo de oxígeno, debido a la alta electronegatividad de este, se crea un gradiente negativo, y en la zona donde se sitúa el hidrógeno se crea un gradiente positivo. Estos gradientes serán fundamentales para que se pueda estabilizar la estructura secundaria de las proteínas.

Cuando se unen dos aminoácidos mediante enlace peptídico se forma un dipéptido, cuando se unen tres un tripéptido, cuando son más de diez un polipéptido y si son más de cien una proteína. Podemos decir que las proteínas son macromoléculas constituidas por una o más cadenas polipeptídicas.

Existen péptidos naturales, como algunas vitaminas (ácido fólico y ácido pantoténico), algunas hormonas (insulina y oxitocina), algunos antibióticos como las penicilinas y algunos alcaloides como la faloidina (de la *Amanita phalloides*).

3.- ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

En las proteínas se pueden distinguir cuatro niveles de organización estructural que reciben el nombre de estructuras y son, de menos compleja a más compleja, las denominadas estructuras primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

3.1.- Estructura primaria

Es la que resulta simplemente de la sucesión de aminoácidos que se unen por enlaces peptídicos, de manera que los radicales de los distintos aminoácidos se disponen alternativamente dirigidos hacia uno u otro lado de la cadena. Esta estructura refleja el hecho de que los aminoácidos que forman esas proteínas siguen un orden determinado es la **secuencia de aminoácidos**. La secuencia es tremendamente importante porque el simple hecho de que dos aminoácidos inviertan su posición en dicha secuencia puede provocar un cambio en la funcionalidad de dicha proteína (figura 4.13).

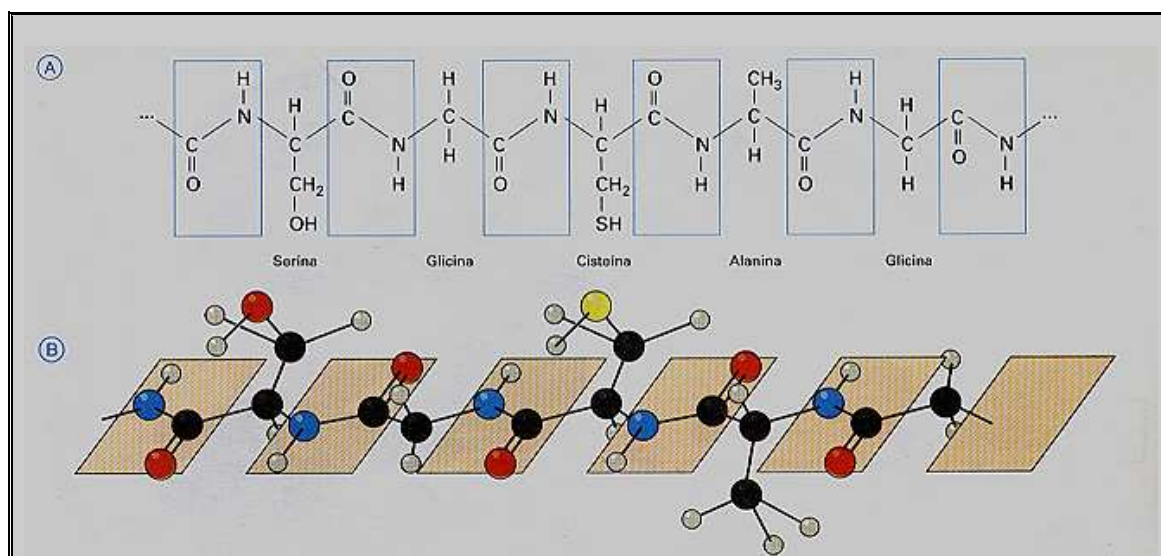


Figura 4.13.- Estructura primaria de las proteínas. **A.** Fórmula. **B.** Modelo de bolas y varillas. Los colores indican: Negro=C; azul=N; rojo=O; gris=H y amarillo=S.

3.2.- Estructura secundaria

3.2.1.- Estructura en α -hélice

Resulta de una complicación estructural de la primaria y se refiere a la disposición que adoptan en el espacio las distintas zonas de la cadena polipeptídica. La estructura en **α -hélice**, es similar a un helicoide, es decir, un tornillo de rosca dextrógira (aquel que al girar a la derecha realiza el efecto de avanzar hacia delante).

Los enlaces que permiten girar la estructura primaria son, precisamente, los que no son peptídicos. Estos giros hacen que los planos en los que se sitúan los distintos enlaces peptídicos se dispongan alrededor de un eje imaginario siguiendo una estructura helicoidal (figura 4.14).

El nombre de **α -hélice** alude a la **α -queratina**, proteína muy abundante en las células de la epidermis, que presenta esta característica estructural helicoidal. Consiste en un enrollamiento en espiral de la cadena polipeptídica sobre sí misma. Para ello, cada plano que contiene un enlace peptídico realiza un desplazamiento con respecto al anterior. Este movimiento es difícil de representar por lo que lo vamos a desdoblar en dos fases, que nos permitirán comprender cómo se forma la **α -hélice**. Estas dos fases son las siguientes:

a) En primer lugar se produce un giro de un plano con respecto al plano anterior, de la misma manera que se mueve una puerta. El ángulo de giro es de unos 100° (figura 4.14.A).

b) En segundo lugar se produce una rotación de 180° alrededor de un eje que se sitúa por encima de la parte central del plano. Este movimiento coloca dicho plano en posición invertida y más elevado con respecto al plano anterior (figura 4.14.B y C).

En realidad los dos movimientos son simultáneos. La repetición de estos giros origina la denominada estructura en **α -hélice**. La consecuencia de estos movimientos es que todos los átomos de oxígeno de los distintos enlaces peptídicos quedan orientados en el mismo sentido mientras que los átomos de hidrógeno de los distintos enlaces peptídicos se orientan en sentido contrario, esto va a permitir la formación de enlaces de hidrógeno entre el átomo de oxígeno de un plano y el de hidrógeno de otro plano de la vuelta de hélice inferior. Dichos enlaces de hidrógeno son los que van a dar estabilidad a la estructura. Si esos enlaces se rompen la estructura se desorganiza. Los radicales se disponen situados hacia el exterior de la estructura en **α -hélice** con lo que se evitan las posibles interacciones de los distintos aminoácidos. Se ha comprobado que en cada vuelta de esa estructura helicoidal hay 3,6 aminoácidos y que el paso de vuelta tiene un longitud de 5,4 Å.

