

BIOLOGÍA

2º BACHILLERATO
Proteínas

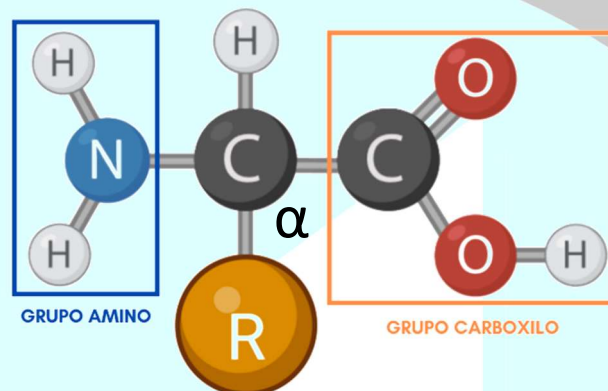
www.tipsacademy.es

TEMA 4 PROTEÍNAS

Las proteínas son biomoléculas compuestas básicamente por C, O, H y N. Se encuentran en todas las células de los seres vivos donde realizan diferentes funciones biológicas muy importantes. Son polímeros lineales en los que las unidades monoméricas son los **aminoácidos**. Las cadenas se pliegan en una notable diversidad de formas tridimensionales.

1. AMINOACIDOS.

Son compuestos orgánicos que poseen un grupo funcional **carboxilo** (-COOH) y un grupo funcional **amino** (-NH₂). Los aminoácidos que forman las proteínas son α -aminoácidos, es decir que el grupo amino se encuentra unido al **carbono α** , al que se une también el grupo carboxílico. Existen también β -, γ - y δ -aminoácidos que no forman parte de las proteínas.

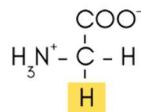


1.1 CLASIFICACIÓN

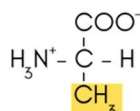
El **grupo R** representa el esqueleto carbonado característico del aminoácido en cuestión y que le distingue de los demás. Atendiendo a la naturaleza química de este grupo los aminoácidos se clasifican en:

		Cadenas Alifáticas	Cadenas Heterocíclicas	Cadenas Cíclicas Aromáticas
NEUTROS Carga neta 0 a pH neutro	Apolares (Hidrófobos)	Glicina (Gly) G Alanina (Ala) A Valina (Val) V Leucina (Leu) L Isoleucina (Ileu) I Metionina (Met) M	Triptófano (Trp) W	Fenilalanina (Phe) F
	Polares (Hidrófilos)	Serina (Ser) S Treonina (Thr) T Cisteína (Cys) C Asparagina (Asn) N Glutamina (Gln) Q	Prolina (Pro) P	Tirosina (Tyr) Y
Básicos Carga (+) a pH 7		Lisina (Lys) K Arginina (Arg) R	Histidina (His) H	
Ácidos Carga (-) a pH 7		Ac. Glutámico (Glu) E Ac. Aspártico (Asp) D		

