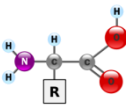
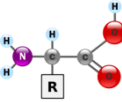


# Tema 5: Aminoácidos y proteínas



1. Los aminoácidos
2. Propiedades de los aminoácidos
3. El enlace peptídico
4. Estructuras 1<sup>aria</sup> y 2<sup>aria</sup> de las proteínas
5. Estructuras 3<sup>aria</sup> y 4<sup>aria</sup> de las proteínas
6. Propiedades de las proteínas
7. Clasificación de las proteínas: holoproteínas y heteroproteínas
8. Diversidad funcional de proteínas

# 1.- Los aminoácidos



□ **PROTEÍNAS** : (del griego *proteios*, que significa “primero o principal”)

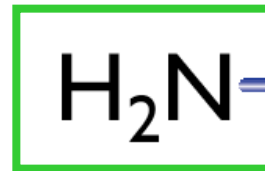
- Son las moléculas orgánicas más abundantes en la célula: 50% de su peso seco
- Intervienen en el funcionamiento y la estructura del organismo
- Químicamente formadas por: **C, H, O, N**

A veces: **S, P, H, Cu, Mg, Zn y I**

□ **AMINOÁCIDOS** : *monómeros de las proteínas*

- Diferenciamos:
  - 20 aas proteicos
  - +150 no proteicos
- Son:
  - sólidos
  - solubles en agua
  - cristalizables
  - incoloros o poco coloreados
  - punto de fusión > 200°C

GRUPO AMINO

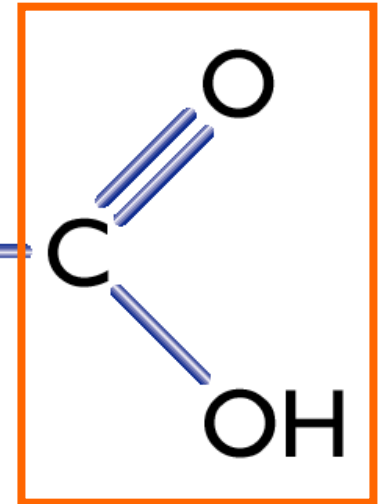


H

C<sub>α</sub>

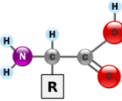
R

GRUPO CARBOXILO

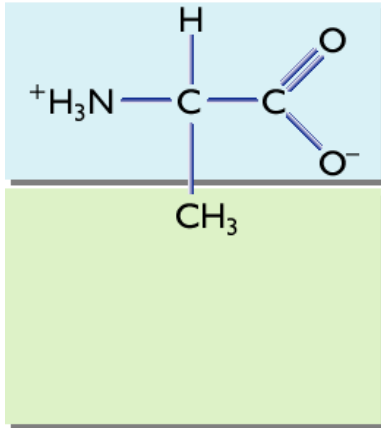


La cadena lateral es distinta en cada aminoácido y determina sus propiedades químicas y biológicas

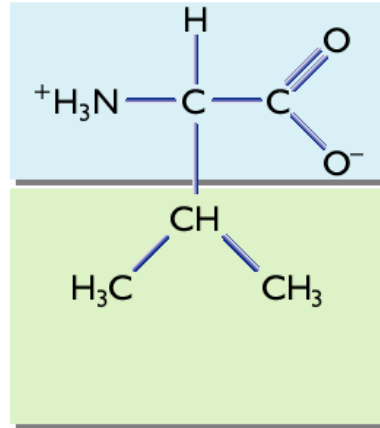
# - AMINOÁCIDOS HIDRÓFOBOS -



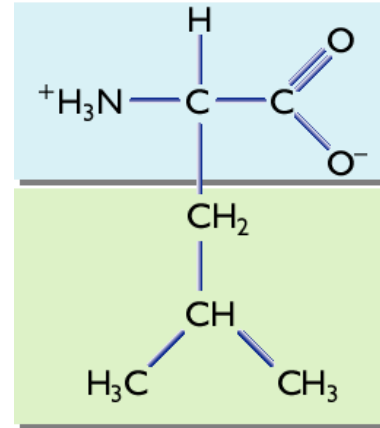
**R** hidrocarbonados no polares  
(siempre ocultos al medio acuoso)



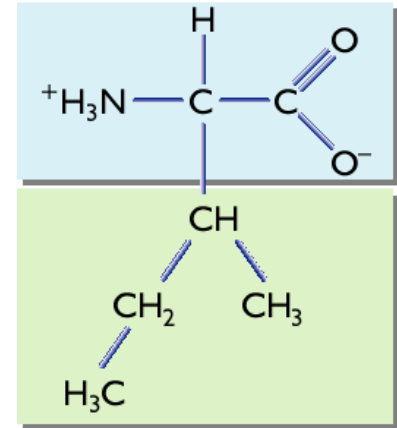
Alanina (Ala o A)



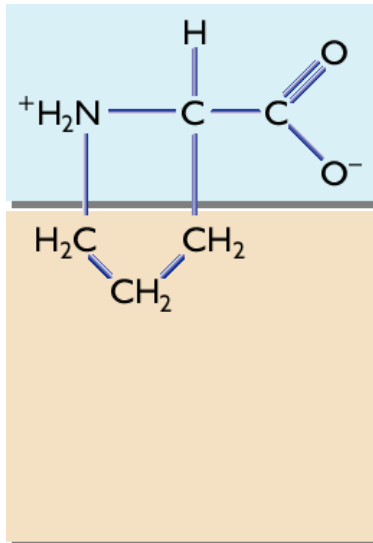
Valina (Val o V)



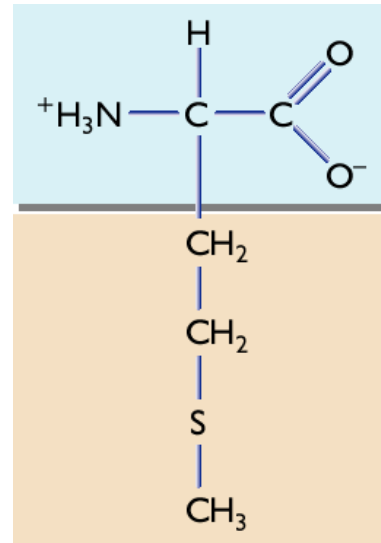
Leucina (Leu o L)



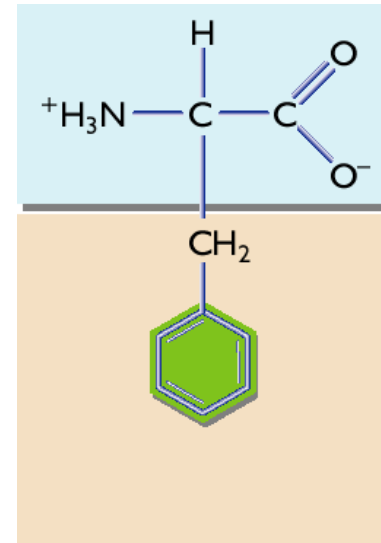
Isoleucina (Ile o I)



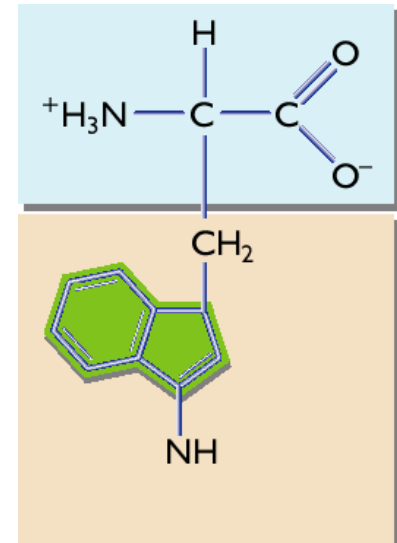
Prolina (Pro o P)



Metionina (Met o M)

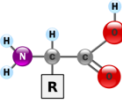


Fenilalanina (Phe o F)



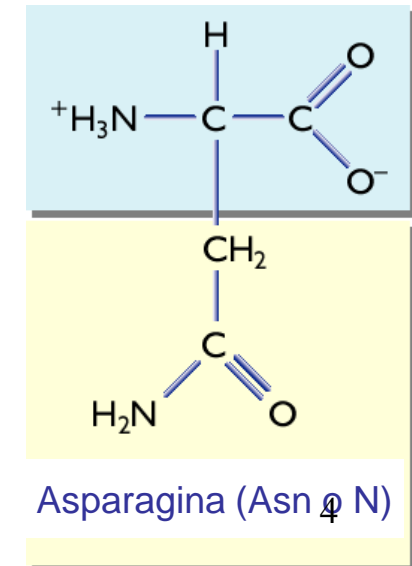
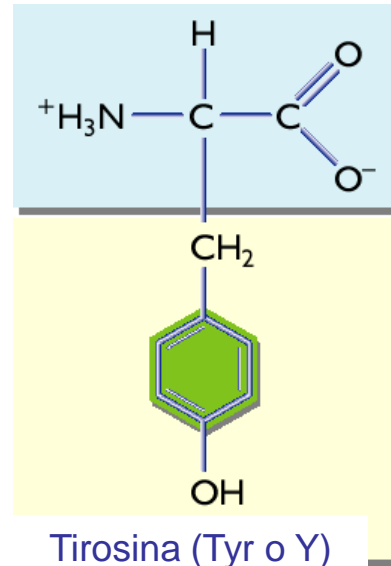
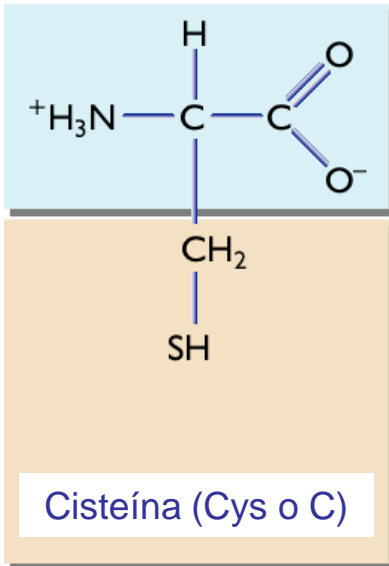
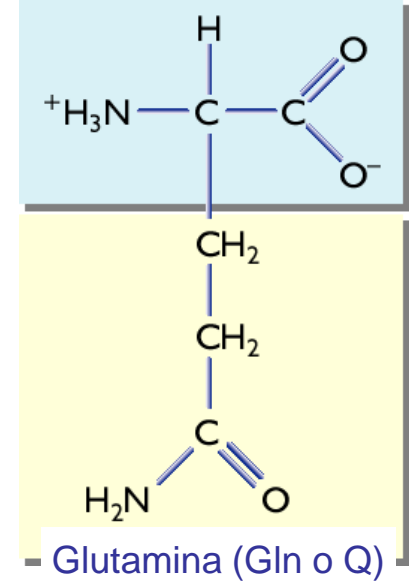
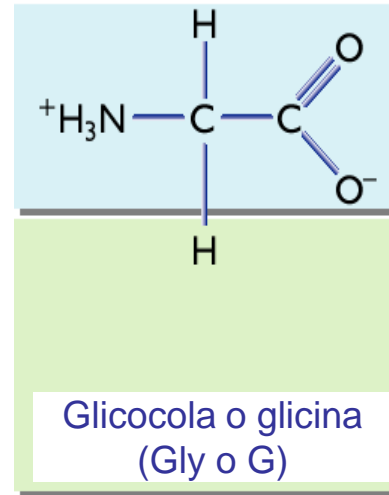
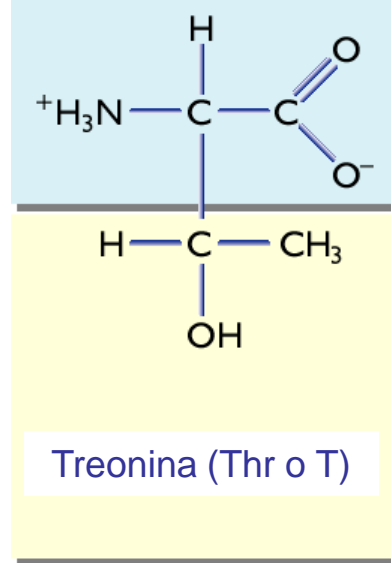
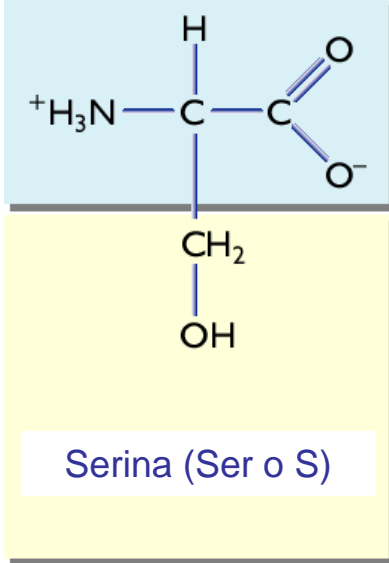
Triptófano (Trp o W)

# - AMINOÁCIDOS POLARES HIDROFÍLICOS -



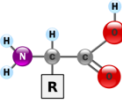
**R** polares, sin carga

(pueden establecer puentes de Hidrógeno con el  $\text{H}_2\text{O}$ )



# - AMINOÁCIDOS ÁCIDOS Y BÁSICOS -

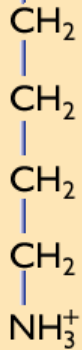
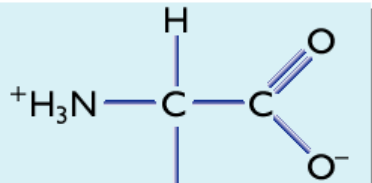
R polares con carga (+) o (-)



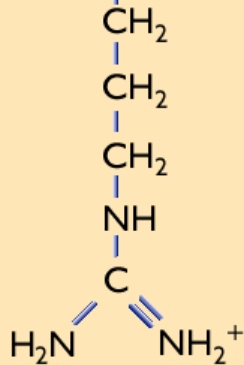
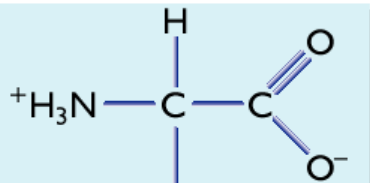
## AMINOÁCIDOS BÁSICOS

(carga positiva a pH 7)

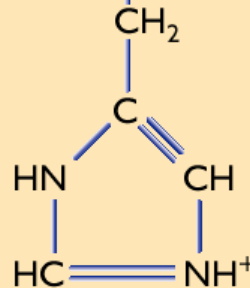
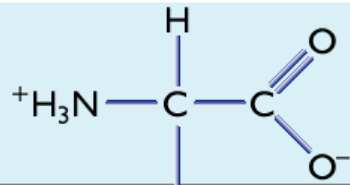
(tienen un grupo *amino*)



Lisina (Lys o K)



Arginina (Arg o R)

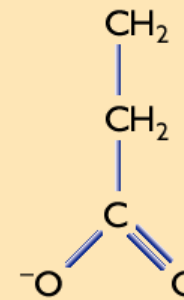
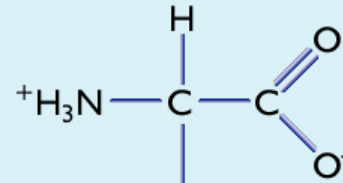


Histidina (His o H)

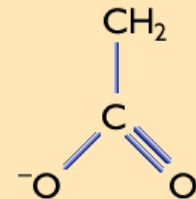
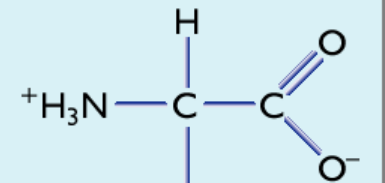
## AMINOÁCIDOS ÁCIDOS

(carga negativa a pH 7)

(tienen un grupo *ácido*)

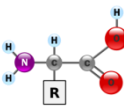


Ácido aspártico  
(Asp o D)



Ácido glutámico (Glu o E)

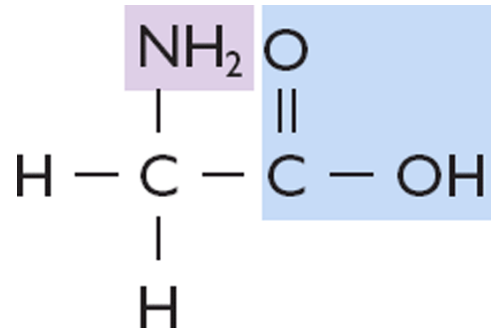
## 2.- Propiedades de los aas



### ■ ISOMERÍA DE LOS AMINOÁCIDOS

- En todos los aas estándar el Carbono  $\alpha$  es asimétrico... *En todos excepto en UNO*

¿En cuál?