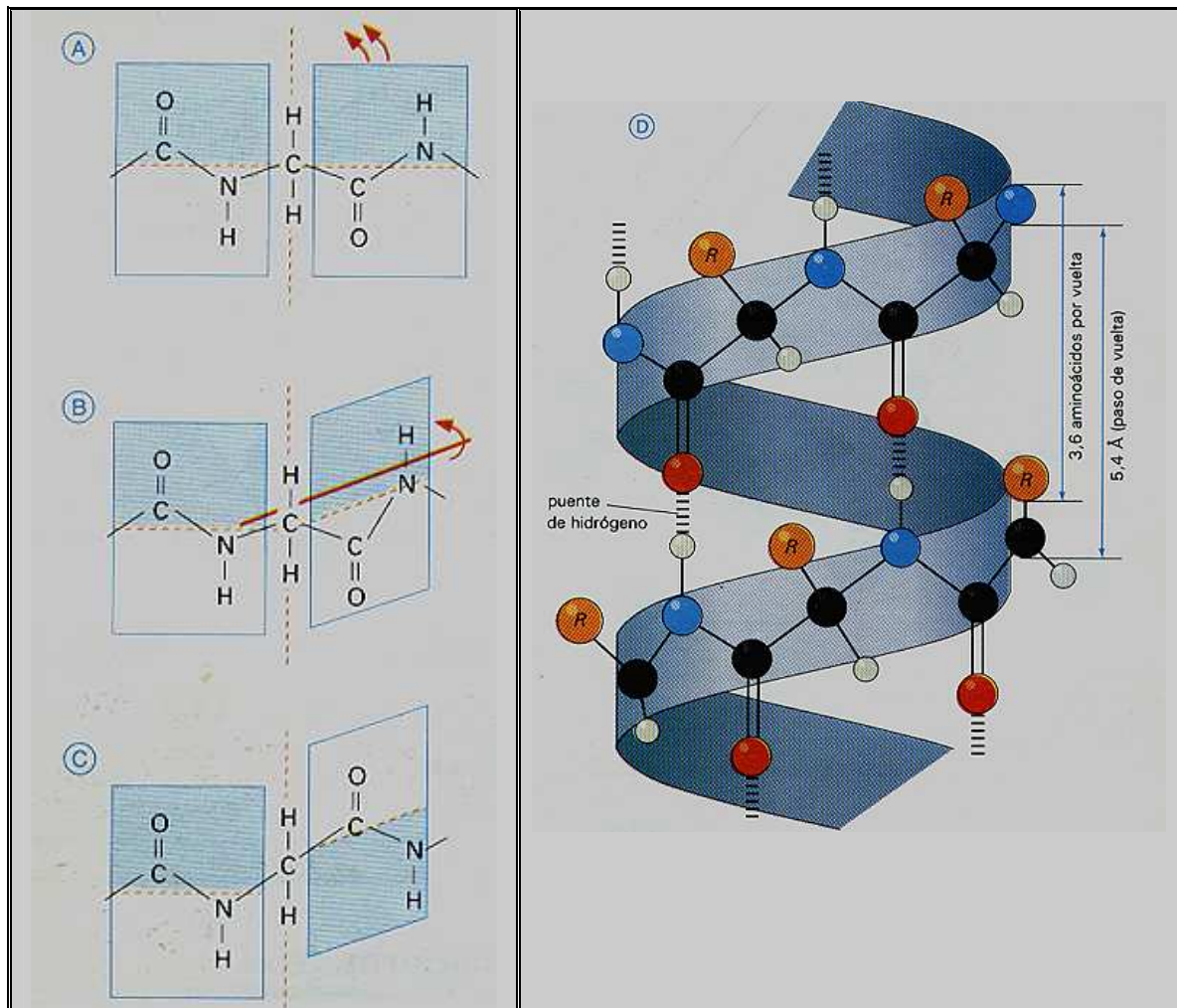


Figura 4.14.- Formación de la estructura en **α -hélice**. A, B y C. Rotaciones de los aminoácidos para formar la **α -hélice**. D. Esquema de la estructura en **α -hélice**.

3.2.2.- Estructura en β o en hoja plegada

La estructura primaria puede adoptar otras disposiciones. Una de ellas es la llamada **β** o en **hoja plegada**, en la que los aminoácidos forman una *hélice* tan extendida que recuerda un zig-zag, debido a que no existe ningún puente de hidrógeno entre ellos. En esta estructura, los radicales de los distintos aminoácidos se disponen por encima o por debajo del plano de la **hoja plegada** (figura 4.15). La estabilidad de esta estructura es bastante precaria, sin embargo

se consigue cuando varios segmentos de la misma cadena polipeptídica se asocian mediante puentes de hidrógeno (figura 4.16).

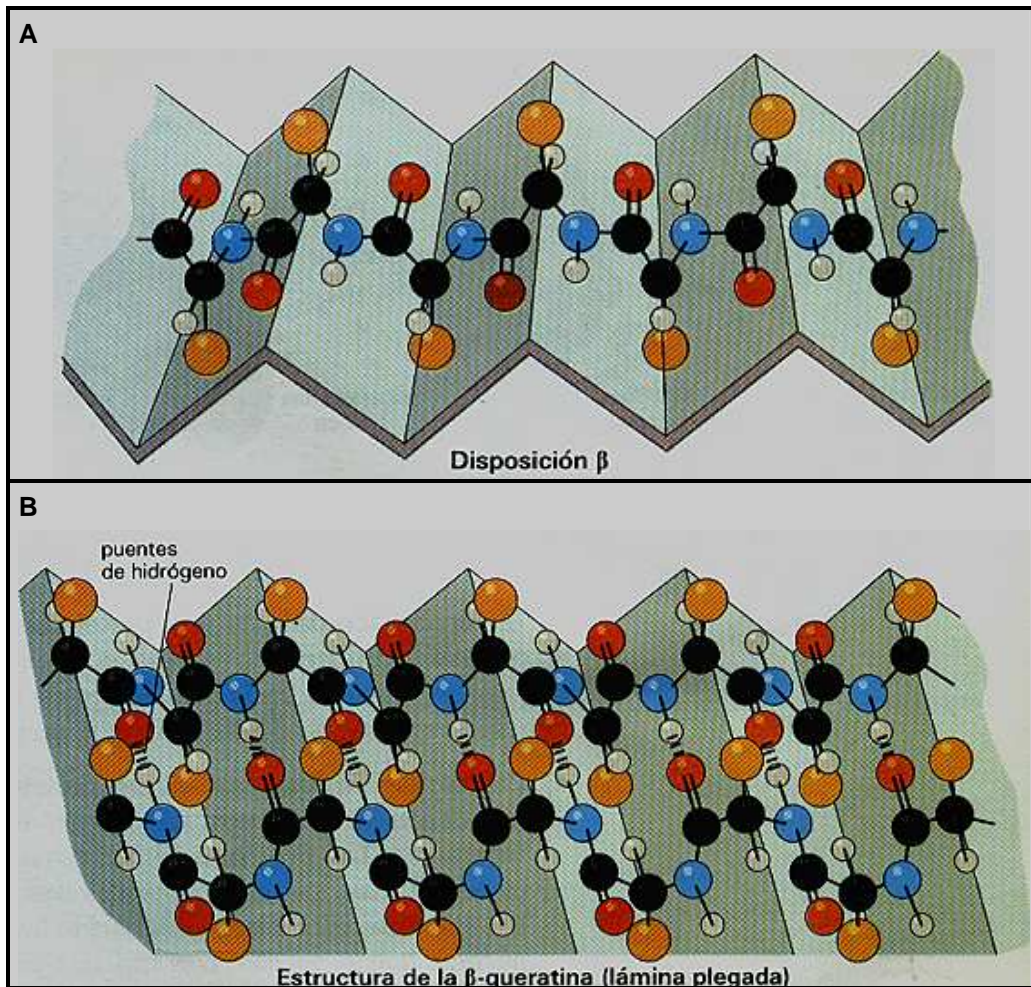


Figura 4.15.- Estructura secundaria en β u *hoja plegada*. **A.** Una sola cadena en estructura β . **B.** Enlaces de hidrógeno entre aminoácidos de distintos tramos de la cadena.