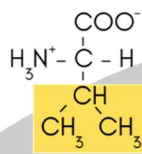
NO POLARES



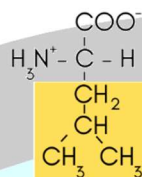
GLICINA, Gly



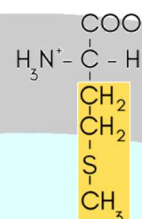
ALANINA, Ala



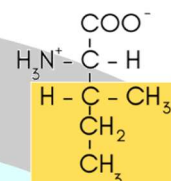
VALINA, Val



LEUCINA, Leu

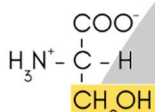


METIONINA, Met

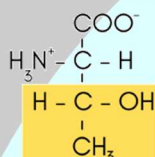


ISOLEUCINA, Ile

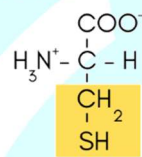
POLARES NO CARGADOS



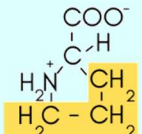
SERINA, Ser



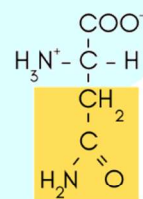
TREONINA, Thr



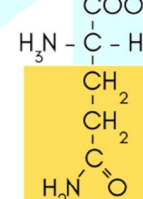
CISTEÍNA, Cys



PROLINA, Pro

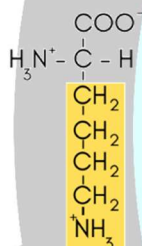


ASPARAGINA, Asn

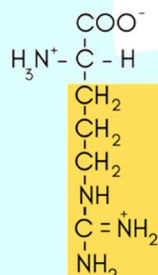


GLUTAMINA, Gln

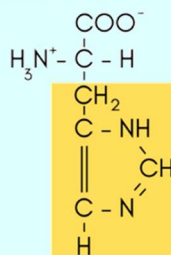
CARGADOS POSITIVAMENTE



LISINA, Lys

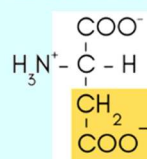


ARGININA, Arg

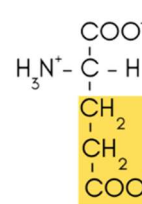


HISTIDINA, His

CARGADOS NEGATIVAMENTE

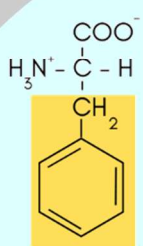


ASPÁRTICO, Asp

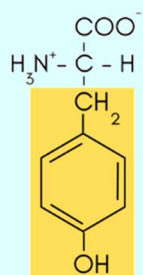


GLUTÁMICO, Glu

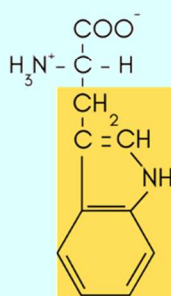
CON CADENAS AROMÁTICAS



FENILALANINA, Phe



TIROSINA, Tyr



TRIPTÓFANO, Trp

1.2 PROPIEDADES DE LOS AMINOÁCIDOS

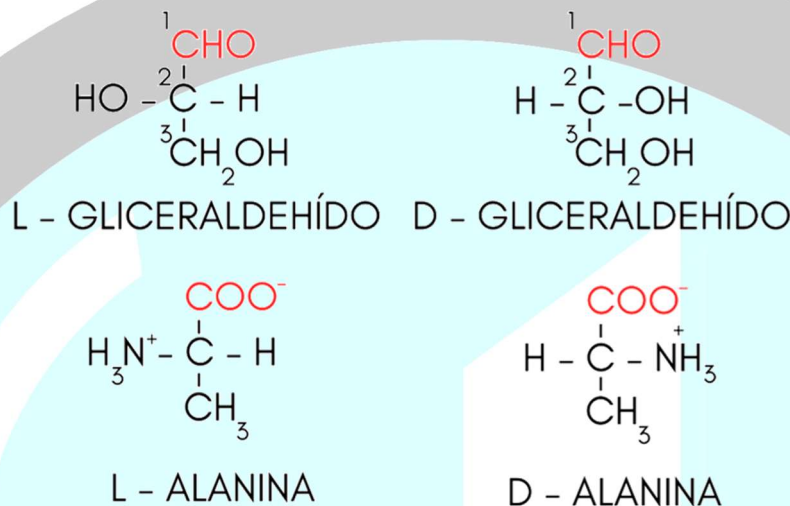
ACTIVIDAD ÓPTICA

Con la única excepción de la glicina, en todos los α-aminoácidos el C(α) es asimétrico, de manera que los cuatro grupos sustituyentes pueden ocupar dos ordenaciones diferentes para dar lugar a dos estereoisómeros diferentes.

Por referencia con la molécula del gliceraldehído que también posee dos estereoisómeros enantiómeros que se designan con las letras D- y L-, los enantiómeros de los aminoácidos también se designan como D- y L-.

En un disposición plana de ambas moléculas, cuando los grupos aldehído (CHO) y carboxilo (COO⁻) se sitúan hacia arriba y el grupo R del aminoácido hacia abajo. Las formas D- son aquellas cuyos grupos OH y NH₃ quedan hacia la derecha y las formas L las que quedan a la izquierda.

Los estereoisómeros de los aminoácidos también muestran actividad óptica que consiste en la capacidad de desviar el plano de la luz polarizada bien hacia la derecha, **dextrógiros** o bien a la izquierda, **levógiros**.



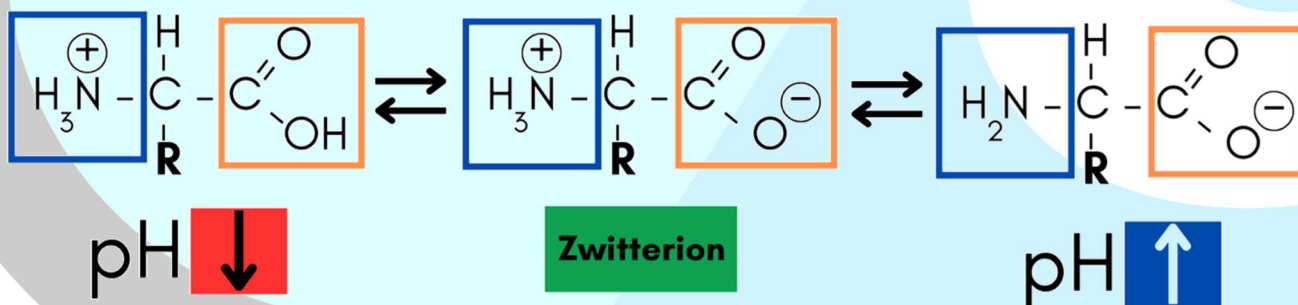
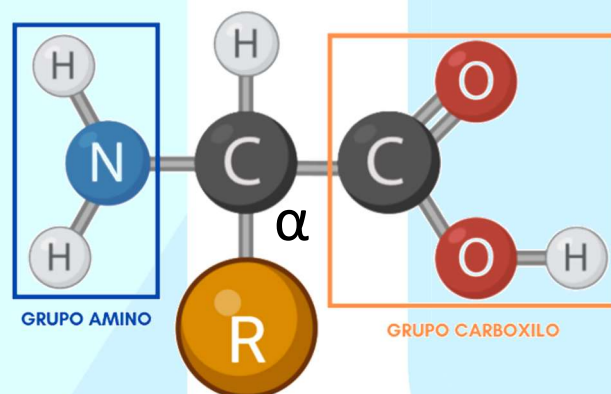
La nomenclatura D y L es independiente de la dirección de rotación del plano de la luz polarizada que muestren los isómeros. De manera que pueden existir formas D y L dextróginas y levóginas.