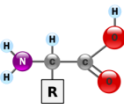
**GLICINA (Gly)**

- Debido al ordenamiento tetraédrico de los enlaces alrededor del  $\text{C}\alpha$ , los cuatro sustituyentes pueden ocupar dos ordenamientos diferentes que son . . .

**IMÁGENES ESPECULARES**



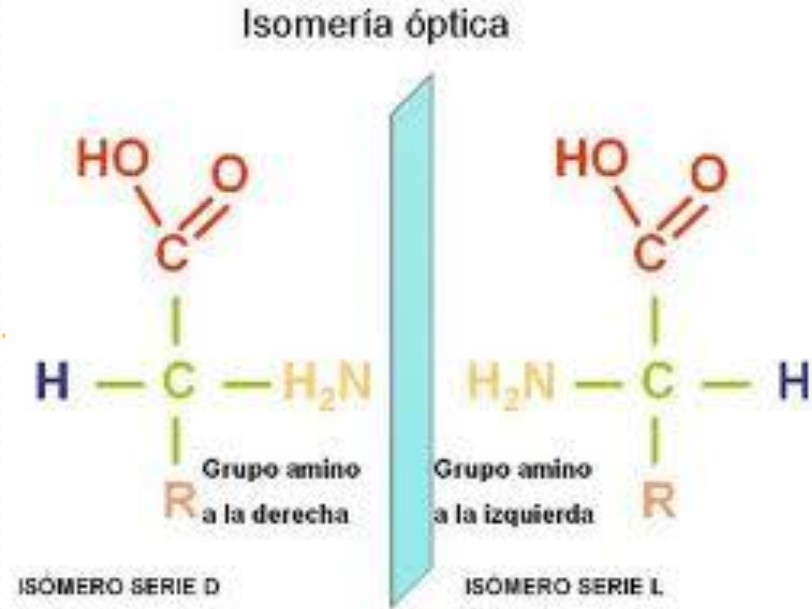
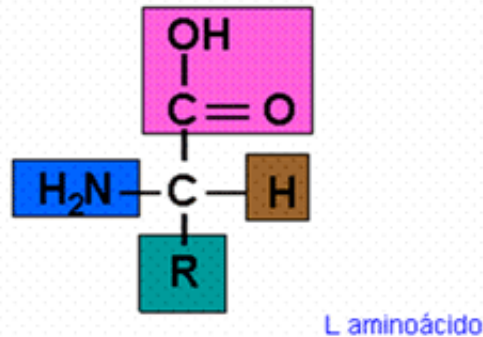
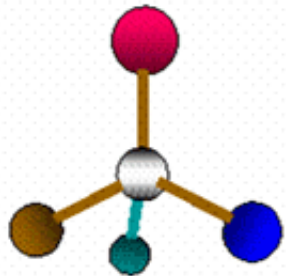
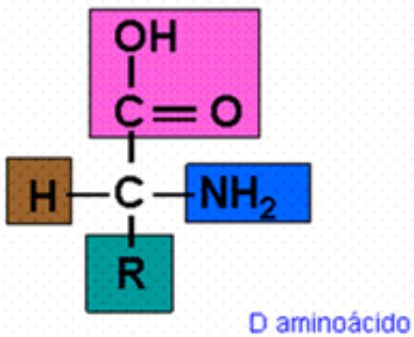
**ENANTIÓMERO o ESTEREOISÓMEROS**



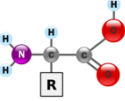
# ENANTIÓMERO o ESTEREOISÓMEROS

**L-aminoácidos** → tienen el grupo amino a la **izquierda**

**D-aminoácidos** → tienen el grupo amino a la **derecha**



Todos los aas proteicos son de la **serie L**



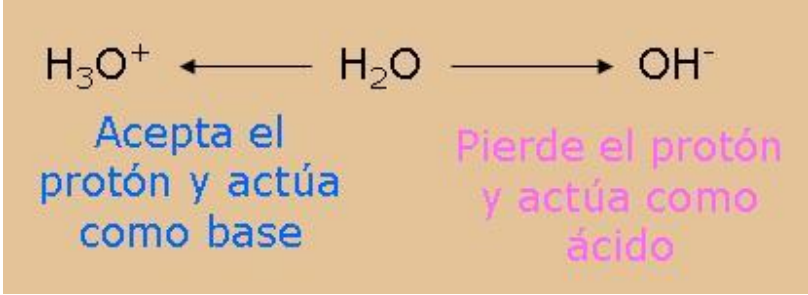
# PROPIEDADES ÁCIDO-BASE DE LOS AMINOÁCIDOS

En una **disolución acuosa** los aminoácidos están ionizados y pueden actuar como ácidos o como bases:

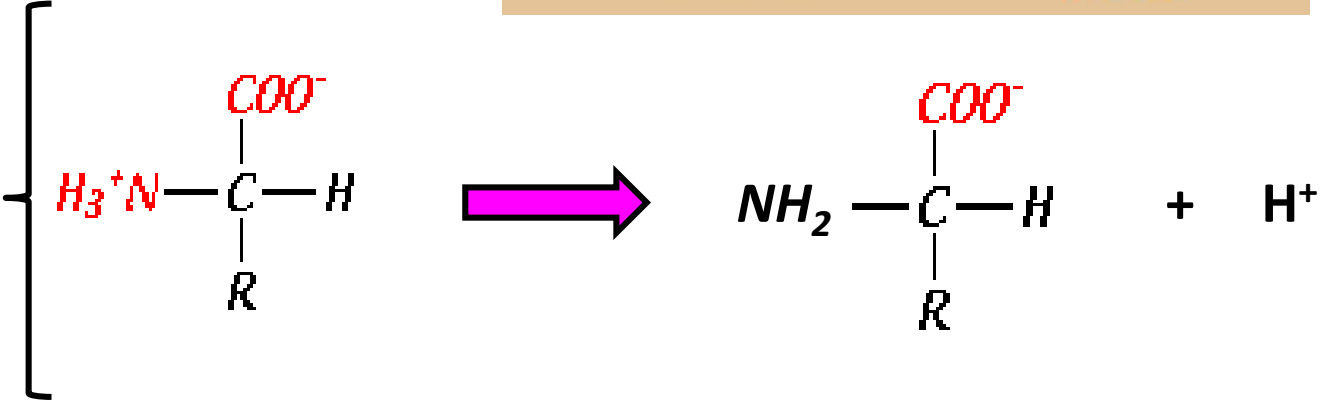
**ÁCIDO** (dador de protones)

**BASE** (aceptor de protones)

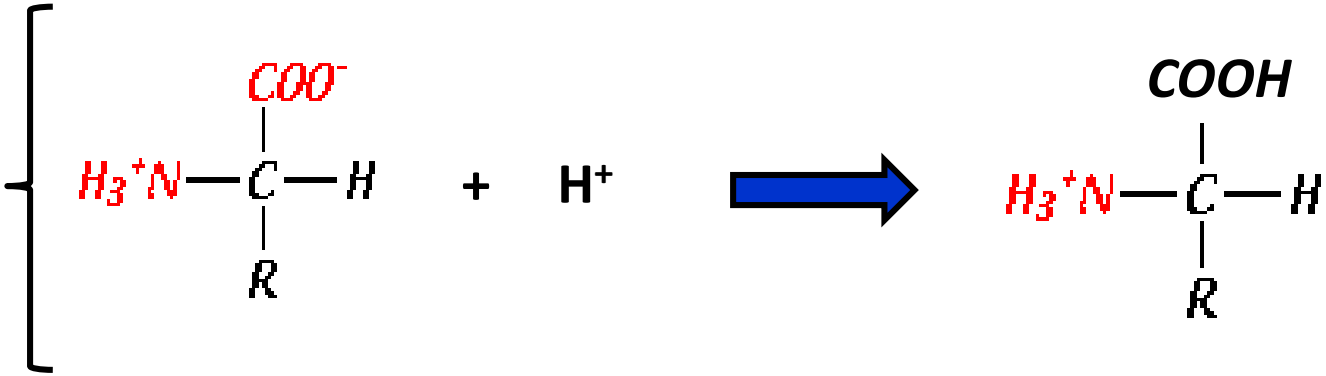
**RECORDAMOS :**



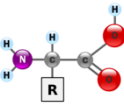
**ÁCIDO**  
(dador de H<sup>+</sup>)



**BASE**  
(aceptor de H<sup>+</sup>)

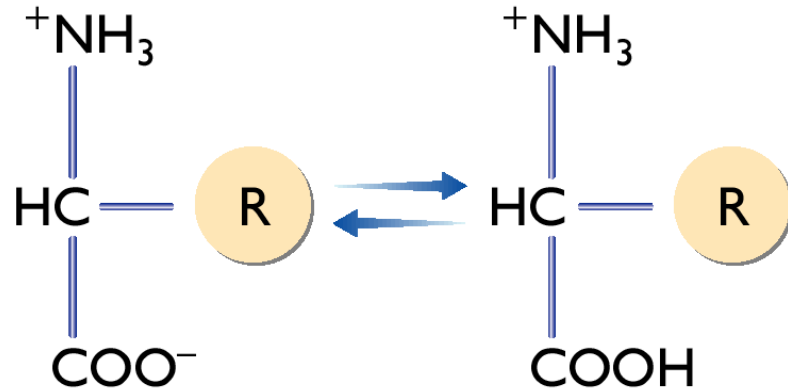






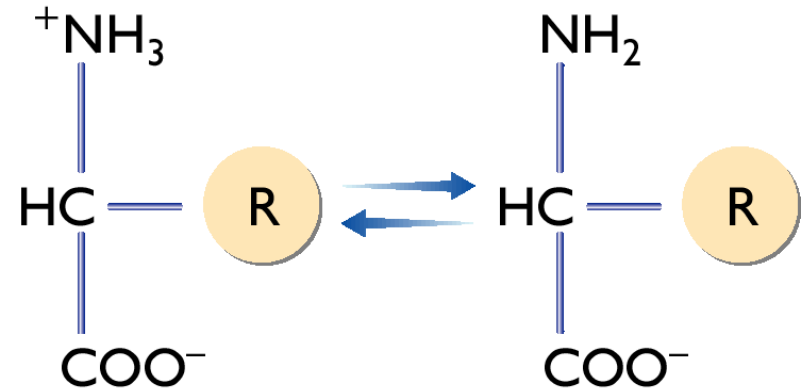
- El **punto isoeléctrico (pI)** de un aa es el pH en el que se compensan las cargas positivas y negativas, de modo que la carga total es cero.
- Cada aa tiene un **pI** característico.
- Los aas se puede comportar, **según el pH de la disolución**, como:
  - **neutro** ( $pH = punto\ isoeléctrico$ ) [  $NH_3^+ / COO^-$  ]
  - **ácido** (*cede  $H^+$  al medio o toma  $e^-$  del medio*) [  $NH_2 / COO^-$  ]
  - **base** (*capta  $H^+$  del medio o cede  $e^-$* ) [  $NH_3^+ / COOH$  ]
- Las sustancias que poseen esta propiedad se denominan **ANFÓTERAS**

### CARÁCTER ANFÓTERO DE LOS AMINOÁCIDOS



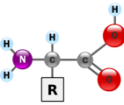
pH disminuye  $\xrightarrow{\text{Si aumenta la } [H^+]}$

*El aminoácido se comporta como una **base**.*



pH aumenta  $\xrightarrow{\text{Si disminuye la } [H^+]}$

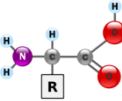
*El aminoácido se comporta como un **ácido**.*