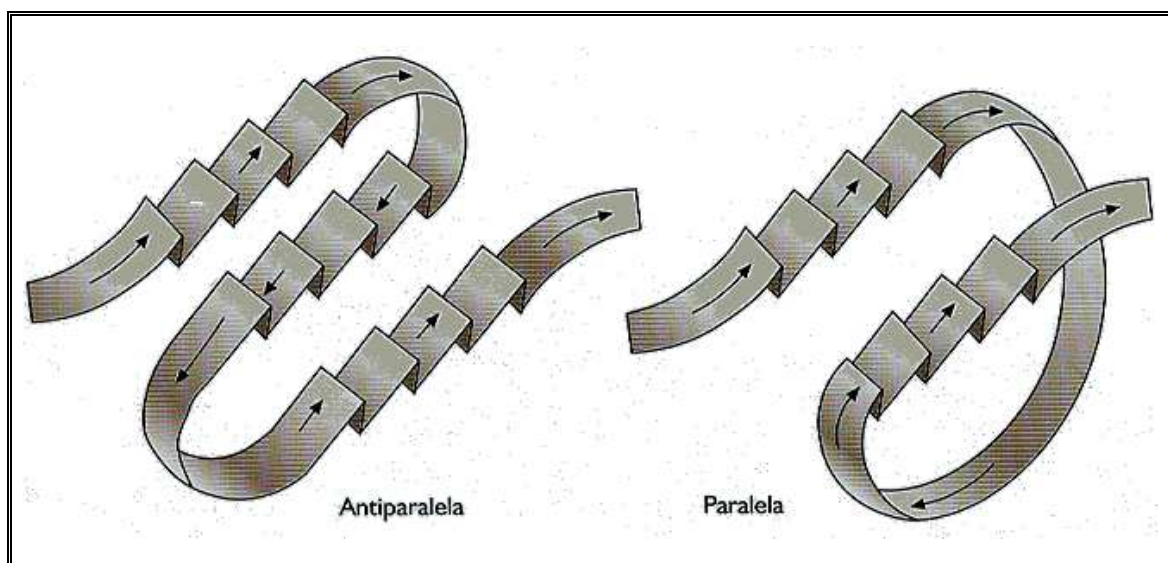


Figura 4.16.- Las dos posibles disposiciones de la lámina plegada al replegarse en el espacio, entre los distintos tramos se formarán enlaces de hidrógeno.

Presentan este tipo de estructura algunas proteínas entre las que se puede citar la fibroína de la seda.

3.2.3.- Hélice de colágeno

Existe un tercer tipo de estructura secundaria que es la denominada **hélice de colágeno**. Recibe este nombre por ser característica de esta proteína (el colágeno es una proteína propia de los tejidos conjuntivos, cartilaginosos y óseos).

Esta estructura es debida a que el colágeno presenta, en su composición, un número elevado de restos de glicocola, prolina e hidroxiprolina. Los dos últimos tienen unos radicales complejos que impide que se pueda formar una estructura en α -**hélice**, por lo que aparece una **hélice** más extendida, pero no tanto como la de la estructura en β , que se va a llamar **hélice de colágeno**. La estabilidad de esta estructura se consigue cuando tres **hélices de colágeno** se unen para construir una **superhélice**, asociación que es posible por la abundancia de glicocola, la cual debido a su pequeño radical (un átomo de hidrógeno) permite que se asocien tres cadenas polipeptídicas constituyendo la **superhélice** (figura 4.17). Ninguna otra proteína presenta estructura semejante.

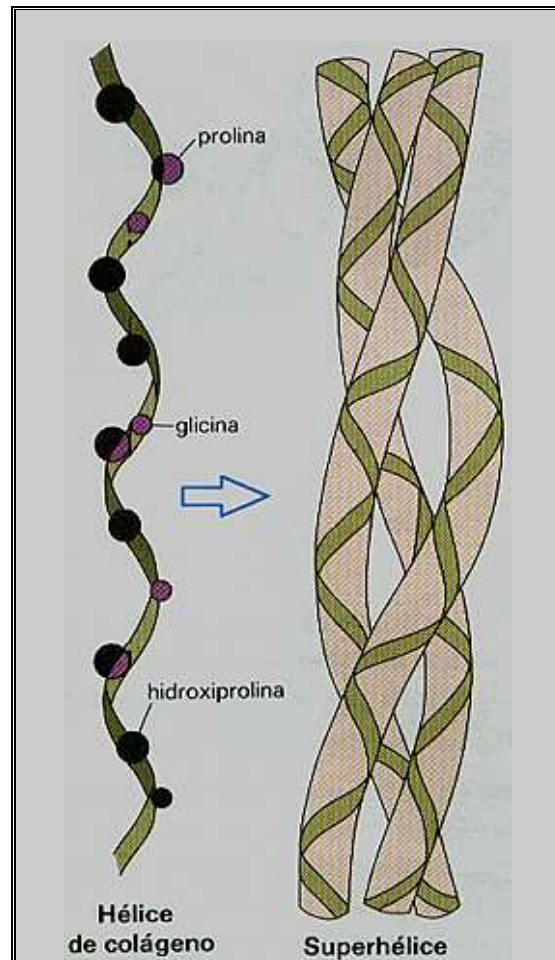


Figura 4.17.- Estructuras secundaria (hélice) y terciaria (superhélice) del colágeno.

3.3.- Estructura terciaria

Nos va a suministrar información sobre la disposición que adopta la estructura secundaria en el espacio y, por lo tanto, del tipo de **conformación** que dicha proteína posee. Hay dos tipos fundamentales de **conformación**: **Filamentosa** y **Globular**.

3.3.1.- Conformación filamentosa

Es aquella en la que las proteínas mantienen su estructura secundaria alargada que sólo se retuerce ligeramente. Las proteínas que adoptan esta conformación son insolubles en agua y en disoluciones salinas, las más conocidas son la queratina y el colágeno. En el caso de las queratinas la estructura terciaria resultará de la unión de dos o más cadenas y en el caso del colágeno resultará de la asociación de tres **hélices de colágeno** (ver superhélice del colágeno de la figura 4.17).

3.3.2.- Conformación globular

Este tipo de conformación es un poco más complicada ya que las proteínas que la presentan se pliegan en el espacio adoptando formas que en ocasiones parecen esferas (de ahí el nombre de conformación globular) (figura 4.18). Las proteínas que adoptan esta estructura son solubles en agua y en disoluciones salinas, además, difunden con mucha facilidad en estos medios, lo que les permite realizar una serie de funciones importantes, como son el transporte de sustancias, las enzimáticas o las hormonales.