Los seres vivos son muy específicos respecto al uso de los aminoácidos que forman las proteínas ya que son mayoritariamente isómeros L. Sin embargo cuando se sintetizan aminoácidos en el laboratorio se obtienen mezclas equimoleculares de las formas D y L denominadas **racematos**.

CARÁCTER ANFÓTERO

Los aminoácidos con grupos R polares y apolares, poseen al pH de los medios biológicos carga eléctrica neutra, debido a que los grupos carboxilo y amino están ionizados formando un ion dipolar que recibe el nombre de **zwitterion**.

Debido a esta estructura dipolar, según varíe el pH del medio se comportan como ácidos débiles



(dadores de protones) o como bases débiles (aceptoras de protones). Este tipo de sustancias se denominan **anfóteras**.

A pH bajo el aminoácido acepta H^+ y pasa a forma catiónica. A pH alto cede H^+ y pasa a la forma aniónica. El valor del pH para el que todas las moléculas están en forma zwitterion, se denomina **punto isoeléctrico**.

Las cadenas laterales (R) ionizables de los aminoácidos básicos y ácidos participan en la carga del aminoácido.

Así, mientras que el punto isoeléctrico de los aminoácidos con cadenas polares o apolares varía entre 5,0 (cisteína) y 6,3 (prolina), el los ácidos es 2,8 (Asp) y 3,2 (Glu) y el de los básicos 7,5 (His), 9,6 (Lys) y 11,2 (Arg).

1.3 AMINOÁCIDOS POCO FRECUENTES EN LAS PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS NO PROTEICOS.

Los aminoácidos poco frecuentes hallados en las proteínas derivan de los 20 aminoácidos "corrientes", y solo se han aislado a partir de los hidrolizados de proteínas como el **Colágeno** (Hidroxilina) o la **Elastina** (Desmosina).

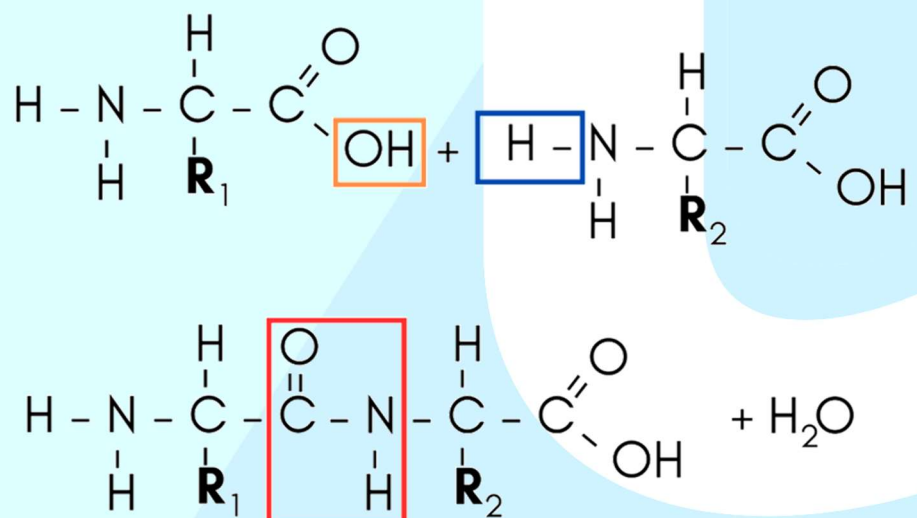
Más abundantes son los aminoácidos no proteicos (se conocen 150 diferentes), la mayoría son derivados de los α -aminoácidos, pero también de β -, γ - y δ -aminoácidos. Como el ácido γ -**aminobutírico** que actúa como neurotransmisor, la **β -alanina, homocisteína y homoserina** que son precursores o intermediarios del metabolismo. Algunos poseen configuración D-, tales como la **D-alanina** y **D-serina**. En algunos hongos y plantas superiores existe una gran variedad de aminoácidos no proteicos de funciones aun desconocidas y que en algunos casos son fuertemente tóxicos para otras formas de vida como la **canavanina**.