## ■ ACTIVIDAD ÓPTICA DE LOS AMINOÁCIDOS

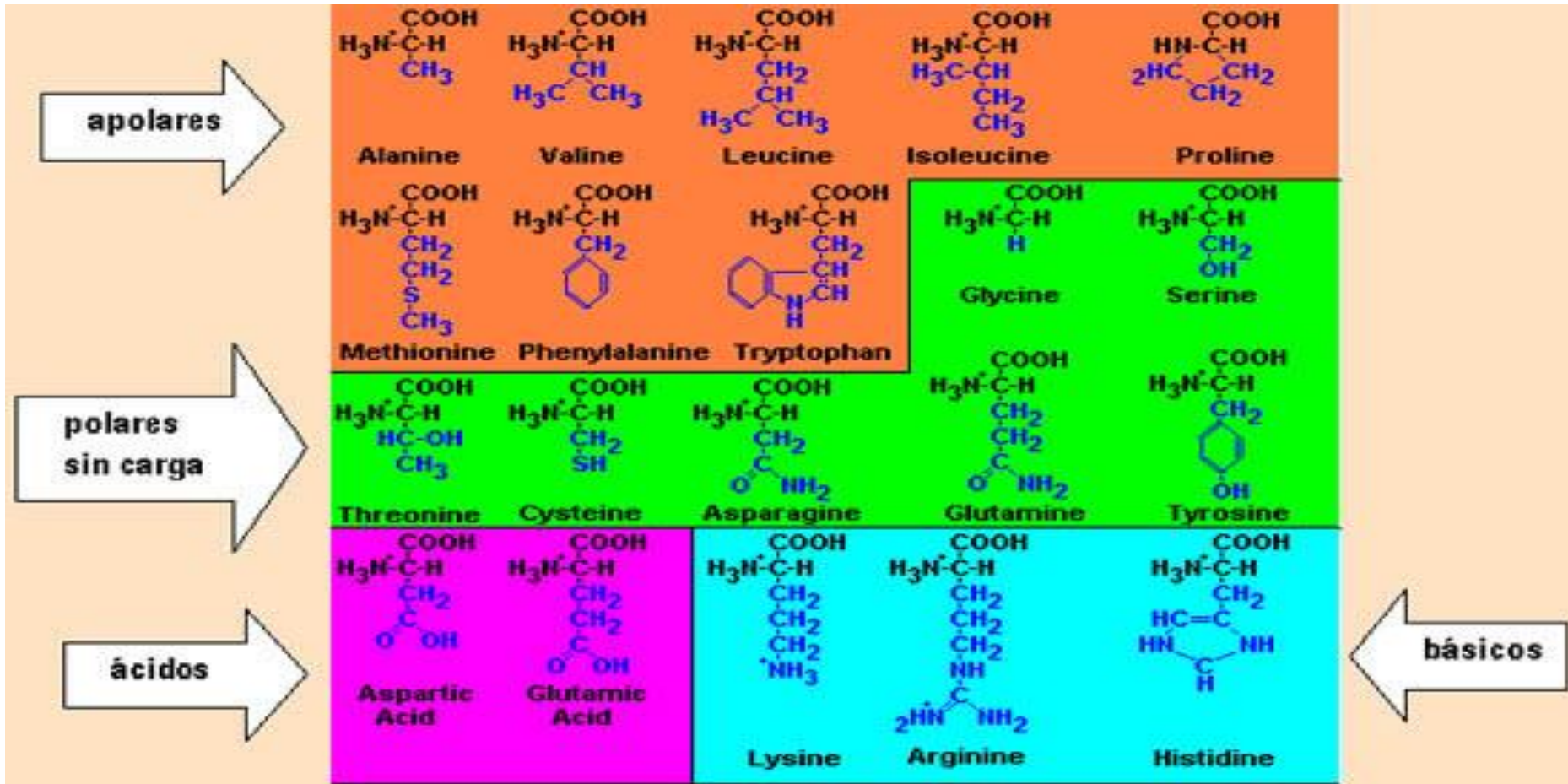
• También tienen actividad óptica: dependiendo de hacia donde desvíen el plano de luz polarizada serán:

- DEXTRÓGIROS
- LEVÓGIROS



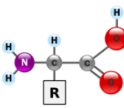
## ■ AMINOÁCIDOS ESENCIALES

- Aas que deben ser ingeridos en la dieta de HETERÓTROFOS porque no somos capaces de sintetizarlos:

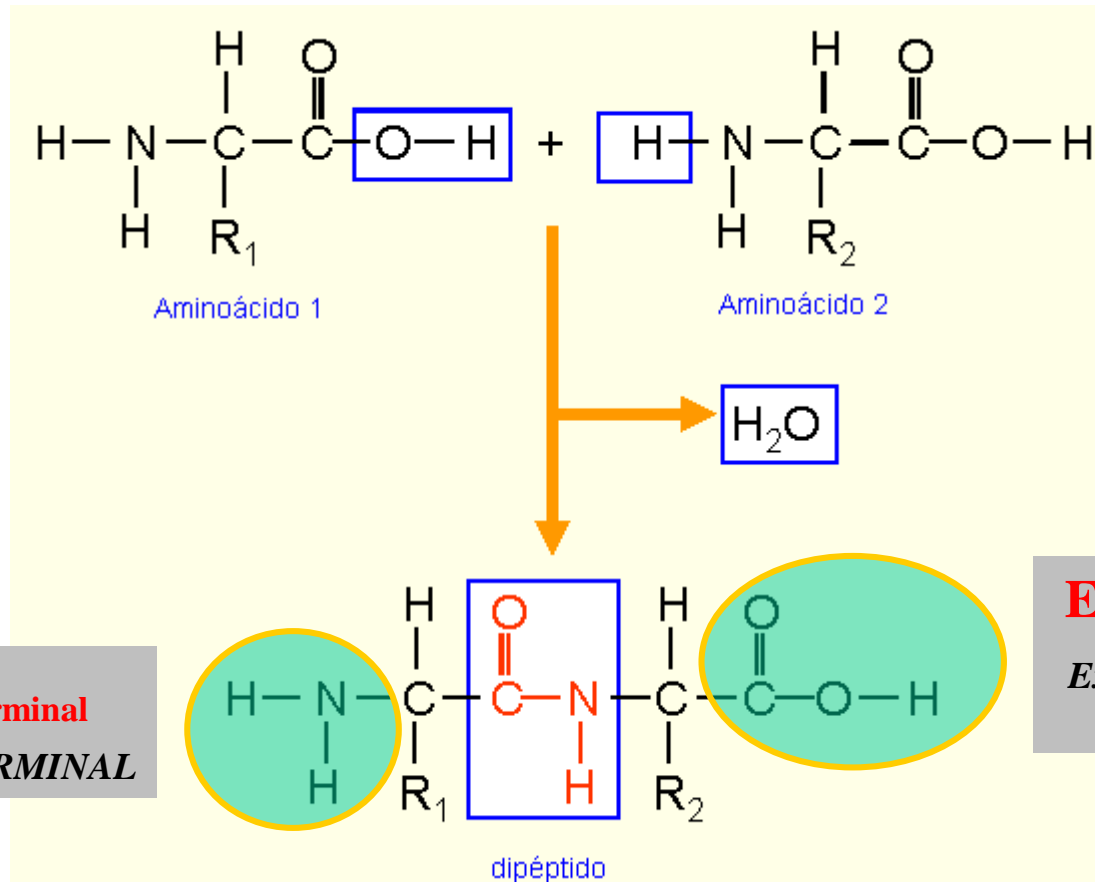


- Los organismos AUTÓTROFOS pueden sintetizar todos aquellos aas que necesitan para su metabolismo

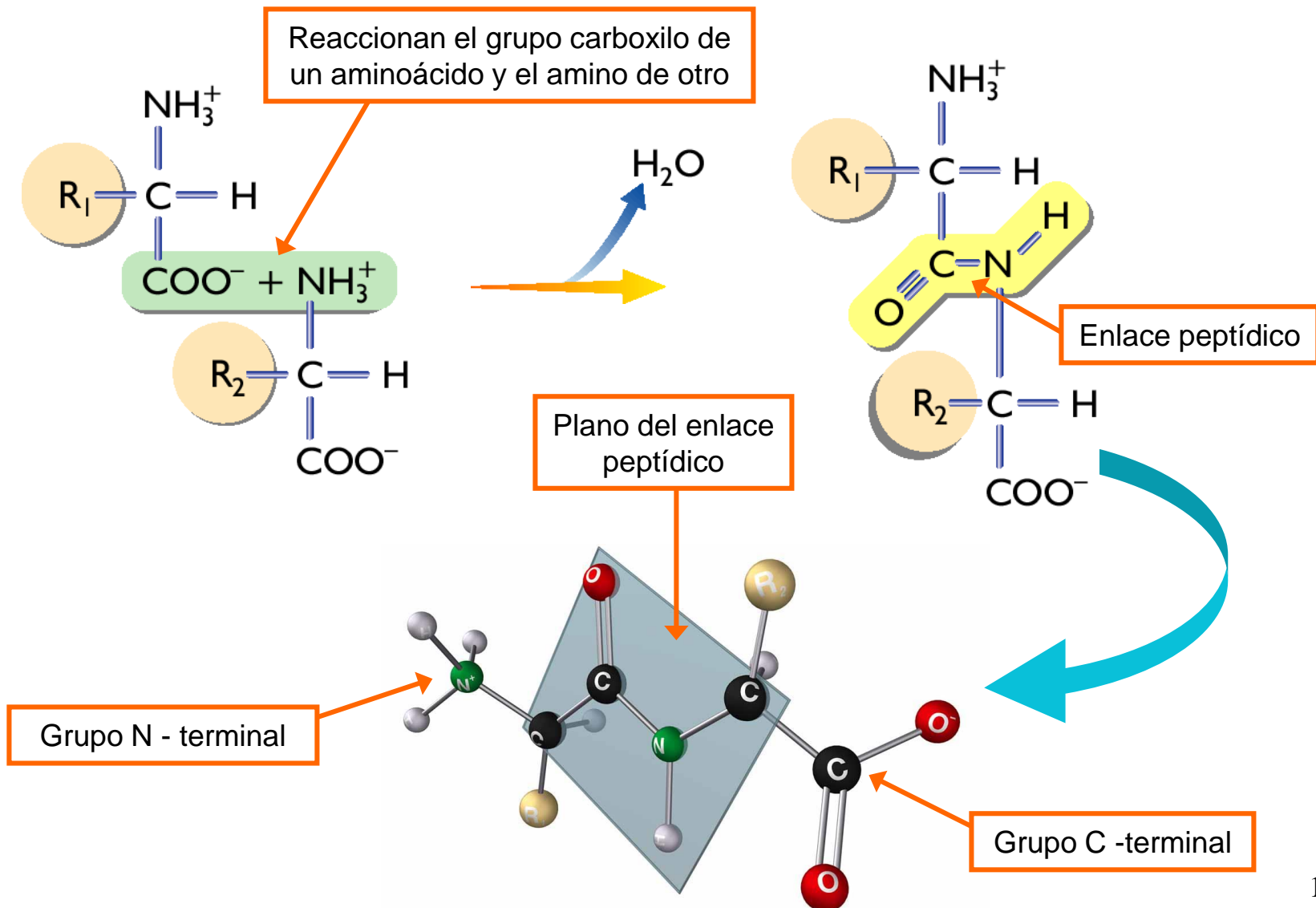
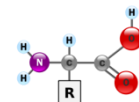
# 3.- El enlace peptídico

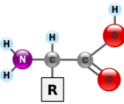


- Los aa se unen entre sí por **enlaces peptídicos**  
(Enlace covalente entre el COOH y NH<sub>2</sub> de 2 aas con pérdida de 1 molécula de H<sub>2</sub>O)
- Los aas unidos se pasan a llamar **residuos**
- Se forma **dipéptido** (2), **tripéptido** (3), **oligopéptido** (< 50), **polipéptidos** (+ aa)

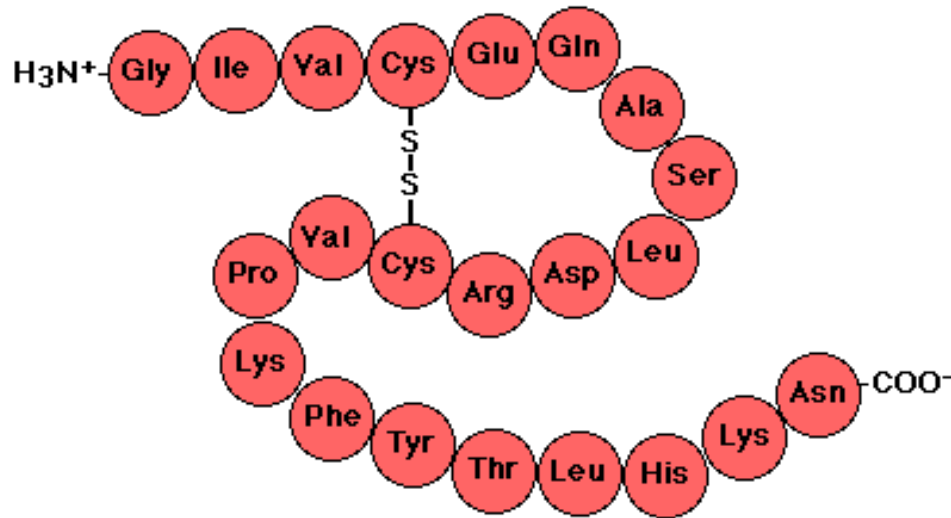


# FORMACIÓN DEL ENLACE PEPTÍDICO

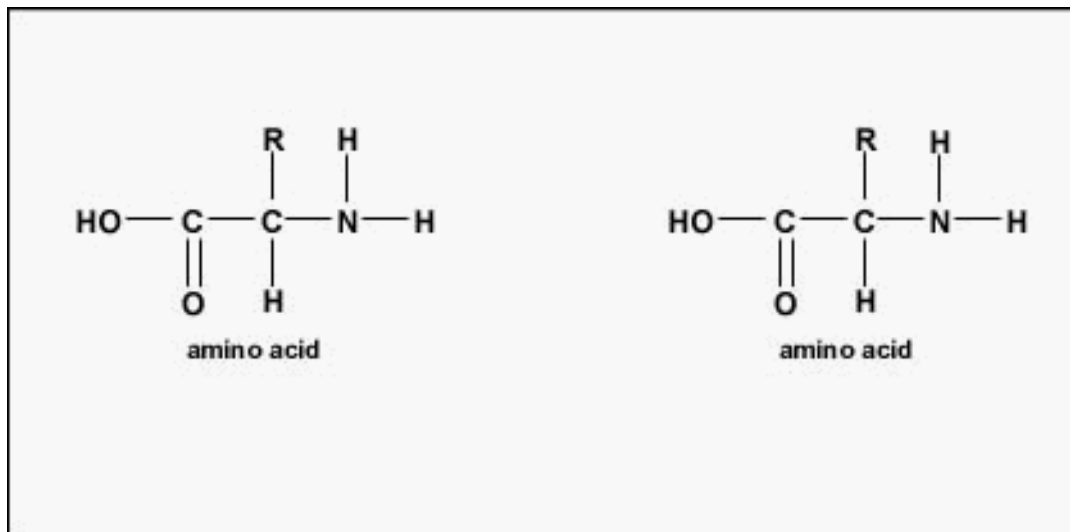


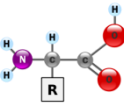


- Por convenio se nombran empezando por el N-terminal → C-terminal

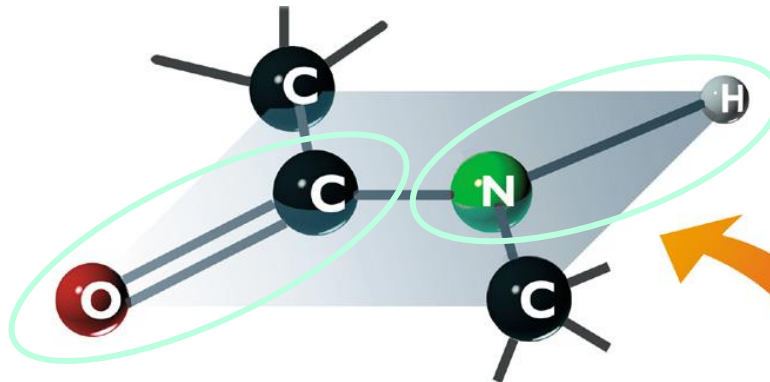


$N_t$ -Gly-Ile-Val-Cys-Glu-Gln-Ala-Ser-Leu-Asp-Arg-Cys-Val-Pro-Lys-Phe-Tyr-Thr-Leu-His-Lys-Asn- $C_t$