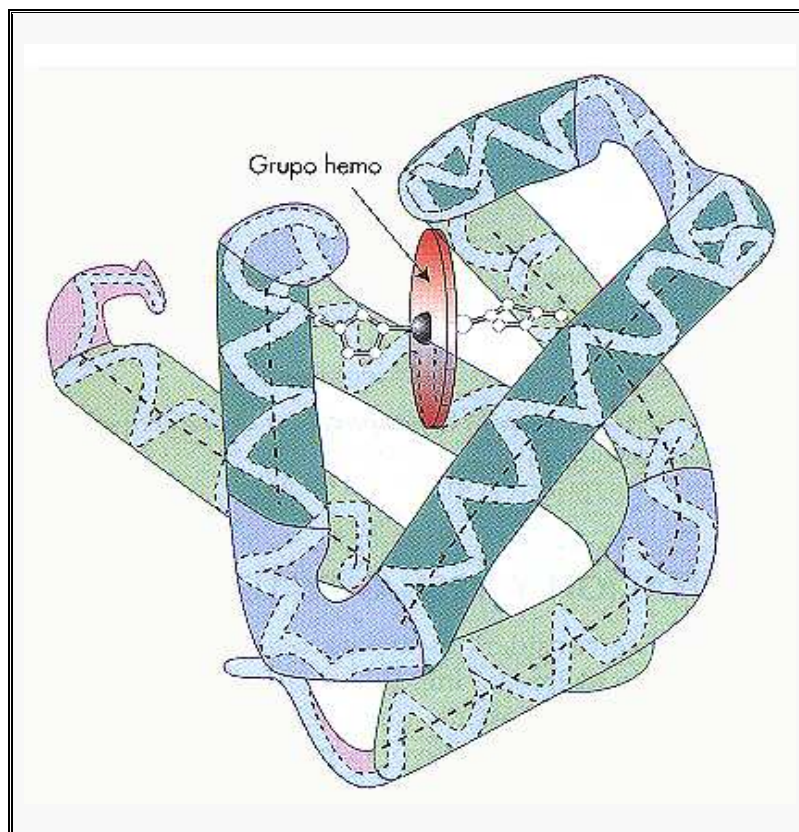


Figura 4.18.- Estructura terciaria de las proteínas. Conformación globular de la mioglobina. Los tramos rectos presentan estructura en α -hélice y los codos estructura en β o de *hoja plegada*.

En este tipo de configuración se observa que, generalmente, los tramos rectos presentan estructura en α -hélice, mientras que los codos (zonas por donde se pliega la estructura) presentan estructuras de tipo β o de *hoja plegada*. La conformación globular se mantiene estable gracias a que entre distintos tramos de la misma proteína se establecen enlaces bien fuertes, de tipo covalente (mediante puentes disulfuro), o bien débiles (mediante puentes de hidrógeno, fuerzas de **Van der Waals**, interacciones iónicas o interacciones hidrofóbicas) (figura 4.19).

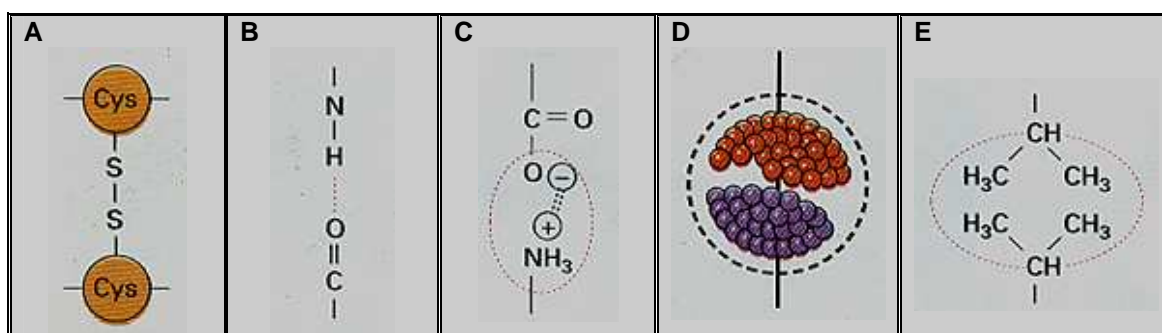


Figura 4.19.- Tipos de enlaces que estabilizan la estructura terciaria de las proteínas: **A.** Puente disulfuro entre dos moléculas de cisteína. **B.** Enlace de hidrógeno. **C.** Interacción iónica. **D.** Fuerzas de Van der Waals. **E.** Interacción hidrofóbica.

Se ha observado, en distintos tipos de proteínas globulares, que existen combinaciones en α -hélice y en β que se repiten con mucha frecuencia, a estas combinaciones se les denominó **dominios estructurales** y, desde un punto de vista evolutivo, parece ser que estos son moldes, de alta eficacia biológica, que han servido para construir diferentes tipos de proteínas.

Existen más proteínas de conformación globular que de conformación filamentosa.

3.4.- Estructura cuaternaria

Representa el mayor grado de complejidad estructural de las proteínas, y nos suministra información sobre la unión, mediante enlaces débiles (no covalentes), de varias cadenas peptídicas, que pueden ser idénticas o no, para formar un complejo proteico. Cada una de las cadenas que se unen recibe el nombre de **protómero**. Según el número de **protómeros** que se asocian las proteínas reciben el nombre de **dímeros (2)**, **trímeros (3)**, **tetrámeros (4)**, etc. El ejemplo característico es el de la hemoglobina que es un **tetrámero** constituido por cuatro cadenas proteicas, iguales dos a dos (dos de esas cadenas son α y dos β). Cada una de esas cuatro cadenas consta de una porción proteica y otra prostética que, en este caso, es un grupo funcional llamado **grupo hemo**, éste contiene un átomo de hierro con capacidad de oxidarse y reducirse captando o cediendo oxígeno respectivamente (figura 4.19).