1. PEPTIDOS Y ENLACE PEPTIDICO.

Los péptidos están formados por la unión de los aminoácidos mediante un enlace covalente llamado **enlace peptídico**.

Según el número de aminoácidos los péptidos pueden ser: **dipéptidos** (2 aminoácidos), **tripéptidos** (3 aminoácidos), **tetrapéptido** (4 aminoácidos), etc. Si el número de aminoácidos es inferior a 10 se habla de **oligopéptidos**, si el número es superior a 10 se denominan **polipéptidos**.

El **enlace peptídico** es un enlace covalente que se establece entre el grupo **amino** de un **aminoácido** y el grupo **carboxilo** de otro aminoácido, produciéndose una molécula de **agua**.



El enlace peptídico C-N es más corto que un enlace C-N normal y además posee cierto carácter de doble enlace, lo cual hace que sea un enlace rígido que impide que los átomos de C y N puedan girar alrededor del enlace. De forma que los grupos C=O y N-H se encuentran en un mismo plano, manteniendo una distancias y ángulos que son fijos y constantes.

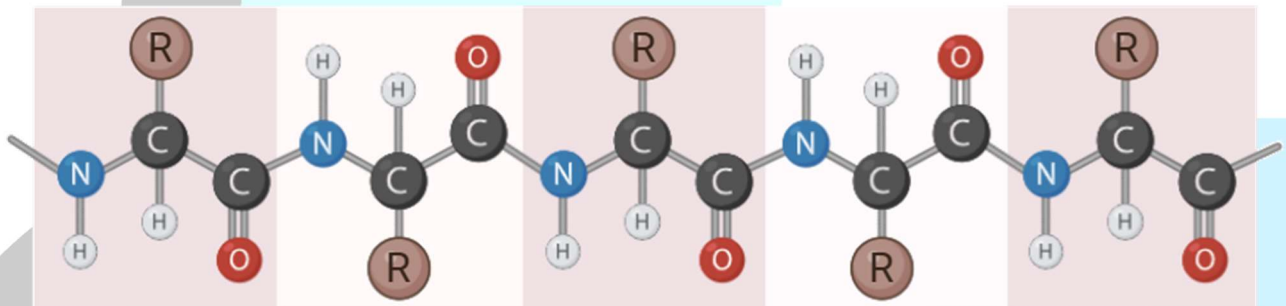
El enlace peptídico se rompe por **hidrólisis ácida**, y por acción de enzimas específicos denominados **proteasas** (Tripsina, Quimiotripsina, Pepsina y Termolisina) los cuales cortan los enlaces peptídicos establecidos entre aminoácidos específicos.

2. ESTRUCTURA DE LAS PROTEINAS.

La estructura tridimensional de las proteínas, o lo que es igual en su configuración espacial, viene determinada por niveles estructurales de complejidad creciente, cada una de las cuales se puede construir a partir del anterior: son las estructuras **primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria**.

2.1 ESTRUCTURA PRIMARIA.

Es la secuencia de aminoácidos de las cadenas polipeptídicas que forman las proteínas. Cada cadena polipeptídica posee en sus dos extremos, un aminoácido con un grupo amino libre y un aminoácido con un grupo carboxilo libre, y ambos extremos se denominan **N-terminal** y **C-terminal** respectivamente.



La secuencia de un péptido en general se escribe desde el extremo N al extremo C y los aminoácidos se numeran empezando por el extremo N.

El esqueleto de las cadenas polipeptídicas se asemeja a una sucesión de placas planas que solo pueden rotar alrededor del Carbono α .

Los polipéptidos y en general las proteínas difieren en el número y secuencia de aminoácidos, ya que estos determinan las siguientes estructuras.

2.1. Estructura secundaria.

En las cadenas polipeptídicas los aminoácidos se disponen de manera que las cadenas adquieren la forma tridimensional "más cómoda".

Se conocen dos tipos posible de estructuras secundarias: la **α -hélice** y la **lámina plegada** o **β -laminar**.

α - HÉLICE

Fue descrita por Pauling y Corey en 1951, a partir de los análisis por difracción de rayos X de cristales de la **α-queratina**.

Se trata de un **enrollamiento en espiral** de la cadena polipeptídica sobre sí misma, con las siguientes características:

- Hay 3,6 residuos de aminoácidos por vuelta.
- Los grupos R de los aminoácidos se proyectan hacia el exterior de la hélice.
- La hélice se mantiene mediante puentes de hidrógeno que se establecen entre el H del grupo NH de un aminoácido y el O del grupo CO del tercer aminoácido que le sucede.