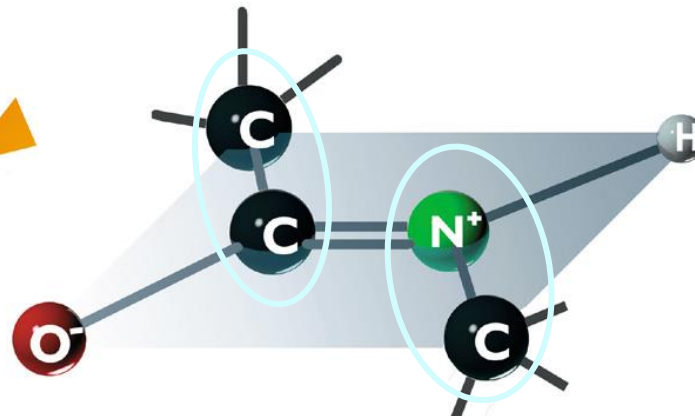
# CARACTERÍSTICAS DEL ENLACE PEPTÍDICO



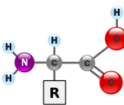
- Es un enlace covalente más corto que la mayoría de los enlaces **C – N**

- Posee cierto carácter de doble enlace, lo que le impide girar libremente

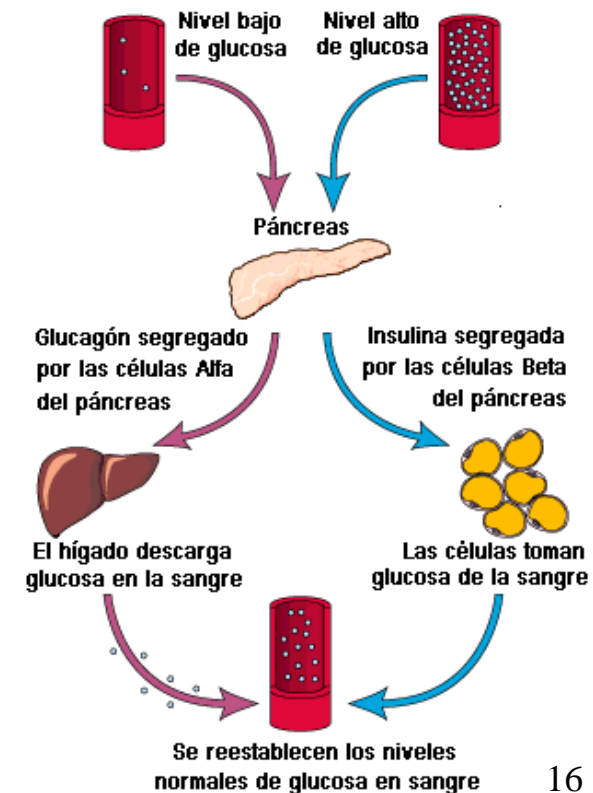
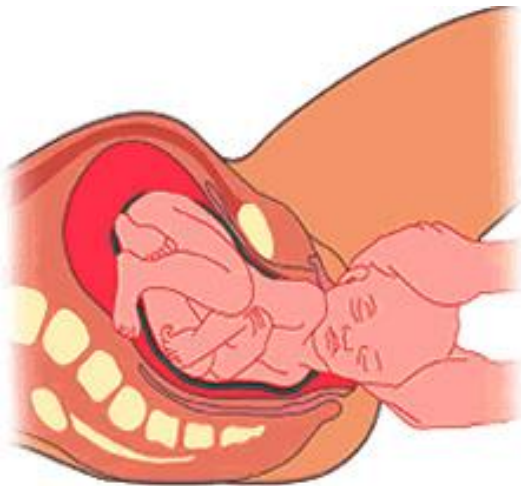
- Los cuatro átomos del enlace (**C=O ; N–H**) se encuentran sobre el mismo plano



- Los únicos enlaces que pueden girar son los formados por **C–C** y **C–N**

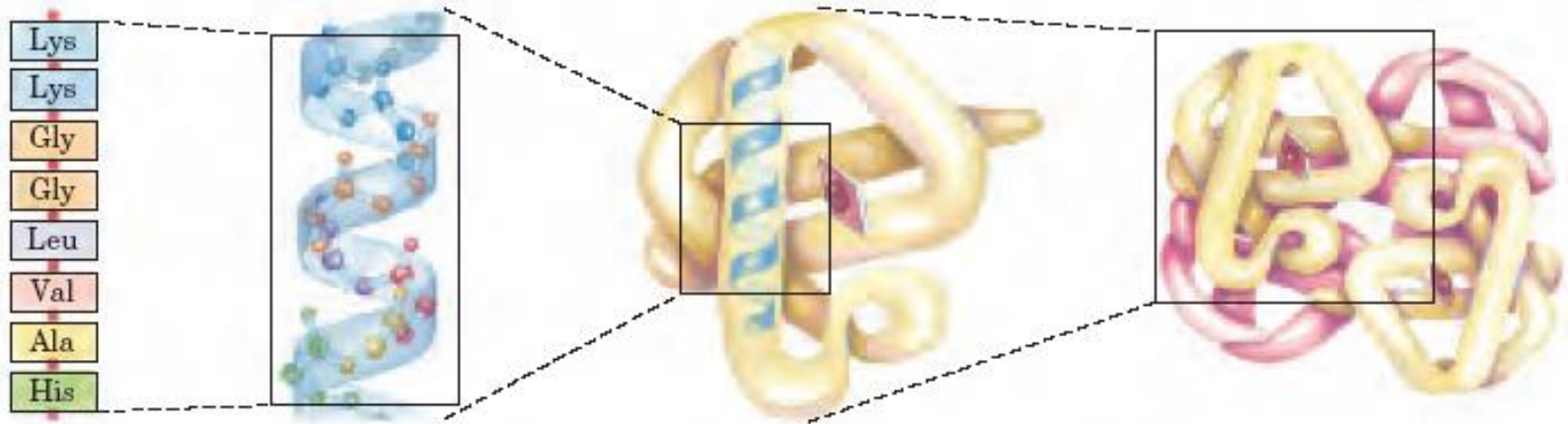


- **OXITOCINA**: hormona que regula las contracciones del útero
- **ARGININA VASOPRESINA**: hormona que regula la pérdida de agua
- **INSULINA** y **GLUCAGÓN**: regulan el nivel de azúcar en sangre
- **GLUTATIÓN**: transporta aas al exterior de la célula
- **GRAMICIDINA-S** y **VALINOMICINA**: transporte de iones a través de mbs biológicas

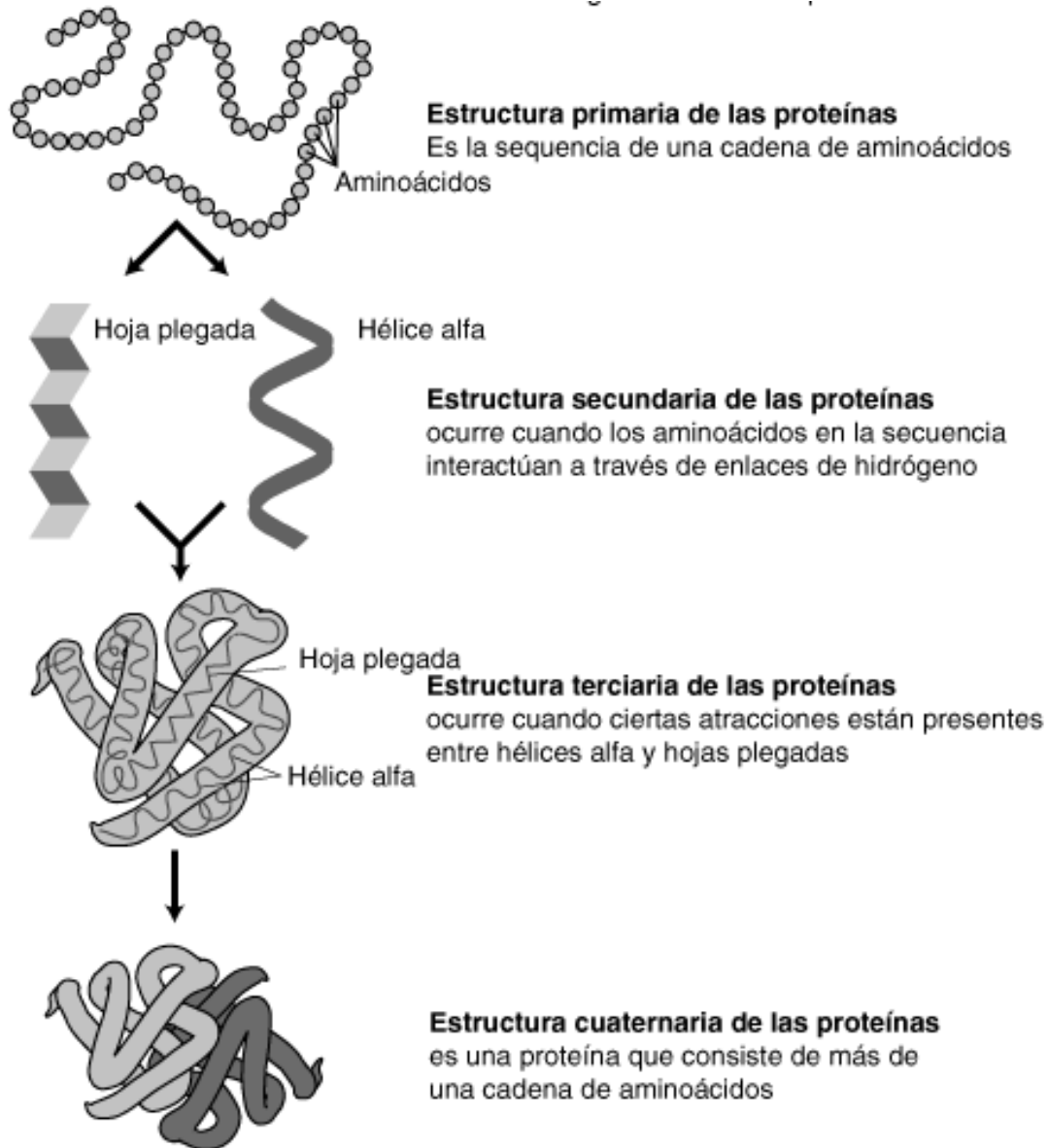


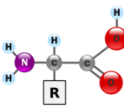


# ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

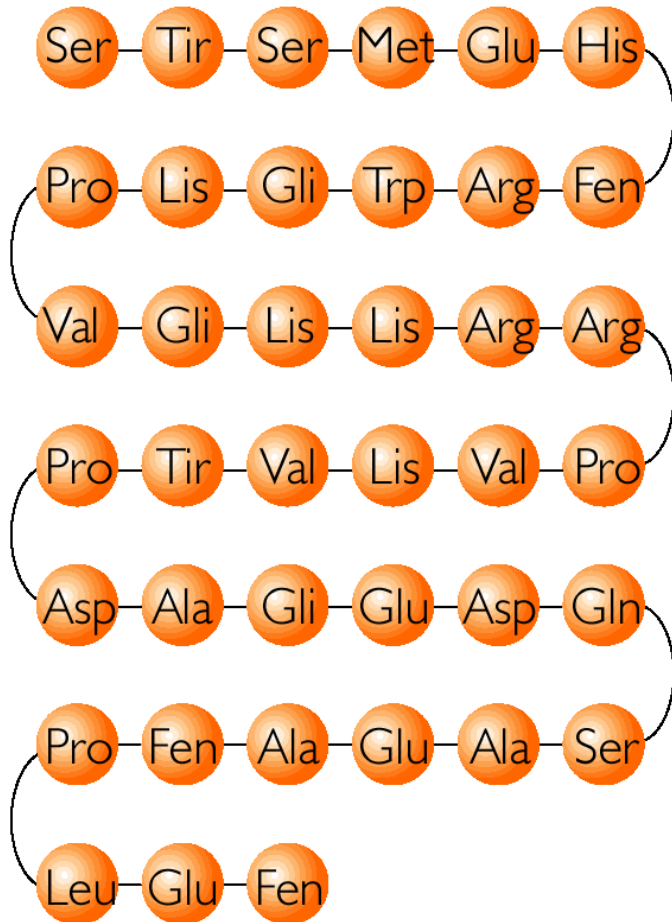


# ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS





## □ ESTRUCTURA PRIMARIA DE LAS PROTEÍNAS

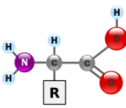


- Todas las proteínas la tienen.
- Indica los aminoácidos que la forman y el orden en el que están colocados.
- Está dispuesta en zigzag por la planaridad del enlace peptídico.
- El número de polipéptidos diferentes que pueden formarse es:

$$20^n$$

Número de aminoácidos de la cadena

Es la estructura más sencilla pero la más importante ya que determina el resto de las estructuras proteicas.



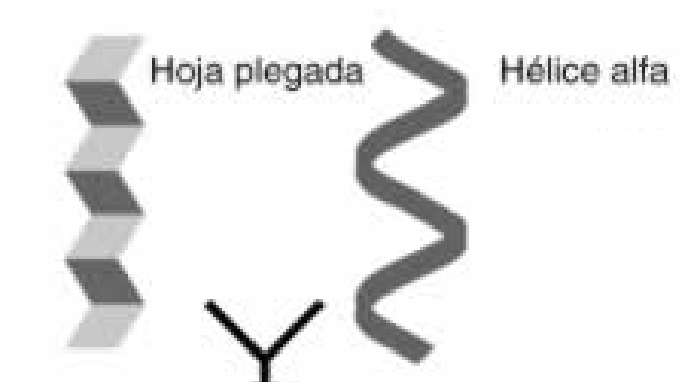
□ **Estructura 2<sup>aria</sup>**: es la disposición espacial que adoptan la secuencia de aminoácidos o estructura primaria para ser estable.  
Es consecuencia directa de la capacidad de giro que poseen los Carbonos asimétricos de los aminoácidos.

