

CURSO DE BIOLOXÍA DE 2º DE BACHARELATO POR ESTÁNDARES

Bloque 2

A base molecular e fisicoquímica da vida

PROTEÍNAS

Estandar 3.1



Recoñece e clasifica os tipos de biomoléculas orgánicas, e relaciona a súa composición química coa súa estrutura e coa súa función.

Estandar 4.1

Identifica os monómeros e distingue os enlaces químicos que permiten a síntese das macromoléculas: enlace O-glicosídico, enlace éster, enlace peptídico e enlace O-nucleosídico.

Estandar 5.1

Describe a composición e a función das principais biomoléculas orgánicas .

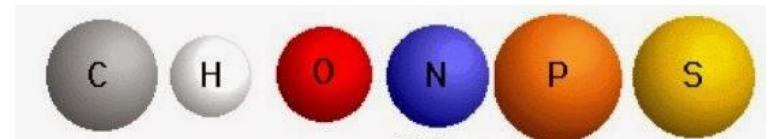
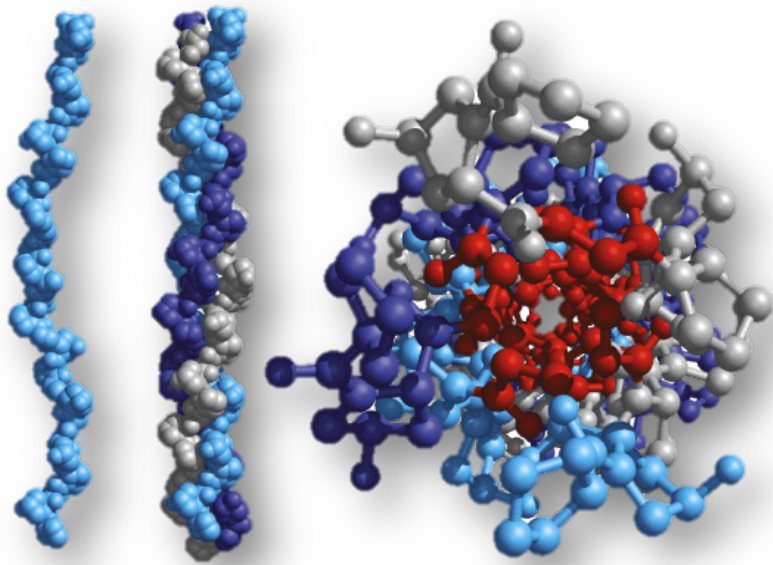
AS PROTEÍNAS



CARACTERÍSTICAS DAS PROTEÍNAS

As proteínas

- Son **biomoléculas orgánicas** compostas de **carbono**, **hidróxeno**, **osíxeno** e **nitróxeno** e que ademais poden conter **xofre**, e xa en menor proporción **fósforo**, **ferro**, **cobre**, **magnesio**, **iodo**, etc.
- As proteínas son o grupo de **biomoléculas máis abundosas** nos seres vivos, xa que constitúen arredor do **50% do peso celular seco**.
- Pero se por algo son importantes e pola **gran variedade de funcións** que desenvolven como veremos ao final deste tema.
- Outra importante característica das proteínas é a súa **especificidade**, o que significa que cada individuo pode ter **algunhas proteínas exclusivas** que serven para marcar a súa **identidade biolóxica**.