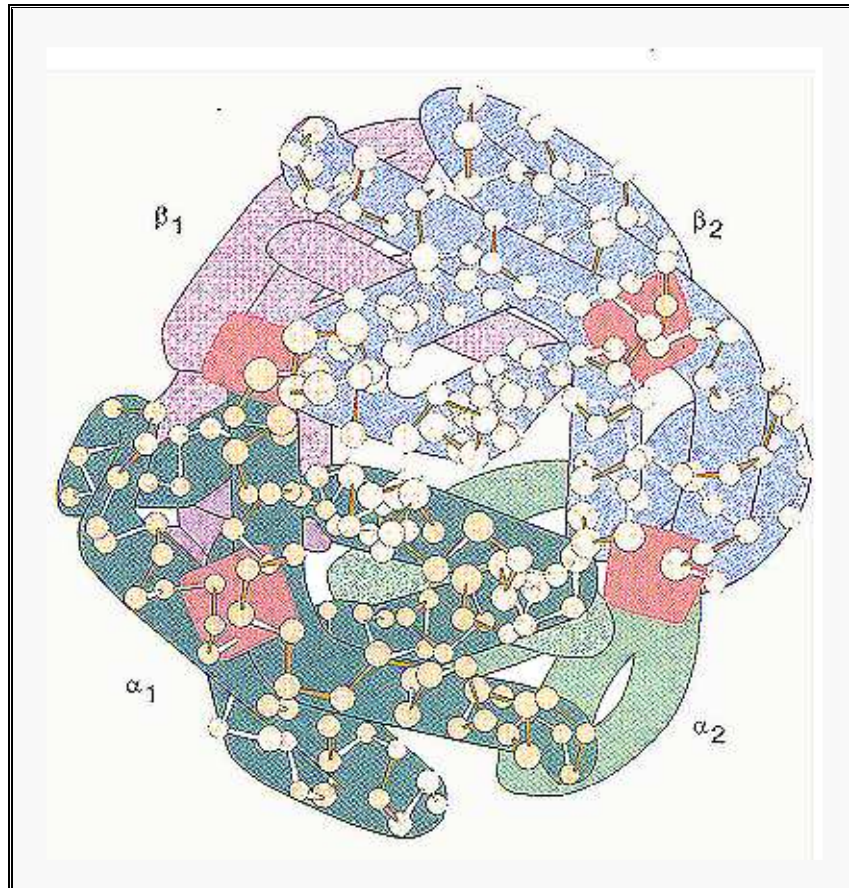


Figura 4.19.- Estructura cuaternaria de la hemoglobina. Los recuadros rojos son los grupos hemo.

4.- PROPIEDADES DE LAS HOLOPROTEÍNAS

Las propiedades de las proteínas dependen, sobre todo, de los radicales libres que presentan, ya que son estos los que sobresalen de la molécula y tienen capacidad de reaccionar con otras moléculas. Al conjunto de aminoácidos de una proteína cuyos radicales poseen capacidades reactivas se les denomina **centro activo** de dicha proteína.

Las principales propiedades de las proteínas son: **Solubilidad, desnaturalización, especificidad y capacidad amortiguadora.**

4.1.- Solubilidad

Las proteínas globulares, que tienen un elevado peso molecular, se disuelven pero originan dispersiones coloidales. La solubilidad depende en este caso de los radicales libres. En este tipo de proteínas, los aminoácidos no polares se suelen situar en el interior de la

estructura mientras que los polares quedan en el exterior, son los radicales de estos últimos los que pueden establecer **enlaces de hidrógeno** con las moléculas de agua y, de esta manera, la proteína queda cubierta de una capa de moléculas de agua que impiden que se pueda unir con otras moléculas proteicas ya que si así lo hiciera precipitaría. Es un fenómeno típico de solvatación.

Las proteínas filamentosas no son solubles debido a su estructura alargada, ya que no se recubren totalmente de agua y sus moléculas pueden reaccionar entre sí precipitando.

4.2.- Desnaturalización

Es un proceso que sufren las proteínas cuando se les somete a **alteraciones del pH, a variaciones de temperatura, a cambios de concentración o a agitación molecular**. Con la desnaturalización se altera la estructura terciaria de la proteína de forma que los enlaces que mantenían la configuración globular se rompen, adoptando la proteína una configuración filamentosas, por lo que desaparece su solubilidad. La desnaturalización no afecta en ningún caso a los enlaces peptídicos y puede darse el caso de que, al recuperarse las condiciones originales, la proteína se renaturalice. Un ejemplo de desnaturalización es el de la leche que se corta debido a la caseína.

Al alterarse la conformación de la proteína se van a alterar los centros activos de esta, por lo que **la desnaturalización afecta siempre a la funcionalidad** de dicha proteína, de hecho se puede afirmar que **la desnaturalización proteica no es mas que una pérdida de su capacidad funcional a consecuencia de un cambio producido en su conformación terciaria**. En el caso de las enzimas la desnaturalización conlleva una pérdida de sus propiedades catalizadoras.

4.3.- Especificidad

Las proteínas presentan sectores estables y variables, en estos últimos puede ocurrir que uno o varios aminoácidos sean sustituidos por otros sin que se altere la funcionalidad de la molécula proteica. Esto ha originado, a lo largo del proceso evolutivo, una gran variabilidad de moléculas proteicas, lo que permite que cada especie tenga unas proteínas propias, incluso se da el hecho de que en individuos de la misma especie se observa distinta composición de sus proteínas. Las diferencias entre las proteínas homólogas serán tanto mayores cuanto más alejadas evolutivamente sean las especies que las presentan y viceversa. En la figura 4.20 se muestran las diferencias entre moléculas de insulina de distintas especies.



Figura 4.20.- Esquema de una molécula de insulina con sus dos cadenas A y B y diferencias entre distintas especies respecto a los aminoácidos marcados en rojo. El resto son iguales.

4.4.- Capacidad amortiguadora

Las proteínas son **anfóteras**, es decir, pueden comportarse como ácidos o como bases.

5.- CLASIFICACIÓN DE LAS HOLOPROTEÍNAS

5.1.- Proteínas globulares

Son solubles en agua y en disolventes polares. Las principales se muestran en la tabla de la figura 4.21.

HOLOPROTEÍNAS GLOBULARES			
Tipo	PM aprox. (en miles)	Características	Ejemplos de localización
Protaminas	5	Básicas, no coagulan por calor.	Asociadas al ADN en los espermatozoides.
Histonas	10 a 20	Básicas.	Asociadas al ADN en el núcleo de las células.
Prolaminas	<40	Insolubles en agua, ricas en prolina.	En semillas de vegetales del trigo, maíz o cebada.
Albúminas	30 a 100	Funciones de reserva.	En sangre, leche, huevos,
Globulinas	100 a 1000	Solubles en disoluciones salinas, algunas en agua.	Anticuerpos.

Figura 4.21.- Proteínas globulares.

5.2.- Filamentosas

Son insolubles tanto en agua como en disoluciones polares. Las principales se muestran en la tabla de la figura 4.22.

HOLOPROTEÍNAS FILAMENTOSAS		
Tipo	Características	Ejemplos de localización
Colágenos	Se utiliza su insolubilidad para el curtido de pieles. Fabricación de gelatinas de interés alimentario.	Tejidos conectivos, óseo conjuntivo, cartilaginoso.
Queratinas	Ricas en Cisteína	Formaciones epidérmicas como cabello, uñas, lana, etc.
Elastinas	Elásticas. No originan gelatinas.	Tendones, vasos sanguíneos.
Fibroína	Resistencia mecánica.	Seda.

Figura 4.22.- Proteínas filamentosas.

6.- CLASIFICACIÓN DE LAS HETEROPROTEÍNAS

Son proteínas en cuya composición intervienen dos tipos diferentes de moléculas, un grupo proteico y uno no proteico llamado grupo prostético (este puede ser de muy variada composición).

El grupo prostético se utiliza con carácter sistemático. En función del cual sea el grupo prostético se establece la clasificación la que se recoge en la tabla de la figura 4.23.