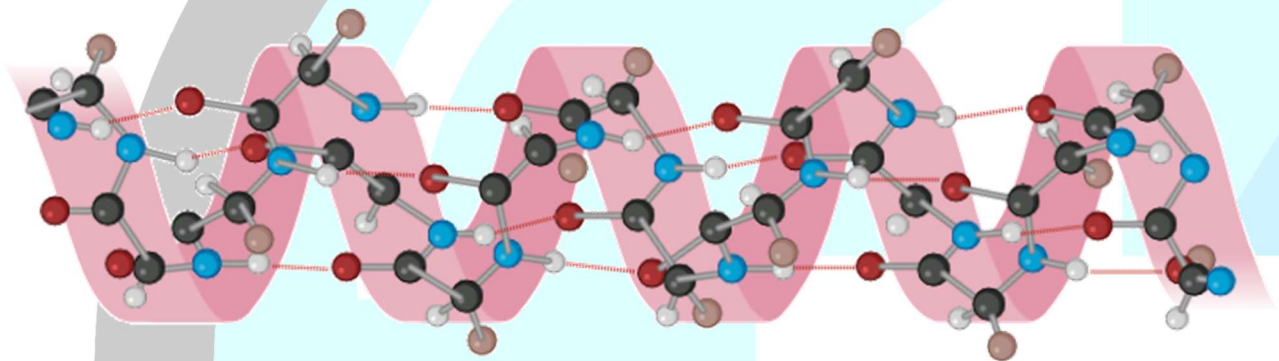
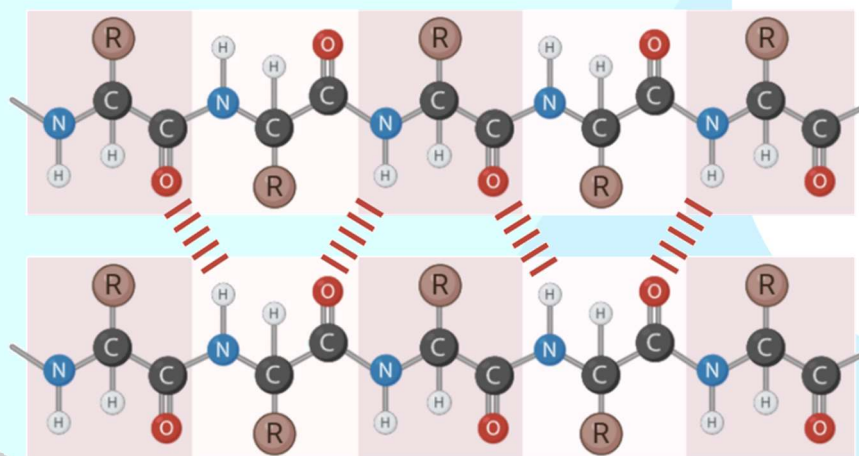


LÁMINA PLEGADA O β-LAMINAR

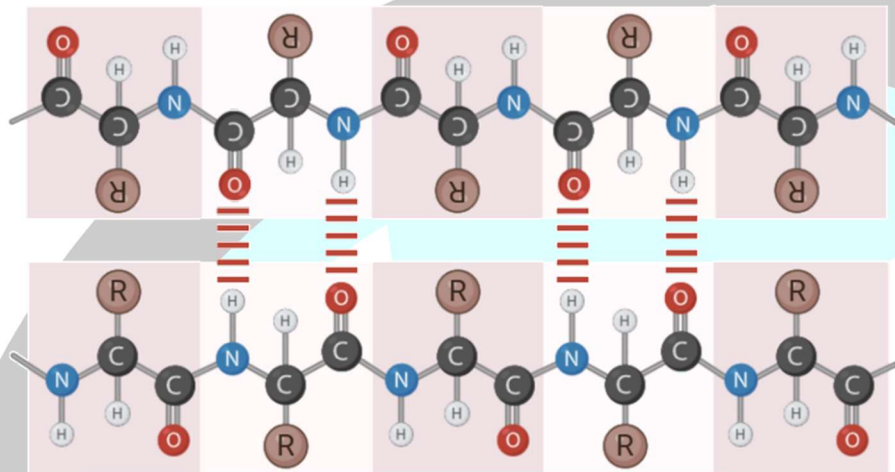
Característico de la β-queratina (pelo, uñas...). Las cadenas polipeptídicas se pliegan formando un **fuelle** o lamina plegado en zigzag, donde los carbonos α y los grupos R, quedan por arriba y por debajo de la lámina de forma alterna.

Esta estructura se mantiene mediante enlaces de H transversales entre segmentos de la misma cadena polipeptídica o de diferentes cadenas. De tal forma que las láminas pueden ser de dos tipos:

Láminas paralelas: todas las cadenas se desarrollan en la misma dirección, N- terminal a C-terminal. Los puentes de H forman ángulo respecto a las cadenas. Se forma con un mínimo de 5 cadenas.