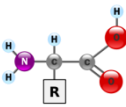
- Los modelos más frecuentes son:

**$\alpha$ -HÉLICE**

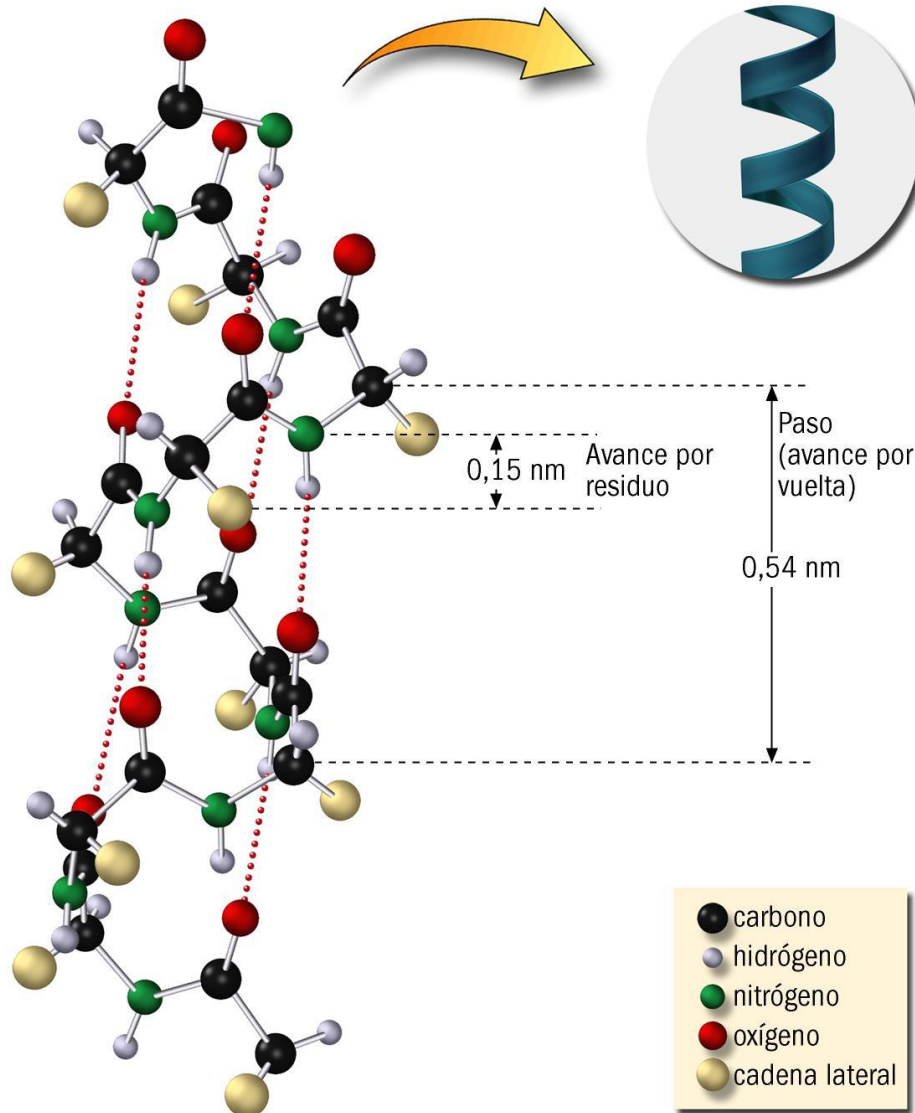
**CONFORMACIÓN  $\beta$  o LÁMINA PLEGADA**

- Una misma proteína puede tener una región en  **$\alpha$ -hélice** y otra en **lámina plegada**
- El tipo de estructura 2<sup>aria</sup> que adopte una proteína depende de su función

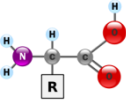




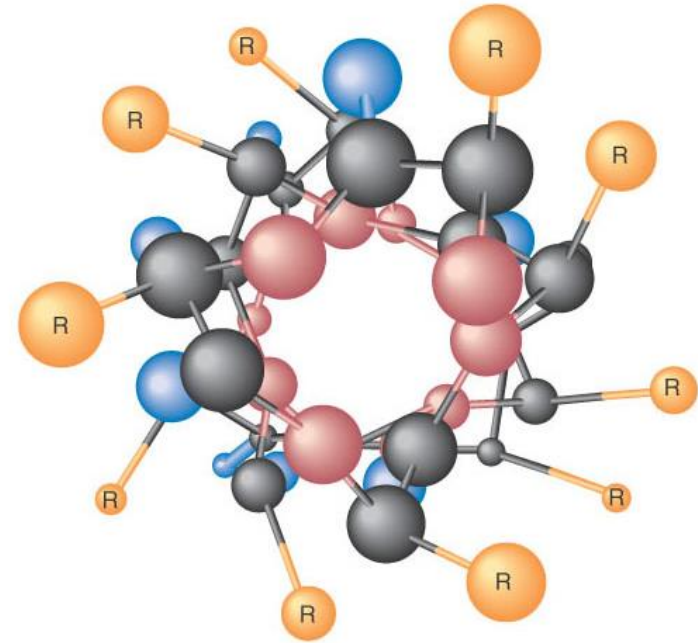
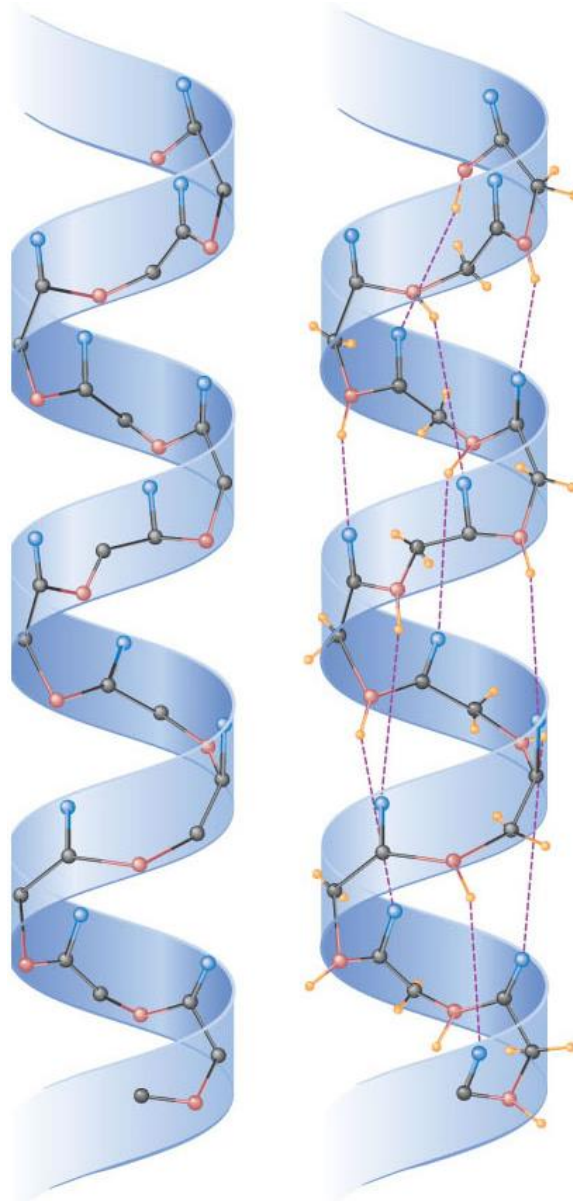
## ESTRUCTURA SECUNDARIA DE LAS PROTEÍNAS: $\alpha$ -HÉLICE



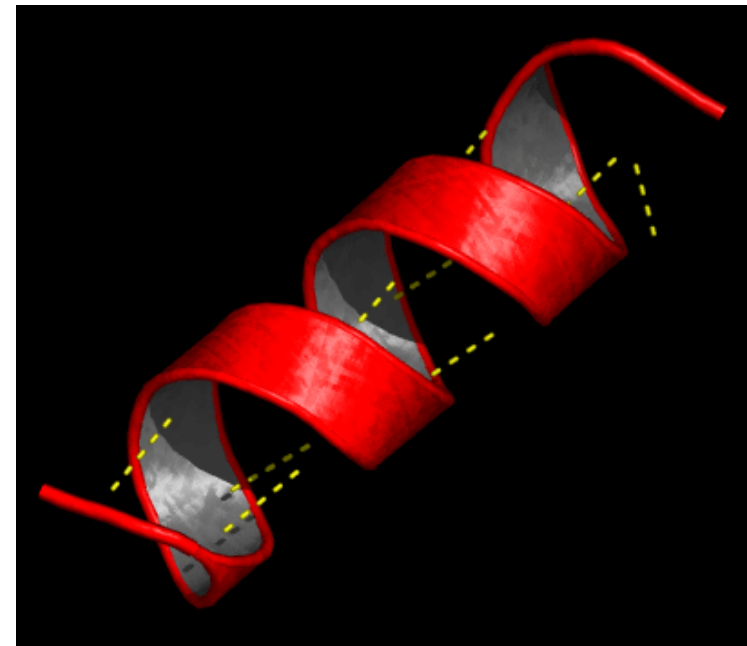
- La cadena se va enrollando en espiral sobre sí misma debido a los giros en  $C\alpha$ .
- Los **enlaces de hidrógeno intracatenarios** mantienen la estructura (entre  $[-NH]$  de un enlace peptídico y  $[-C=O]$  del 4º aa)
- La formación de estos enlaces determina la longitud por vuelta (= 0'54 nm)
- La rotación es hacia la derecha. Cada aminoácido gira  $100^\circ$  con respecto al anterior. Hay 3'6 residuos por vuelta.



# Hélice $\alpha$

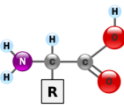


(c)



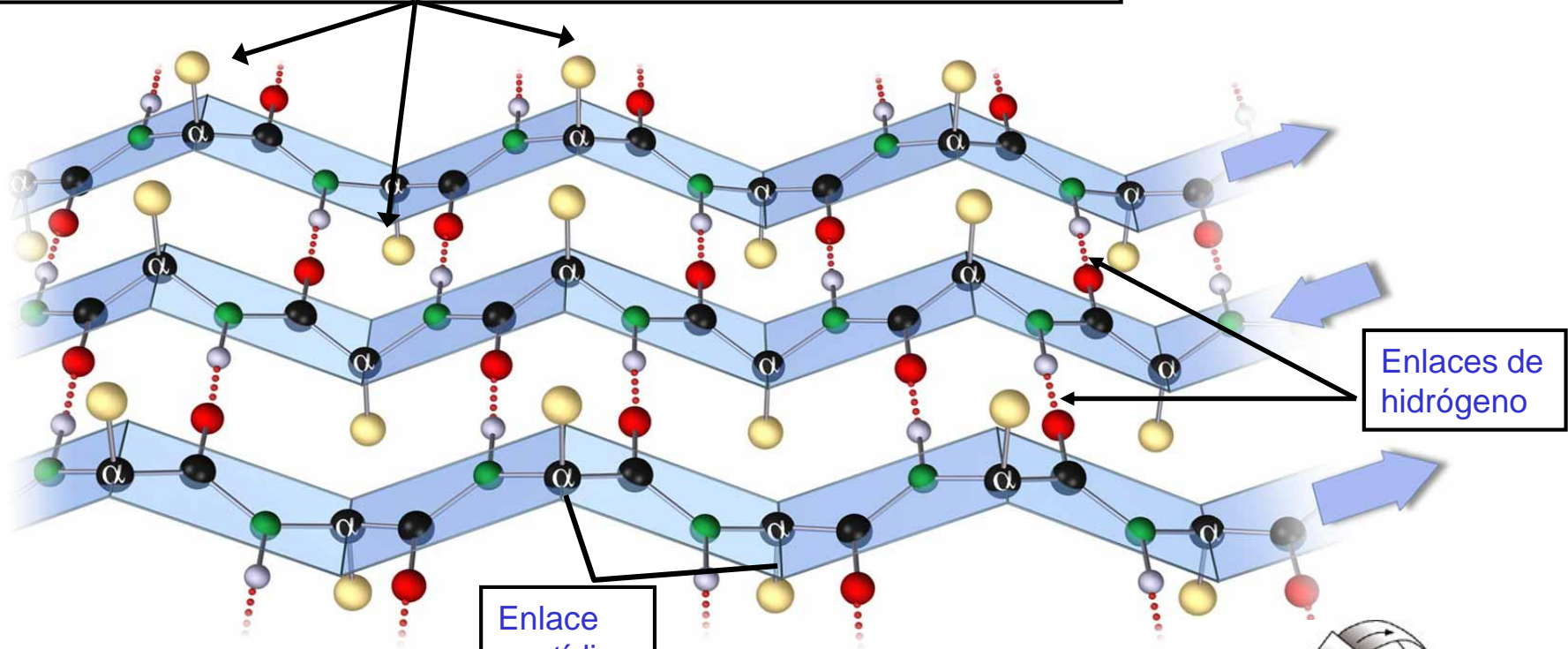


# ESTRUCTURA SECUNDARIA DE LAS PROTEÍNAS: CONFORMACIÓN $\beta$ o LÁMINA PLEGADA



Algunas proteínas conservan su estructura primaria en zigzag y se asocian entre sí.

Los radicales se orientan hacia ambos lados de la cadena de forma alterna.

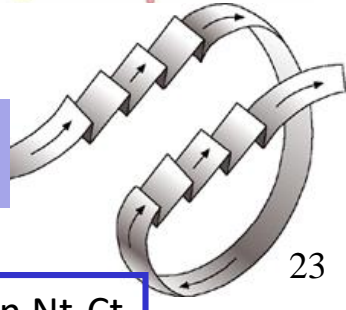


Las cadenas polipeptídicas se pueden unir de dos formas distintas.