HETEROPROTEÍNAS		
Cromoproteínas	Porfirínicas	Hemoglobina
		Mioglobina
	No porfirínicas	Hemocianina
		Hemeritina
Glucoproteínas	Hormonas (FSH, LH), glucoproteínas de membrana.	
Lipoproteínas	Lipoproteínas sanguíneas.	
Fosfoproteínas	Caseína, vitelina.	
Nucleoproteínas	Asociación ADN-histonas.	

Figura 4.22.- Heteroproteínas.

6.1.- Cromoproteínas

Se caracterizan por poseer un grupo prostético que es una sustancia coloreada, por esto también se les llama pigmentos.

6.1.1.- Porfirínicas

Se caracterizan porque su grupo prostético es un **anillo tetrapirrólico** denominado porfirina. Dicho grupo prostético está formado por cuatro anillos de pirrol que se unen entre sí por medio de puentes metilénicos, lo que origina una estructura cerrada. A los átomos de nitrógeno de los pirroles se une un catión metálico que ocupa el centro de la estructura porfirínica y que le da estabilidad. Dependiendo del ion que ocupe su núcleo se forman distintas moléculas como Hemoglobina y mioglobina llevan Fe^{2+} ; la clorofila lleva Mg^{2+} (no es proteína); los citocromos también contienen hierro que puede pasar de Fe^{2+} a Fe^{3+} y viceversa, se utilizan en reacciones de oxido-reducción de procesos metabólicos importantes (respiración aerobia y la fase luminosa de la fotosíntesis); las peroxidasas o las catalasas enzimas que también llevan hierro o la vitamina B_{12} que lleva Co^{2+} , etc.

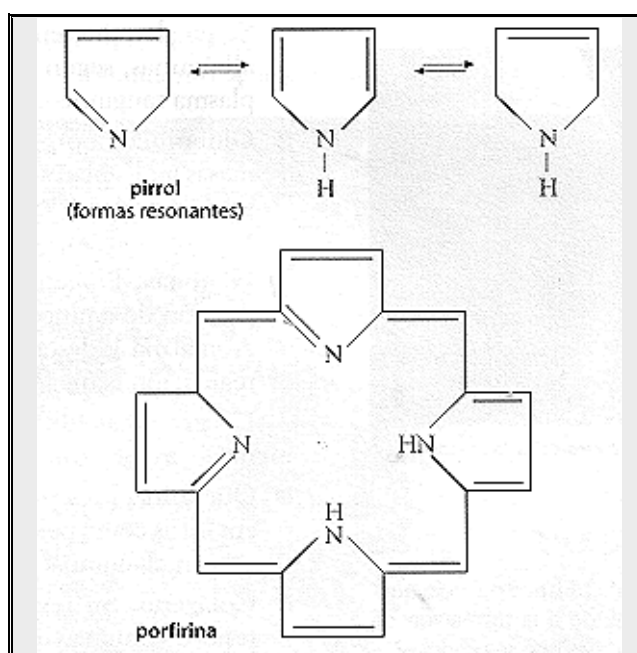


Figura 4.23.- Anillo tetrapirrólico de la porfirina.

6.1.2.- No porfirínicas.

Son pigmentos de tipo respiratorio. Entre ellas debemos citar la **hemocianina**, pigmento respiratorio de los crustáceos y moluscos en cuya estructura aparece cobre, y la **hemeritrina**, pigmento respiratorio de los anélidos marinos o poliquetos en cuya estructura aparece hierro. También hay que citar a la **rodopsina**, presente en las células de la retina e imprescindible para la visión ya que es la molécula que capta la luz.

6.2.- Glucoproteínas

Constituyen un grupo de proteínas que se caracterizan porque su grupo prostético contiene moléculas de glúcidos (glucosa, galactosa, etc). La unión entre la porción glucídica y la proteica se hace por un enlace covalente.

A este grupo pertenecen moléculas interesantes por su funcionalidad dentro de nuestro organismo como son hormonas, **FSH** (hormona folículo estimulante), **TSH** (hormona estimulante del tiroides) y **LH** (hormona luteizante).

Una característica de las glucoproteínas es que la porción glucídica suele presentar gran heterogeneidad, lo que implica cierta variedad entre los individuos, por ejemplo los grupos sanguíneos son debidos a glucoproteínas de membranas de los eritrocitos.

6.3.- Lipoproteínas

Son moléculas cuyo grupo prostético está constituido por ácidos grasos, suelen aparecer en las membranas plasmáticas de las células. Un grupo de lipoproteínas sanguíneas se encargan del transporte de lípidos desde el intestino, lugar de absorción, hasta los diferentes tejidos.

6.4.- Fosfoproteínas

El grupo prostético es el fosfórico (H_3PO_4). Citaremos la caseína de la leche.

6.5.- Nucleoproteínas

El grupo prostético es un ácido nucleico. Las asociaciones de proteínas básicas con el ADN pertenecen a este tipo.

7.- FUNCIONES DE LA PROTEÍNAS

Las principales funciones que de las proteínas se recogen en la tabla de la figura 4.24.

FUNCIONES DE LAS PROTEÍNAS	
FUNCIÓN	EJEMPLOS
Estructural	Glucoproteínas de membrana, queratinas, colágeno, etc..
Transporte de sustancias	Permeasas, hemoglobina, lipoproteínas sanguíneas.
Enzimática	Un número alto de proteínas tienen función biocatalizadora.
Hormonal	Insulina, tiroxina, hormona del crecimiento etc...
Defensa	Inmunoglobulinas.
Contractibilidad	Actina y miosina.
Reserva	Ovoalbúmina, caseína, etc.

Figura 4.24.- Funciones de las proteínas.

EJERCICIOS PROPUESTOS EN LAS PRUEBAS DE ACCESO (P.A.U.)

PROTEÍNAS

1ª.- ¿Cuáles son las unidades estructurales de las proteínas? [0'2]. Escriba su fórmula general [0'2]. Atendiendo a la variedad de radicales cite cuatro tipos de dichas unidades estructurales [0'6]. Enumere cinco funciones de las proteínas y ponga un ejemplo de cada una de ellas [1]. (2007).

2ª.- Defina la estructura primaria de las proteínas, indique qué tipo de enlace la caracteriza y nombre los grupos químicos que participan en el mismo [0'9]. Explique qué se entiende por desnaturalización de una proteína [0'5] y nombre los orgánulos que están implicados en su síntesis y empaquetamiento [0'6]. (2007)

2ª'.- Defina la estructura primaria de las proteínas [0'5], indique qué tipo de enlace la caracteriza [0'25] y nombre los grupos químicos que participan en el mismo [0'25]. Explique qué se entiende por desnaturalización de una proteína [0'5] y nombre los orgánulos que están implicados en su síntesis y empaquetamiento [0'5]. (2005, 2009). **En 2009 se reformula y se modifican las puntuaciones parciales.**

Defina la estructura primaria de las proteínas [0'25], indique qué tipo de enlace la caracteriza [0'25] y nombre los grupos químicos que participan en el mismo [0'25]. Explique qué se entiende por desnaturalización de una proteína [0'25] y nombre los orgánulos que están implicados en su síntesis y **maduración [0'6] y cite dos funciones de las proteínas [0'4]**.