Láminas antiparalelas: las cadenas se desarrollan en direcciones opuestas de manera alterna. Los puentes de H se disponen perpendiculares a las cadenas. Frecuentemente se forman con dos cadenas.



Un caso particular: la triple hélice del colágeno

El **colágeno** está constituido por una superhélice (trenza) formada por el enrollamiento dextrógiro de 3 cadenas, las cuales a su vez poseen estructura en **hélice levógira** que a diferencia de la α -hélice, se enrollan hacia la izquierda, consta de tres residuos por vuelta y los puentes de H no se establecen entre aminoácidos de la misma cadena, sino entre los de las tres cadenas que lo forman.



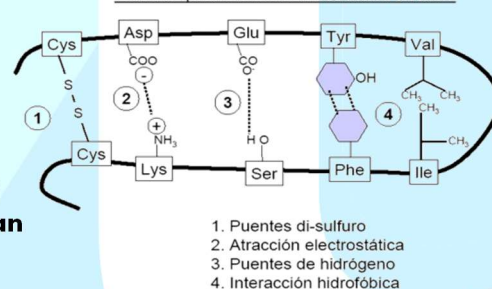
2.2. Estructura terciaria

La estructura terciaria se refiere a la **disposición espacial tridimensional** estable de las proteínas y de la que depende la funcionalidad de éstas.

Esta estructura se produce por plegamientos de las cadenas polipeptídicas que se originan por la unión de zonas de la cadena mediante enlaces entre los grupos R de los aminoácidos.

Estos enlaces pueden ser: **puentes disulfuro** entre cisteínas, **puentes de H**, **interacciones iónicas**, las **fuerzas de Van der Waals** y las **interacciones hidrofóbicas**.

Fuerzas que estabilizan la estructura terciaria



a) **Conformación filamentosa:** característico de proteínas filamentosas como el colágeno, y queratinas. Las proteínas mantienen su estructura secundaria de forma alargada y esta solo se retuerce ligeramente.



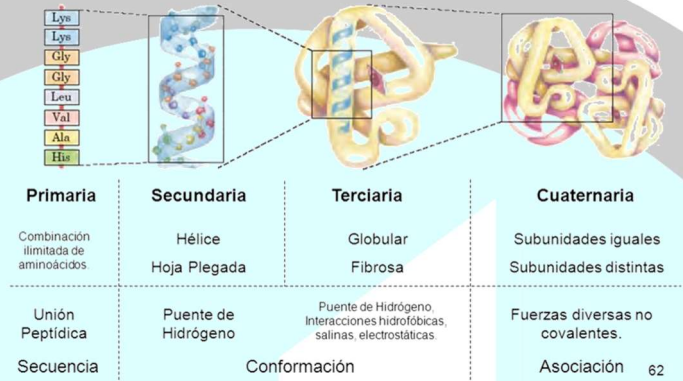
b) **Conformación globular:** Característico de proteínas globulares, en la que las cadenas con su estructura secundaria se pliegan adoptando en ocasiones una forma casi esférica. Se ha observado en diferentes proteínas que existe una repetición de determinadas combinaciones α -hélice y lamina plegada que determinan

configuraciones espaciales idénticas. Estas combinaciones denominadas **dominios estructurales** se han mantenido a lo largo de la evolución debido a su alta eficacia biológica.

2.3. Estructura cuaternaria.

Se refiere al ordenamiento y disposición espacial de las cadenas polipeptídicas o **subunidades proteicas**, en las proteínas constituidas por más de una cadena.

Según el número de subunidades se habla de **dímeros** (hexoquinasa), **tetrámeros** (hemoglobina), **pentámeros** (ARN-polimerasa). Las subunidades se mantienen unidas por los mismos tipos de enlaces que mantiene la estructura terciaria.

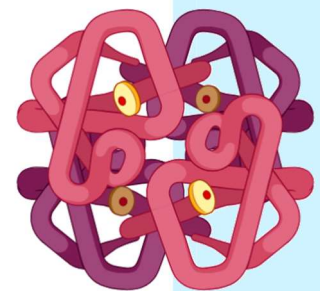


3. PROPIEDADES DE LAS PROTEINAS.

Las propiedades físico-químicas de las proteínas dependen casi por completo de los radicales libres que quedan expuestos en su superficie. Estos grupos definen una superficie activa capaz de interactuar con otras moléculas mediante enlaces débiles no covalentes. El grupo de aminoácidos de una proteína cuyos radicales tienen capacidad de unirse a otras moléculas y de reaccionar con estas se denomina **centro activo**.