Disposición antiparalela



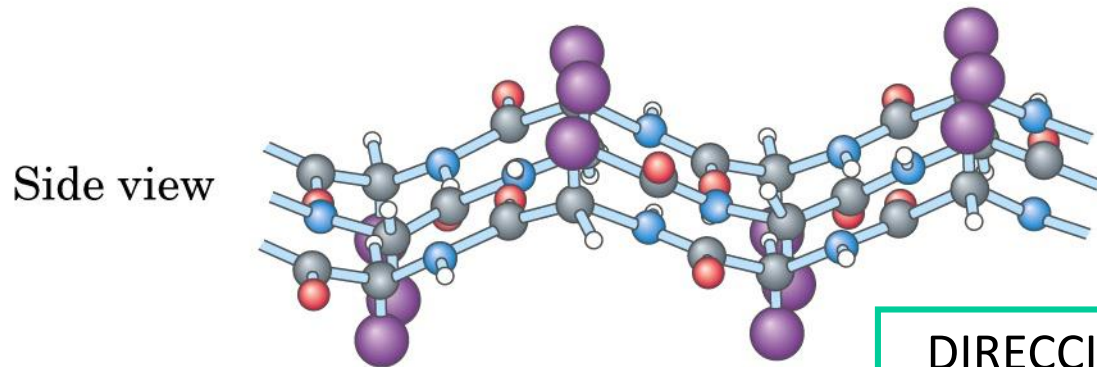
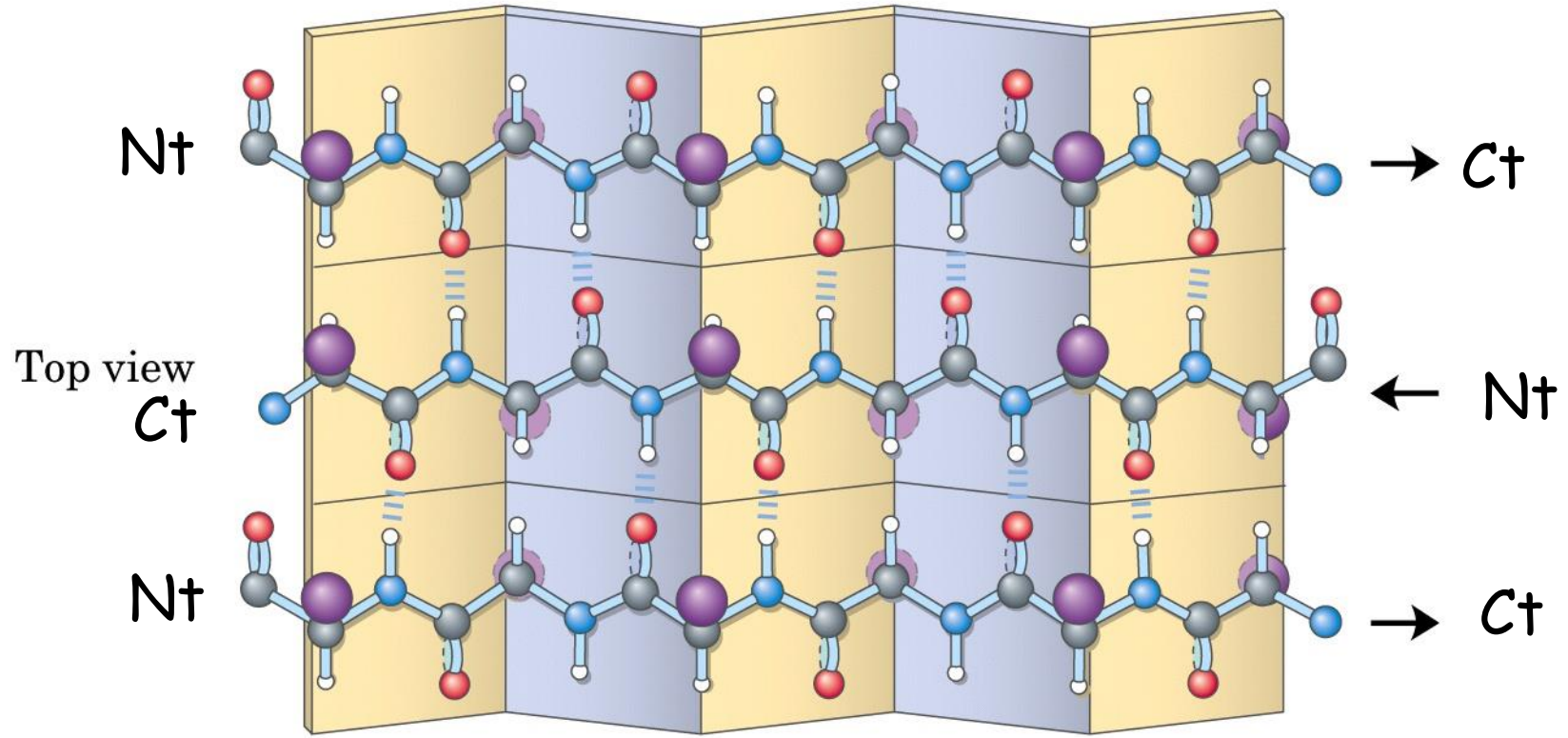
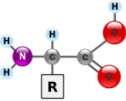
Disposición paralela



Cadenas en direcciones Nt-Ct y Ct-Nt

Cadenas en dirección Nt-Ct

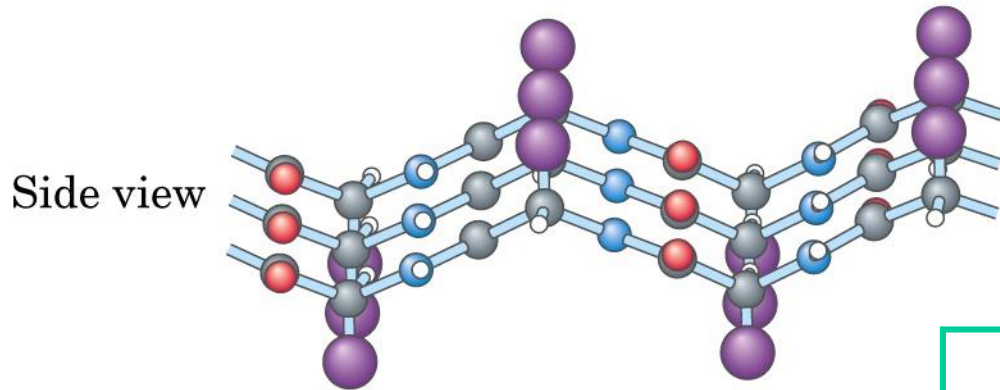
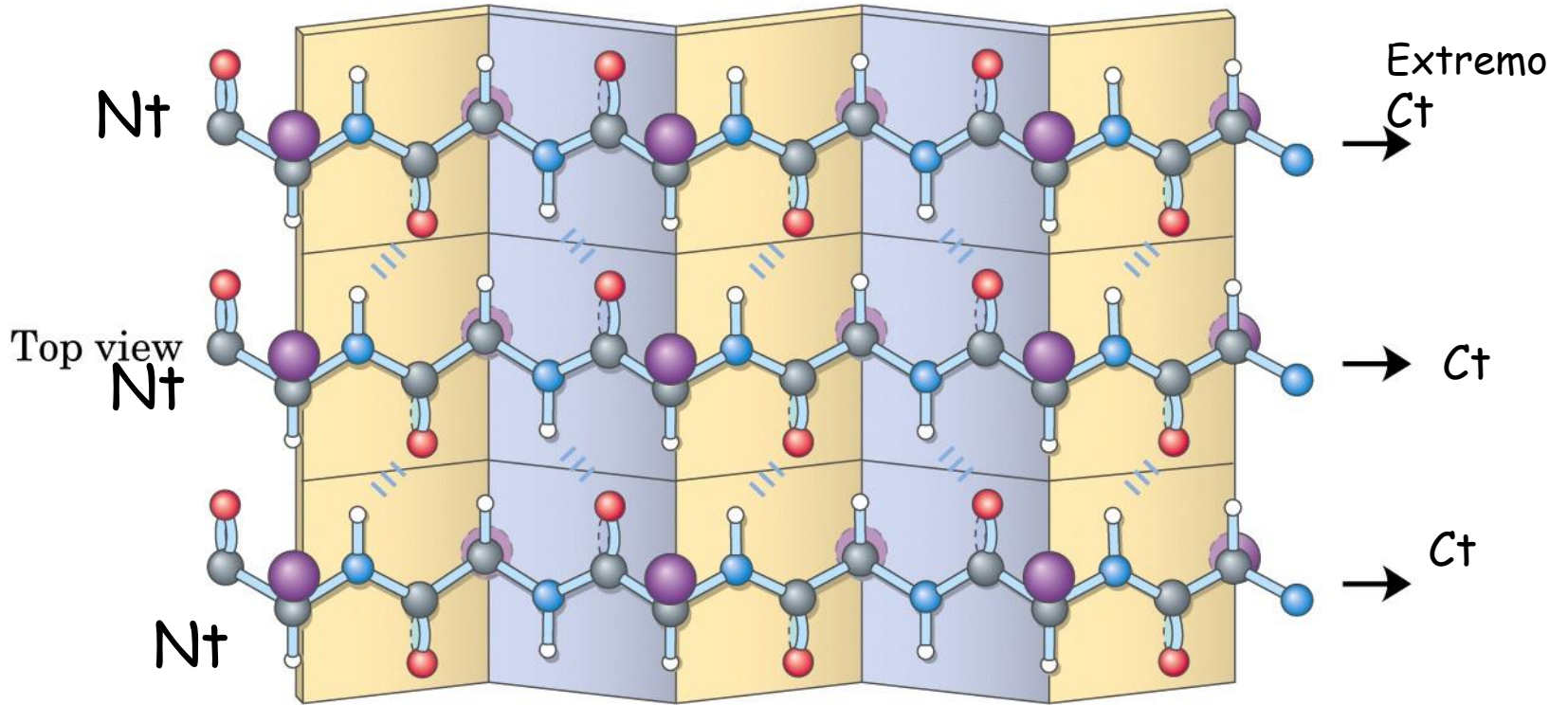
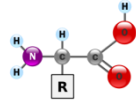
(a) Antiparallel



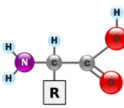
DIRECCIÓN Nt-Ct y Ct-Nt  
(+ compacta y + frecuente)<sup>24</sup>



(b) Parallel



DIRECCIÓN Nt-Ct  
(- compacta y - frecuente)<sup>25</sup>

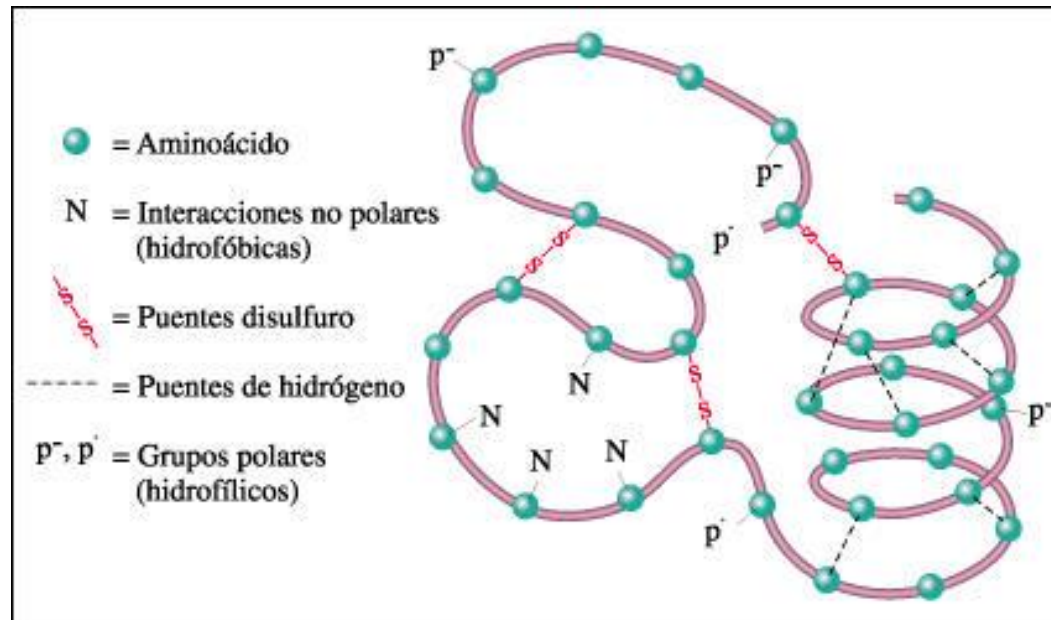


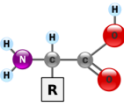
## ESTRUCTURA TERCIARIA DE LAS PROTEÍNAS

*Es el modo en que la proteína se encuentra plegada en el espacio por las uniones entre grupos R de diferentes aminoácidos*

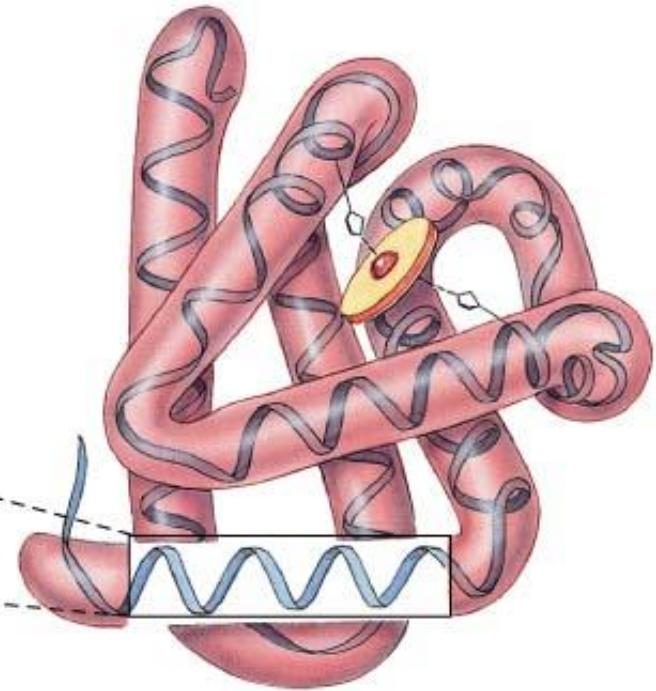
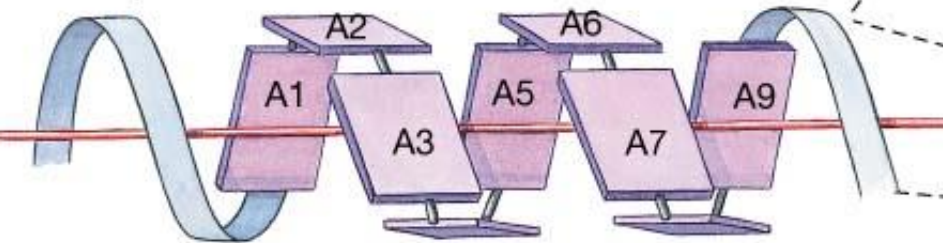
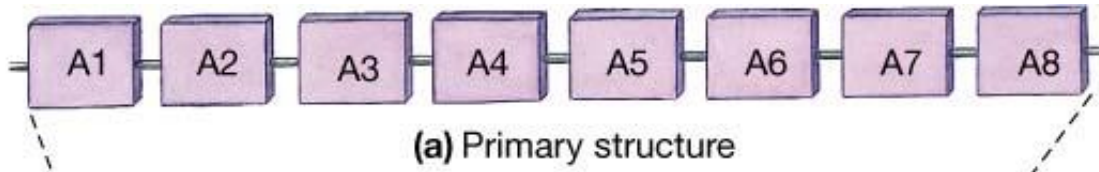
La estructura se estabiliza por uniones entre **R** de aminoácidos alejados unos de otros:

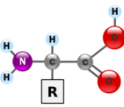
- Enlaces de hidrógeno (entre grupos **R** de aas polares)
- Atracciones electrostáticas (entre grupos **R** con carga opuesta)
- Atracciones hidrofóbicas (entre grupos **R** apolares)
- Puentes disulfuro (entre grupos **-SH** de 2 Cys)