2ª''.- Defina la estructura primaria de las proteínas [0'5], represente el enlace que la caracteriza indicando los grupos químicos que participan en el mismo [0'5]. ¿Qué se entiende por desnaturalización de una proteína? [0'5]. ¿Qué orgánulos están implicados en la síntesis y empaquetamiento de las proteínas [0'5]. (2006)

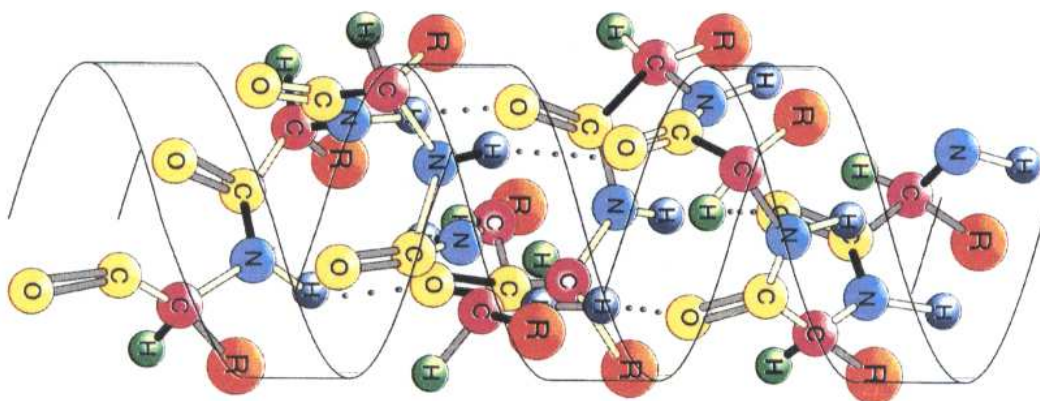
3ª.- Nombre [0'5] y describa los tipos de estructura secundaria en las proteínas [1'5]. (2007).

4ª.- ¿Conserva su poder nutritivo una proteína desnaturalizada? Razone la respuesta [1]. (2007).

5ª.- En relación con la figura adjunta, conteste las siguientes cuestiones:

a) Identifique la macromolécula que representa [0'2]. Indique cuáles son sus componentes esenciales [0'2] y describa el enlace que se establece entre ellos [0'3] citando las características del mismo [0'3].

b) Nombre y describa la estructura espacial de la macromolécula representada [0'5]. Cite alguna otra estructura espacial de mayor complejidad que pueda adoptar la misma macromolécula [0'1] y descríbala [0'4]. (2004)



6ª.- Defina qué son los aminoácidos [0'25], escriba su fórmula general [0'25] y clasifíquelos en función de sus radicales [0'5]. Describa el enlace peptídico como característico de la estructura de las proteínas [0'5]. (2002, 2004, 2010). **En el año 2004 se modifican las puntuaciones parciales, puntuándose [0'4], [0'4], [0'6] y [0'6] respectivamente. En el año 2010 se modifican las puntuaciones parciales y formulándose la pregunta de la siguiente manera:** "Defina qué son los aminoácidos [0'4], escriba su fórmula general [0'3] y clasifíquelos en función de sus radicales [0'6]. Describa el enlace peptídico como característico de la estructura de las proteínas [0'3]. Cite cuatro funciones de las proteínas [0'4]".

7ª.- Explique brevemente la función estructural, catalítica, transportadora y de reconocimiento celular de las proteínas [2]. (2004).

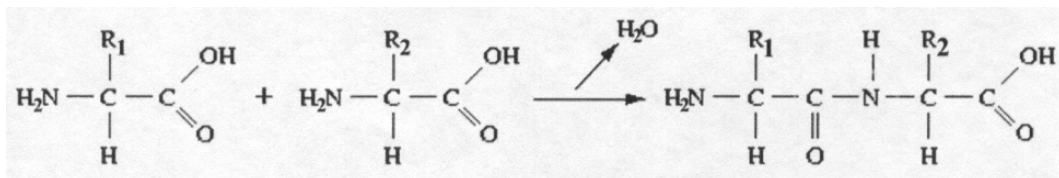
8ª.- La α -queratina es una proteína presente en la piel de mamíferos y en sus derivados como uñas y pelos, siendo responsable en gran medida de los rizos naturales del cabello. Los "moldeados" son tratamientos capilares que modifican el aspecto natural del cabello haciendo desaparecer rizos naturales y provocando la aparición de otros supuestamente más estéticos. Explique razonadamente la probable actuación de los moldeadores sobre las α -queratinas capilares [1]. (2005).

9ª.- Cite cuatro de las funciones más relevantes de las proteínas [0'4] y explique dos de ellas [1'2], ilustrando cada explicación con un ejemplo [0'4]. (2005)

10ª.- Explique en qué consiste la desnaturalización proteica [0'5]. Indique qué tipos de enlaces se conservan y cuáles se ven afectados [0'5]. ¿Qué factores provocan la desnaturalización? [0'5]. (2002, 2005). **En 2005 se modifican las puntuaciones parciales, siendo estas [0'6], [0'7] y [0'7] respectivamente.**

11ª.- Describa la estructura terciaria [0'75] y cuaternaria [0'75] de las proteínas haciendo especial hincapié en los enlaces y las fuerzas que las estabilizan. (2003, 2006). **En 2006 valora el total de la pregunta con [2].**

12ª.- A la vista de la imagen adjunta, responda las siguientes cuestiones:



a) Qué tipo de biomoléculas están representadas en la primera parte de la ecuación? [0'1]. ¿Cuáles son sus principales características? [0'4]. Qué representan R_1 y R_2 ? [0'1]. ¿Qué nombre recibe el enlace que se produce? [0'2]. Indique la procedencia de los átomos de hidrógeno y de oxígeno de la molécula de agua que se libera en la reacción [0'2].

b) ¿Qué nombre recibe la molécula resultante del esquema [0'1]. ¿Qué orgánulo está implicado en la formación de este enlace? [0'2]. ¿Qué nombre reciben las moléculas formadas por gran cantidad de monómeros unidos por enlaces de este tipo? [0'1]. Enumere tres de sus funciones [0'6]. (2006, 2009). **En 2009 se reformula de la siguiente manera:**

A la vista del esquema, que representa una reacción biológica, responda razonadamente las siguientes cuestiones.

a) Qué tipo de biomoléculas están representadas en la primera parte de la reacción? [0'1]. ¿Cuáles son las características estructurales de esas biomoléculas? [0'5]. ¿Qué nombre recibe el enlace que se produce? [0'1]. Cite tres características de este enlace [0'3].

b) ¿Qué nombre recibe la molécula resultante? [0'1]. ¿Qué nombre reciben las moléculas biológicas formadas por gran cantidad de monómeros unidos por enlaces de este tipo? [0'1]. Enumere cinco de sus funciones [0'5]. ¿Qué representan R_1 y R_2 ? [0'1]. Señale la procedencia de los átomos de H y de O de la molécula de H_2O que se libera en la reacción [0'2].