3.1 ESPECIFICIDAD.

El funcionamiento de la mayoría de las proteínas se basa en la **unión selectiva** del centro activo con otras moléculas. La especificidad se basa en el plegamiento particular de cada proteína que en último término depende de la secuencia de aminoácidos. Ante cualquier cambio en la secuencia puede originar cambios estructurales que alteran la funcionalidad de la proteína, tal y como ocurre en la **anemia falcimorme** cuya causa es un cambio puntual de un aminoácido en las cadenas β de la hemoglobina. No siempre los cambios de aminoácidos provocan cambios en la funcionalidad de las proteínas, así en proteínas iguales de diferentes especies se observan grandes cambios en regiones variables de las proteínas pero no en regiones estables, que constituyen los dominios estructurales que mantienen los mismos centros activos.



HEMOGLOBINA CON GRUPOS HEMO

3.2 SOLUBILIDAD.

Las proteínas globulares debido a su elevado PM forman **dispersiones coloidales** al disolverse. Las moléculas de agua forman puentes de H con los radicales ionizados de la superficie, lo que da lugar a una superficie de solvatación. Al añadir concentraciones elevadas de una sal como $(NH_4)_2SO_4$, se establece una competencia por los puentes de H que provoca la precipitación de la proteína.

3.3 DESNATURALIZACIÓN.

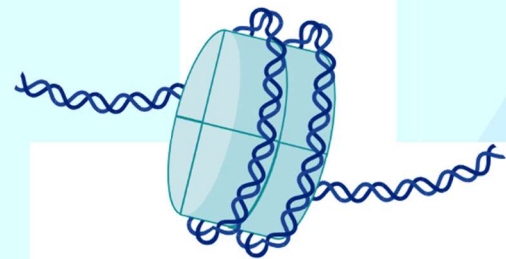
Cuando las proteínas pierden su configuración espacial convirtiéndose en proteínas fibrosas, pierden su actividad biológica se hacen insolubles y precipitan. Este fenómeno denominado **desnaturalización** no afecta a la cadena polipeptídica y puede ser causado por varios factores tales como, cambios de pH, elevadas temperatura, agitación molecular o compuestos químicos como detergentes (SDS) o compuestos fuertemente reductores como el mercaptoetanol que rompe los puentes disulfuro. La desnaturalización es reversible y se denomina **renaturalización** si al cesar las condiciones desnaturalizantes la proteína recupera su conformación o irreversible si no puede recuperar su conformación tal y como ocurre con la albumina de huevo al cocer.

4. FUNCIONES DE LAS PROTEINAS.

4.1 FUNCIÓN ESTRUCTURAL

Es una de las funciones más características de las proteínas ya que forma parte de numerosas estructuras biológicas

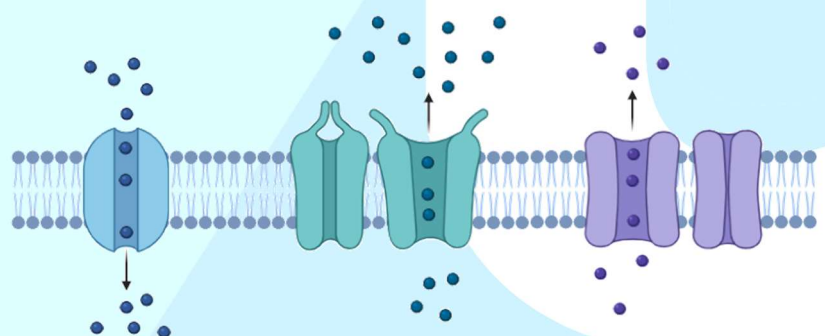
- **Glucoproteínas.** En las membranas celulares.
- **Histonas.** Unidas al ADN formando los cromosomas eucariotas.
- **Colágeno.** Constituyente de la sustancia intercelular del tejido conjuntivo fibroso. Forma también parte de tendones, huesos y cartílagos.
- **Elastinas.** Componentes del tejido conjuntivo elástico.
- **Queratinas.** En células epidérmicas a partir de la cual se forma el pelo, uñas, escamas de los reptiles y plumas de las aves etc.
- **Tubulina.** Forman los microtúbulos de cilios y flagelos.



HISTONAS EN UN NUCLEOSOMA

4.2 FUNCIÓN DE TRANSPORTE.

- **Permeasas.** Transportan sustancias a través de la membrana.
- **Cromoproteínas.** Son el conjunto de proteínas que transportan el oxígeno en los vertebrados (**Hemoglobina y mioglobina**) o en los invertebrados (**hemocianina y hemoeritrina**).
- **Seroalbúmina.** Transporta numerosas sustancias por la sangre.
- **Lipoproteínas.** Transportan lípidos por el torrente sanguíneo.

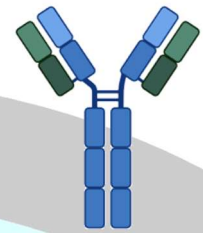


DIFERENTES TIPOS DE TRANSPORTADORES EN MEMBRANA

- **Citocromos.** Transportan electrones en la cadena respiratoria en cloroplastos y mitocondrias.