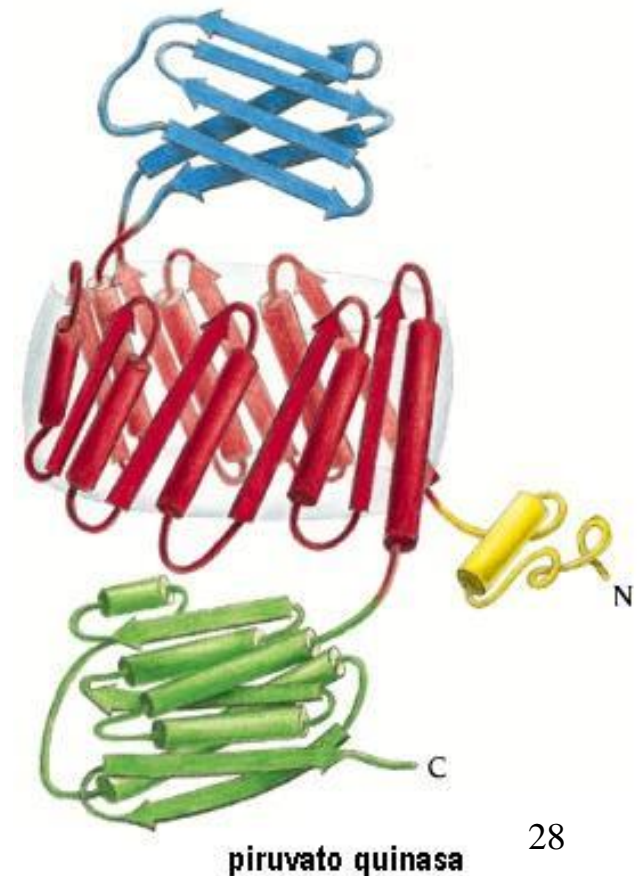
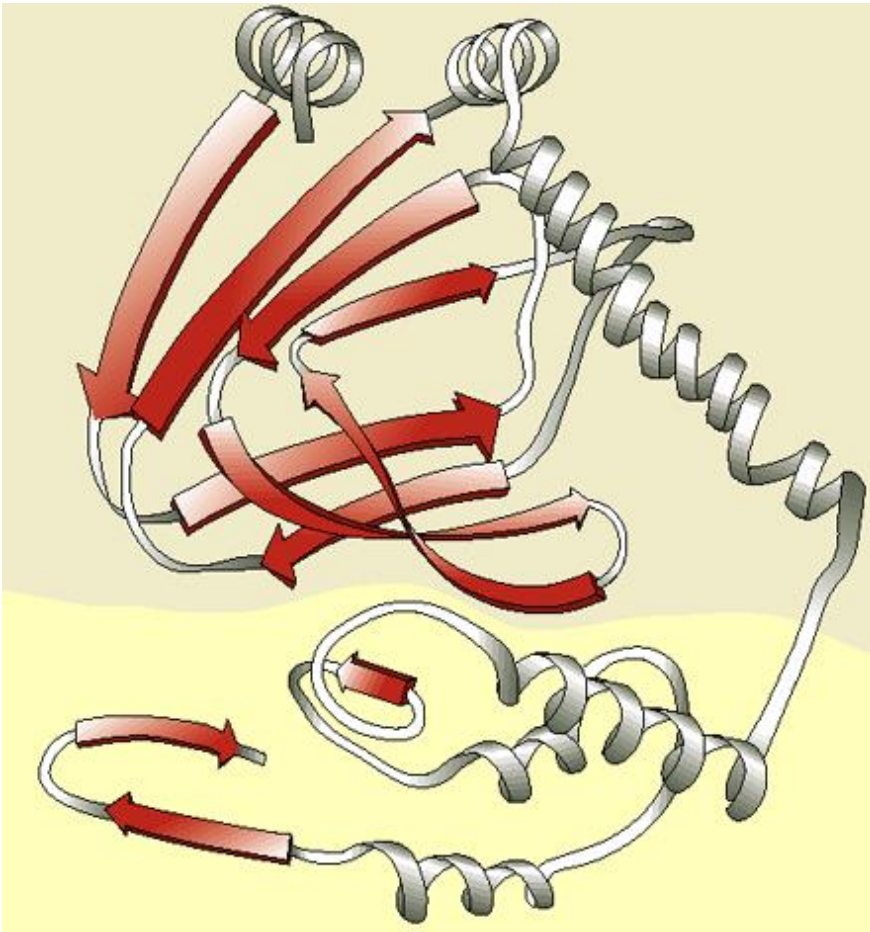
## ESTRUCTURA TERCIARIA DE LAS PROTEÍNAS



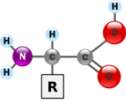


## ESTRUCTURA TERCIARIA DE LAS PROTEÍNAS

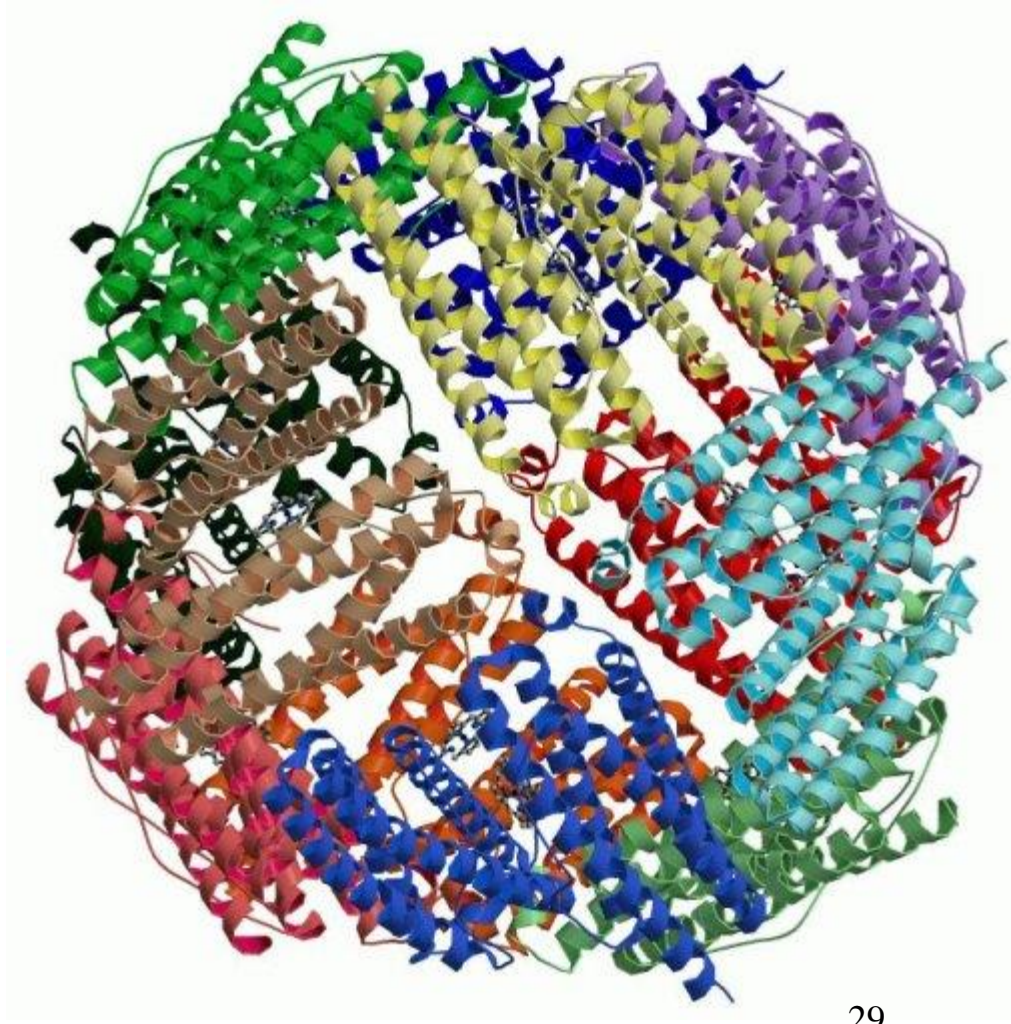
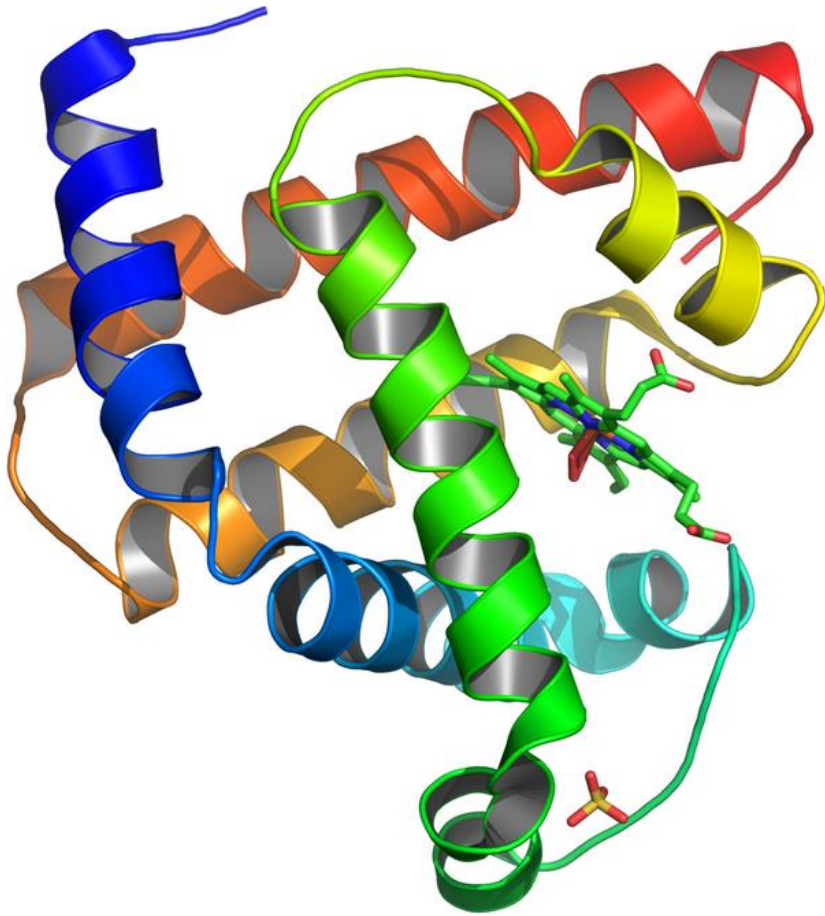
- En las proteínas de elevado peso molecular, la estructura 3<sup>aria</sup> está constituida por **dominios** (*unidades de 50-300 aas conectados por polipéptidos*)
- Los dominios se unen entre si mediante **bisagras** (porción proteica flexible)
- La estructura 2<sup>aria</sup> de los dominios puede ser diferente ( $\alpha$ -hélice o lámina $\beta$ )

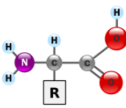






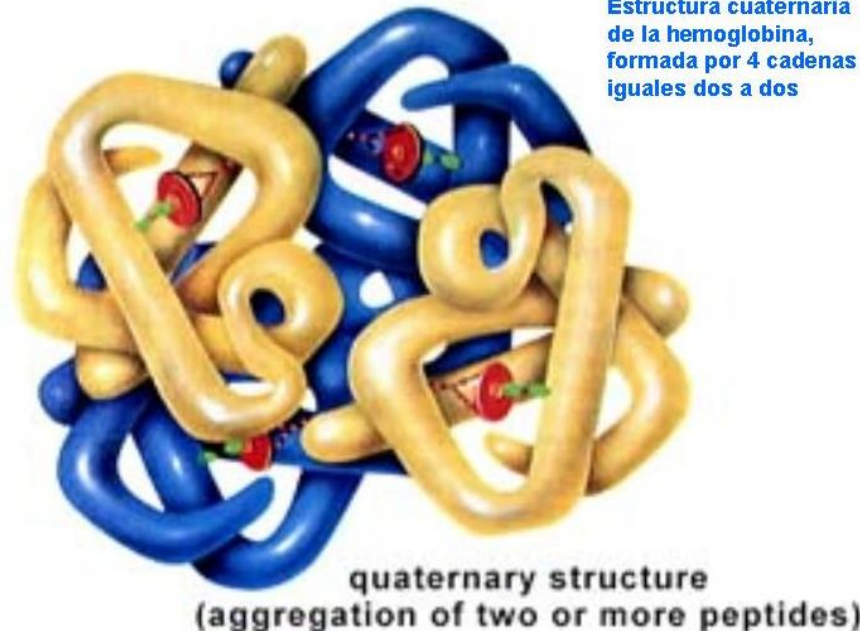
# ESTRUCTURA TERCIARIA DE LAS PROTEÍNAS



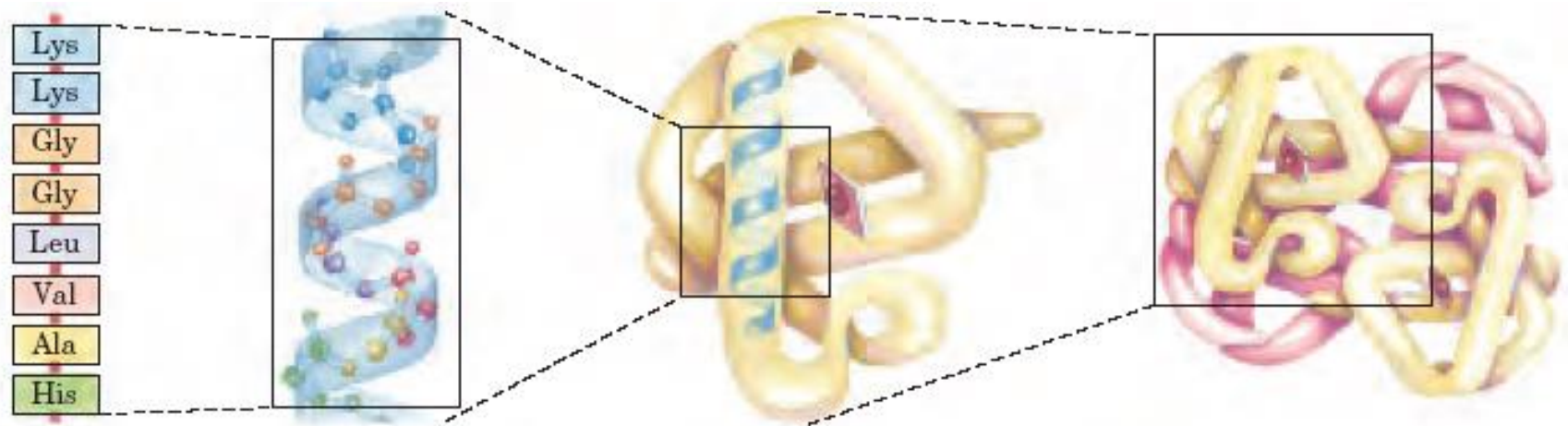


## □ ESTRUCTURA CUATERNARIA DE LAS PROTEÍNAS

- La presentan las proteínas que tienen más de 1 cadena polipeptídica (**subunidad** o **protómero**)
  - 2 cadenas = dímero ; 3 cadenas = trímero ; 4 cadenas = tetrámero*
- Las cadenas se unen entre sí por **interacciones del mismo tipo que las que estabilizan la estructura 3<sup>aria</sup>**
- El uso de subunidades puede presentar ventajas:
  - Reduce la cantidad de información genética necesaria
  - Si existe alguna subunidad defectuosa se elimina fácilmente y se conserva el resto (ahorro de energía y materiales)



# En resumen, la estructura de una proteína



## Primaria

Combinación ilimitada de aminoácidos.