13^a.- Características [1] y propiedades del enlace peptídico [0'5]. (2001)

14^a.- En relación con las proteínas indique: ¿Cómo se define la estructura primaria de una proteína?, ¿qué tipo de enlace la caracteriza?, y ¿qué grupos químicos participan en el enlace? [0'6]. ¿Qué se entiende por desnaturalización de una proteína? [0'5]. ¿Qué orgánulos están implicados en la síntesis y empaquetamiento de las proteínas? [0'4]. (2001).

15^a.- Describa el proceso de desnaturalización [1] y renaturalización [0'5] de macromoléculas. (2001).

16^a.- Analice la estructura secundaria [0'75] y terciaria [0'75] de las proteínas haciendo especial hincapié en las fuerzas que las mantienen. (2002).

17^a.- Describa cinco funciones desempeñadas por las proteínas en los seres vivos [1'5]. (2002).

18^a.- Enumere [0'3] y describa [1'2] los tipos de estructura secundaria de las proteínas. (2002).

19^a.- Indique cuáles son las diferencias entre hidrólisis y desnaturalización de proteínas [0'5], enumerando los enlaces que se rompen en cada caso y los productos de ambos procesos [0'8]. Cite un agente que pueda hidrolizar y otro que pueda desnaturalizar las proteínas [0'2]. (2003).

20^a.- Defina el término proteína [0'25] y describa su estructura primaria [0'5] y secundaria [0'75] haciendo especial hincapié en las fuerzas que las mantienen. (2003).

21^a.- Enumere [0'5] y describa cinco funciones de las proteínas ilustrando cada una con un ejemplo [1]. (2003)

22^a.- A la vista de la imagen, conteste las siguientes cuestiones:

a) ¿Qué tipo de molécula o macromolécula le sugiere la figura adjunta? [0'25]. ¿Qué estructura representa? [0'25]. ¿Qué tipos de enlaces estabilizan el entramado molecular que se observa en la figura? [0'5].

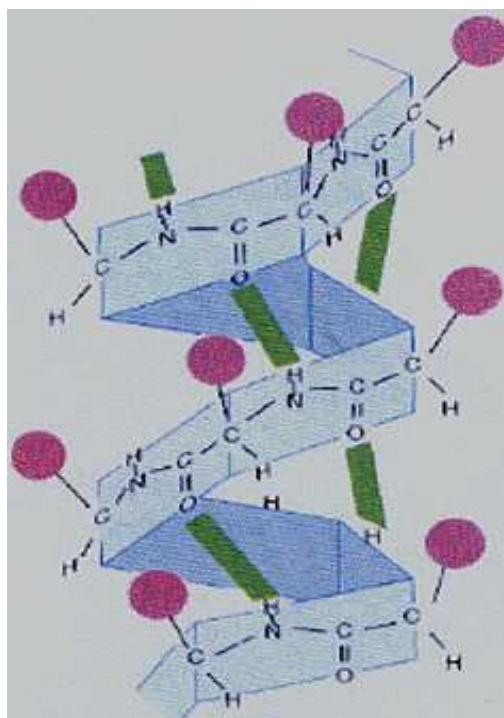
b) ¿Qué otro tipo de estructura del mismo nivel de complejidad conoce? [0'2]. Analice las características de cada una de ellas [0'8]. (2003)

23^a.- Describa los distintos niveles estructurales de las proteínas indicando los tipos de enlaces, interacciones y fuerzas que las estabilizan [1'5]. Explique en qué consiste la desnaturalización y la renaturalización de las proteínas [0'5]. (2008).

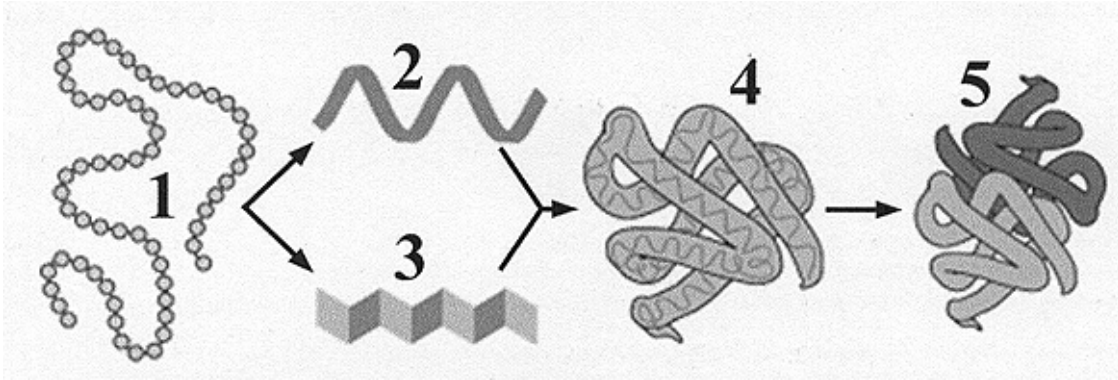
24^a.- ¿Cómo se puede explicar que una célula típica de nuestro cuerpo posea unas 10000 clases diferentes de proteínas si el número de aminoácidos distintos es solamente de 20? Razone la respuesta [1]. (2008).

25^a.- El colágeno es una proteína de aspecto blanquecino que forma parte de estructuras resistentes como los tendones. Al hervir el colágeno se obtiene gelatina que es un sustancia muy blanda. Explique razonadamente la causa de este cambio [1]. (2008).

26^a.- Defina proteína [0'4]. Explique mediante un ejemplo las funciones estructural, de transporte, protectora y contráctil de las proteínas [1'6]. (2010).



27ª.- En relación con la figura adjunta, responda las siguientes preguntas:



a).- ¿Qué representa la figura en su conjunto? [0'2]. Indique el tipo de estructura señalado con el número 1, el tipo de monómeros que la forman y el enlace que la caracteriza [0'4]. Nombre las estructuras señaladas con los números 2, 3, 4, y 5 [0'4].

b).- Describa los cambios fundamentales que ocurren desde 1 hasta 5 [0'7]. ¿Cómo afectan los cambios de pH y de temperatura a estas estructuras? [0'3]. (2008).

28ª.- Cuando se fríe o cuece la clara de un huevo cambia su aspecto y consistencia. Proponga una explicación razonada para dichos cambios y justifique por qué se podrían desencadenar cambios semejantes con unas gotas de ácido clorhídrico [1]. (2009).

29ª.- Describa los dos modelos más comunes de la estructura secundaria de las proteínas [1]. Describa la estructura terciaria de las proteínas [0'5]. Explique dos enlaces débiles que intervengan en el mantenimiento de estas estructuras [0'5]. (2010).

30ª.- Defina proteína [0'4] y nombre cinco de sus funciones biológicas [0'5]. Describa la estructura terciaria de una proteína indicando dos enlaces o interacciones que la estabilizan [0'5]. Explique en qué consiste la desnaturalización y renaturalización de las proteínas [0'4]. Indique los enlaces que permanecen tras el proceso de desnaturalización [0'2]. (2011).