4.3 FUNCIÓN DEFENSIVA Y COAGULANTE.

- **Inmunoglobulinas.** Constituyen los denominados anticuerpos.
- **Trombina y fibrinógeno.** Implicados en la coagulación sanguínea.



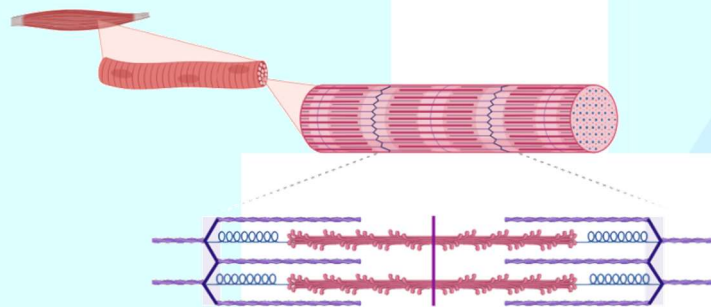
INMUNOGLOBULINA ANTICUERPO

4.3 FUNCIÓN HORMONAL.

- **Insulina y glucagón.** Producidas por el páncreas, regulan el metabolismo de los glúcidos.
- **Tiroxina.** Sintetizada por el tiroides, tiene función reguladora del catabolismo en general.
- **Hormona del crecimiento** y otras hormonas de la hipófisis.

4.4 FUNCIÓN CONTRÁCTIL.

- **Dineína.** Permite el movimiento de cilios y flagelos.
- **Actina y miosina.** Constituyen las miofibrillas de las fibras musculares, responsables de la contracción muscular.



ACTINA Y MIOSINA EN UNA FIBRA MUSCULAR

4.5 FUNCIÓN DE RESERVA.

No es la más importante de las funciones pues por lo general no son combustibles catabólicos, pero si actúan como reservorio de aminoácidos para ser usados en el desarrollo embrionario.

- **Ovoalbúmina.** Clara de huevo.
- **Caseína.** En la leche de mamíferos.
- **Zeína, gliadina y hordeína.** En las semillas del maíz, trigo y cebada.

4.6 FUNCIÓN ENZIMÁTICA.

Es la función más importante, pues la vida no es posible sin la acción de las enzimas. Constituyen la clase de proteínas más abundante y especializada, actúan como biocatalizadores de las reacciones bioquímicas que ocurren en los seres vivos. Debido a su importancia le dedicaremos el un tema propio.

5. CLASIFICACION DE LAS PROTEINAS.

Atendiendo a su composición y complejidad, se pueden distinguir dos grandes grupos:

Holoproteínas. Formadas solo por una o más cadenas polipeptídicas

Heteroproteínas. Formadas por cadenas polipeptídicas unidas a una parte no proteica que se llama **grupo prostético.**

HOLOPROTEINA Según su estructura terciaria pueden ser:	GLOBULARES Alto grado de plegamiento y normalmente solubles.	<ul style="list-style-type: none"> • Prolaminas: zeína, gliadina y hordeína. • Gluteninas: glutenina (gluten del trigo). • Albúminas: lactoalbúmina y ovoalbúmina. • Globulinas: parte proteica de la hemoglobina. • Histonas: asociadas al ADN. 		
	FIBRILARES. Estructura terciaria menos compleja insolubles.	<ul style="list-style-type: none"> • Colágenos. • Queratinas • Elastinas. • Fibroínas: Seda • Fibrina: Coagulación sanguínea 		
HETEROPROTEINAS Según el grupo prostético pueden ser:	CROMOPROTEINAS Los grupos prostéticos son moléculas complejas con dobles enlaces conjugados lo que le confiere color. Se distinguen dos subgrupos:	Compuestos porfirínicos: Metalporfirina formada por cuatro anillos unidos por puentes metilénicos. Los átomos de N de los pirroles aparecen unidos a Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} , Mo^{7+}		<ul style="list-style-type: none"> • Hemoglobina y mioglobina transportan oxígeno. • Citocromos transporte de electrones. • Peroxidas y catalasas • Clorofilas captan energía lumínica • Vit B12
		Compuestos porfirínicos.	no	<ul style="list-style-type: none"> • Hemocianina • Hemoeritrina • Rodopsina (capta luz en la retina)
	GLUCOPROTEINAS Glúcidos	<ul style="list-style-type: none"> • Hormonas • Gammaglobulinas: anticuerpos 		
	LIPOPROTEINAS Lípidos	<ul style="list-style-type: none"> • VLDL, LDL y HDL • Quilomicrones. 		
	FOSFOPROTEINAS Ácido ortofosfórico	<ul style="list-style-type: none"> • Vitelina: yema de huevo • Caseína: queso 		
	NUCLEOPROTEINAS Ácidos nucleicos	<ul style="list-style-type: none"> • Cromatina y cromosomas. 		