Unión Peptídica

Secuencia

## Secundaria

Hélice  
Hoja Plegada

Puente de Hidrógeno

Conformación

## Terciaria

Globular  
Fibrosa

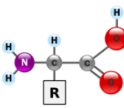
Puente de Hidrógeno, Interacciones hidrofóbicas, salinas, electrostáticas.

## Cuaternaria

Subunidades iguales  
Subunidades distintas

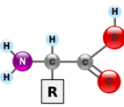
Fuerzas diversas no covalentes.

Asociación



- **Solubilidad:** dependerá de la **cantidad de aas polares** que tenga y que se localicen sobre la superficie externa de la proteína estableciendo **puentes de H con el H<sub>2</sub>O**
- **Desnaturalización:** rotura de los enlaces que mantiene la estructura de la proteína.
  - Se pierde la estructura 4<sup>aria</sup>, 3<sup>aria</sup> y 2<sup>aria</sup>
  - La proteína pierde su función biológica
  - En ciertas condiciones puede ser reversible (**Renaturalización**)
  - Causas:
    - *Variaciones de Temperatura*
    - *Variaciones de pH*
    - *Sustancias semejantes a aas, que compiten con los grupos ácido y amino para establecer puentes de H (p.e. Urea)*



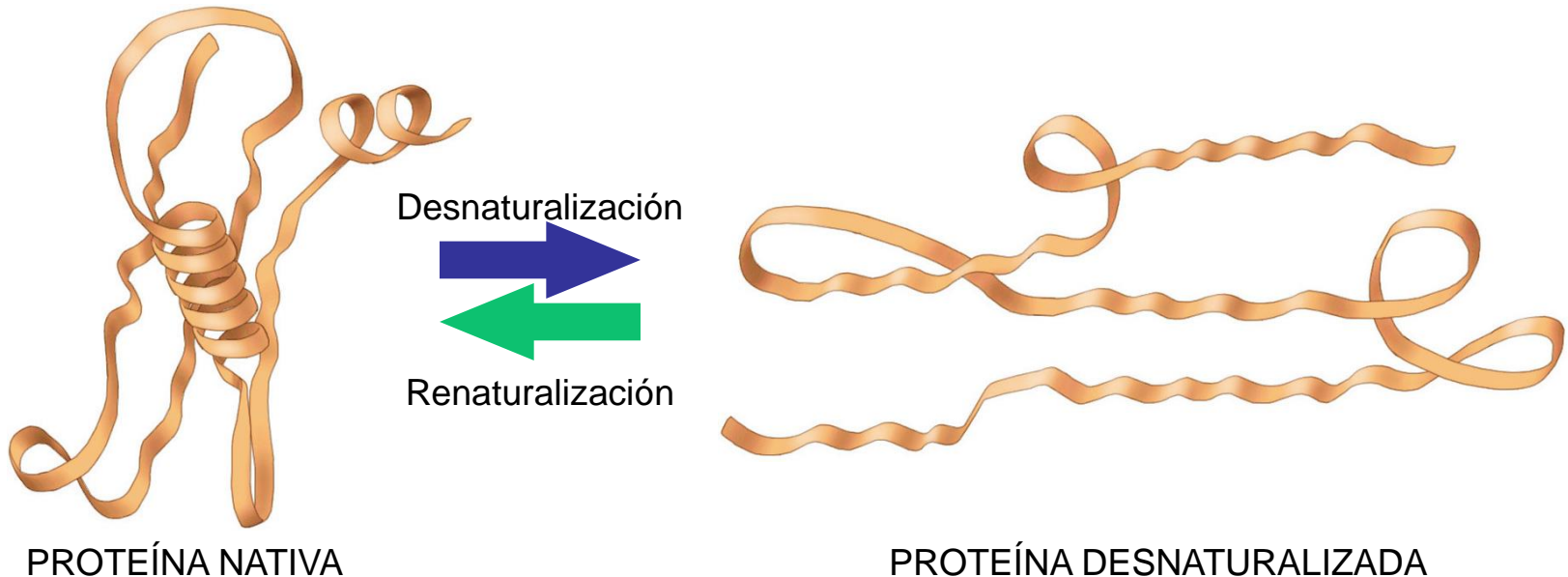


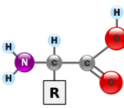
## DESNATURALIZACIÓN Y RENATURALIZACIÓN

La desnaturalización es la pérdida de las estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria

Puede estar provocada por cambios de pH, de temperatura o por sustancias desnaturizantes

En algunos casos la desnaturalización puede ser reversible.





- **Capacidad amortiguadora:** las proteínas tienen un comportamiento **anfótero** (igual que los aas que la forman) ya que pueden comportarse como ácidos o como bases. Son capaces de amortiguar las variaciones de pH.
- **Especificidad:** las proteínas son específicas en diferentes niveles:
  - **Especificidad de función:** reside en la posición de determinados aas en la estructura 1<sup>aria</sup>  
*posición aas estructura 1<sup>aria</sup> → estructura 4<sup>a</sup> → función de esa proteína*  
Una pequeña variación en la secuencia de aas puede variar (o hacer que pierda) su función
  - **Especificidad de especie:** existen proteínas exclusivas de cada especie. Sin embargo, lo más común es que las proteínas que desempeñan la misma función en diferentes especies tengan similares la composición y la estructura. Son las *proteínas homólogas* como la insulina exclusiva de vertebrados (la cadena A es igual en el hombre, perro, cachalote).

## 7.- Clasificación de las proteínas

❑ HOLOPROTEÍNAS: proteínas compuestas sólo por aminoácidos.

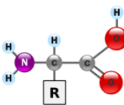
Según su estructura se clasifican en:

- ❑ Proteínas fibrosas. Forma alargada, insolubles en agua, una función estructural
- ❑ Proteínas globulares. Forma esférica, solubles en agua, presentan funciones variadas.

❑ HETEROPROTEÍNAS: proteínas compuestas por el grupo proteico (aas) + un grupo no proteico/prostético.

Dependiendo de la naturaleza química del grupo prostético se clasifican en:

- ❑ Cromoproteínas: parte no proteica es una sust. coloreada
- ❑ Nucleoproteínas: grupo prostético es un ácido nucleico
- ❑ Glucoproteínas: grupo prostético es un glúcido
- ❑ Fosfoproteínas: grupo prostético es ácido ortofosfórico
- ❑ Lipoproteínas: grupo prostético es un lípido



## □ HOLOPROTEÍNAS: proteínas compuestas sólo por aminoácidos.

### PROTEÍNAS FIBROSAS

- Generalmente, los polipéptidos que las forman se encuentran ordenados o enrollados en haces paralelos.
- Son proteínas insolubles en agua.
- Tienen funciones estructurales o protectoras.

#### COLÁGENO

Se encuentra en tejido conjuntivo, piel, cartílago, hueso, tendones y córnea.

#### MIOSINA

Responsables de la contracción muscular.

#### QUERATINAS

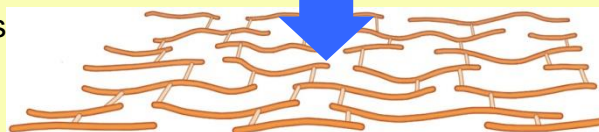
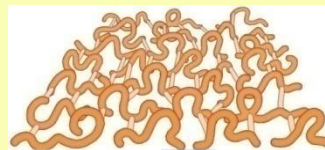
Forman los cuernos, uñas, pelo y lana.

#### FIBRINA

Interviene en la coagulación sanguínea.

#### ELASTINA

Proteína elástica que aparece en estructuras elásticas (piel, vasos sang.)



### PROTEÍNAS GLOBULARES

- Más complejas que las fibrosas.
- Son solubles en agua
- Son las principales responsables de las actividades biológicas de la célula

#### ALBÚMINAS

Realizan transporte de moléculas o reserva de aminoácidos.

#### GLOBULINAS

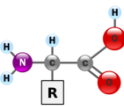
Diversas funciones, entre ellas las inmunoglobulinas que forman los anticuerpos.

#### ACTINA

Contracción muscular.

#### HISTONAS Y PROTAMINAS

Se asocian al ADN permitiendo su empaquetamiento.

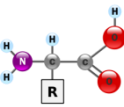


## □ HETEROPROTEÍNAS: grupo proteico + grupo prostético

En su composición tienen:

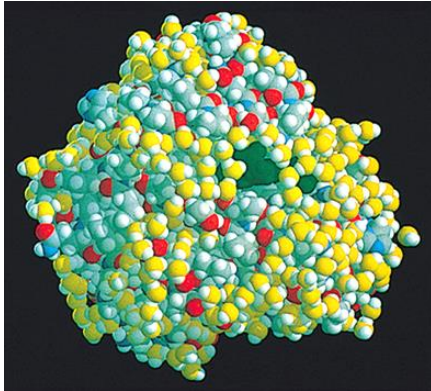
- Una proteína (**grupo proteico**)
- Una parte no proteica (**grupo prostético**)

HETEROPROTEÍNA	GRUPO PROSTÉTICO	EJEMPLO
<b>Cromoproteína</b> <i>Porfirínicas (con profirina)</i> <i>No porfirínicas</i>	<b>Pigmento</b> (sustancia coloreada) <i>Grupo hemo</i> <i>Cobre</i>	<b>Hemoglobina</b> (pigmento respiratorio rojo de vertebrados) <b>Hemocianina</b> (pigmento respiratorio azul de crustáceos)
<b>Nucleoproteína</b>	<b>Ácidos nucleicos</b>	<b>Histonas</b> (proteínas asociadas al ADN)
<b>Glucoproteína</b>	<b>Glúcido</b>	<b>Fibrinógeno</b> (cicatrización) <b>Inmunoglobulinas</b> (Ac)
<b>Fosfoproteína</b>	<b>Ácido fosfórico</b>	<b>Caseína</b> (leche) <b>Vitelina</b> (yema huevo)
<b>Lipoproteína</b>	<b>Lípido</b>	<b>LDL HDL</b>



## EJEMPLOS DE HETEROPROTEÍNAS

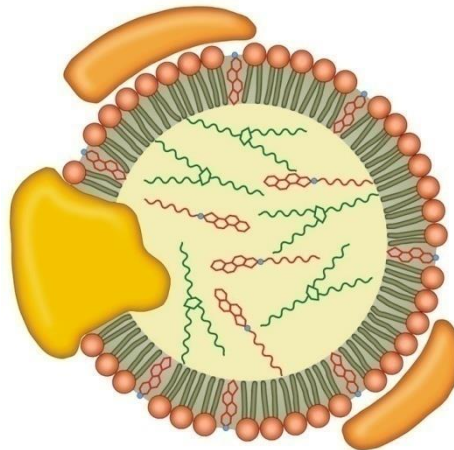
Hemoglobina



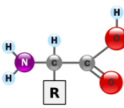
Inmunoglobulina



Lipoproteína plasmática



## 8.- Diversidad funcional de las proteínas



Debido a la gran diversidad estructural, las proteínas pueden tener funciones diversas

### FUNCIÓN

### EJEMPLO

#### ▪ DE RESERVA

Almacenan compuestos químicos para utilizarlos como elementos nutritivos o colaborar en la formación del embrión

- *Ovoalbúmina: clara del huevo*
- *Caseína: leche*
- *Zeína: maíz*
- *Hordeína: cebada*

#### ▪ DE TRANSPORTE

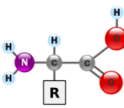
Se unen a diversas sustancias y las transportan a través de un medio acuoso o a través de mbs celulares

- *Lipoproteína: lípidos en el plasma*
- *Citocromos: e<sup>-</sup> en las mbs de mitocondrias y cloroplastos*
- *Hemoglobina: O<sub>2</sub> en la sangre de vertebrados*
- *Mioglobina: O<sub>2</sub> en los músculos*
- *Hemocianina: O<sub>2</sub> en la sangre de invertebrados*
- *Seroalbúmina: ácidos grasos*

#### ▪ CONTRÁCTIL

Participan en la contracción y movimiento

- *Actina y Miosina: contracción muscular movimiento de células (bacterias y esperma)*
- *Flagelina: forma parte de flagelos*
- *Dineína: movimiento de cilios*



## FUNCIÓN

## EJEMPLO

### ▪ PROTECTORA O DEFENSIVA

Protegen y defienden al organismo

- *Trombina: coagulación de la sangre*
- *Fibrinógeno: coagulación de la sangre*
- *Anticuerpos: defensa de infecciones*

### ▪ TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES

Ante una señal extracelular, las proteínas son mediadoras para que la célula produzca una respuesta

- *Rodopsina: en la retina, convierte una señal luminosa en un impulso nervioso*

### ▪ HORMONAL

Son capaces de controlar importantes funciones celulares

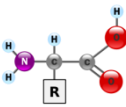
- *Insulina y Glucagón: secretadas por el páncreas; regulan el metabolismo de la glucosa*
- *Somatotropina: regula el crecimiento corporal*

### ▪ ESTRUCTURAL

Proporcionan soporte mecánico a células vegetales y animales

- *Glucoproteínas: en la membrana plasmática*
- *Histonas: en cromosomas*
- *Tubulina: formación del huso mitótico, mvts de la célula*
- *Colágeno: resistencia mecánica a tejidos conjuntivos*
- *Queratina: en la epidermis*
- *Elastina: en el cartílago*
- *Esclerotina: en el exoesqueleto de insectos*





## FUNCIÓN

## EJEMPLO

### ▪ HOMEOSTÁTICA

Mantienen el equilibrio del medio interno y colaboran en el mantenimiento del pH

· *Albúmina: controla el pH*

### ▪ RECONOCIMIENTO DE SEÑALES QUÍMICAS

Se sitúan en la superficie externa de la mb plasmática, donde reconocen hormonas, neurotransmisores, anticuerpos, virus, bacterias

· *Glucoproteínas*

### ▪ ENZIMÁTICA

Aumentan la velocidad de las reacciones químicas de los seres vivos

Enzimas