AGUA
55-65%

GRASA
15-20%

MINERALES
5.5-6.0%

PROTEÍNA
16-18%



AGUA
55-65%

GRASA
20-30%

MINERALES
5.5-6.0%

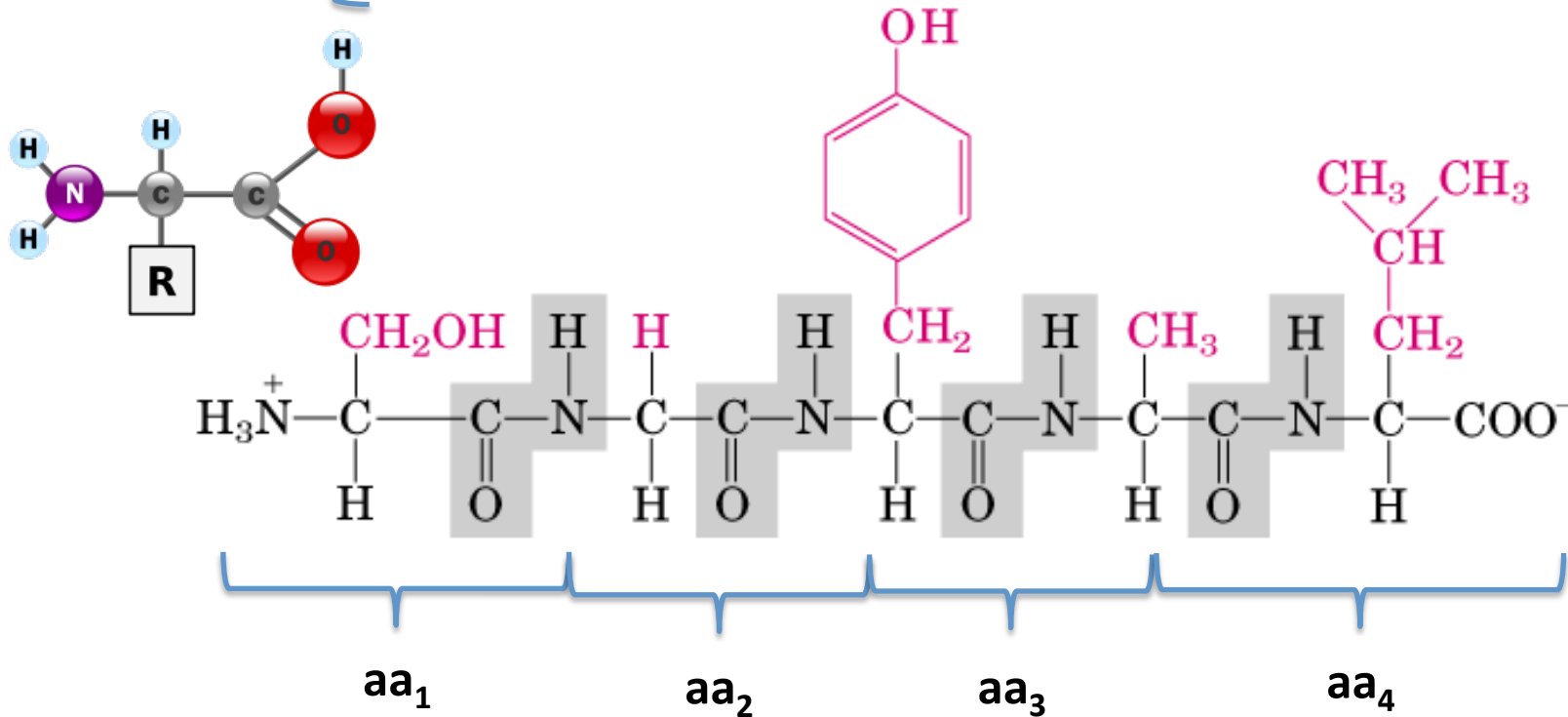
PROTEÍNA
14-16%



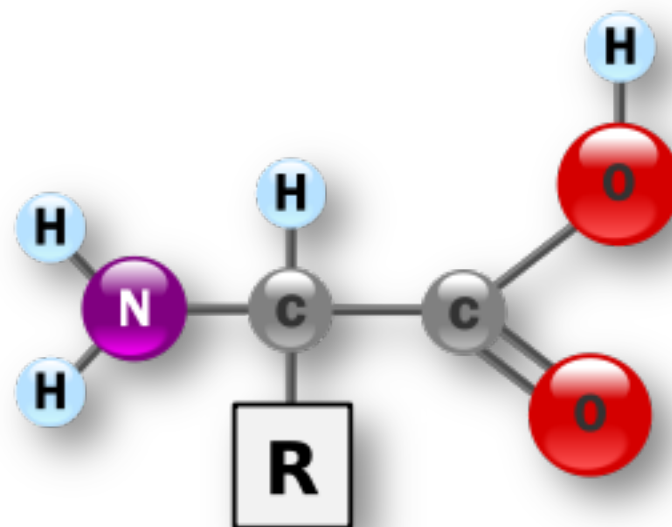
CARACTERÍSTICAS DAS PROTEÍNAS

As proteínas

- As **proteínas** son polímeros de moléculas relativamente simples (monómeros), **non hidrolizables**, denominadas **aminoácidos (aa)**.
- Os **aminoácidos** únense entre si orixinando **péptidos**. Segundo o seu tamaño molecular, poden ser **oligopéptidos**, formados por **non máis de 10 aminoácidos** e os **polipéptidos**, constituídos por **mais de 10 aminoácidos**.



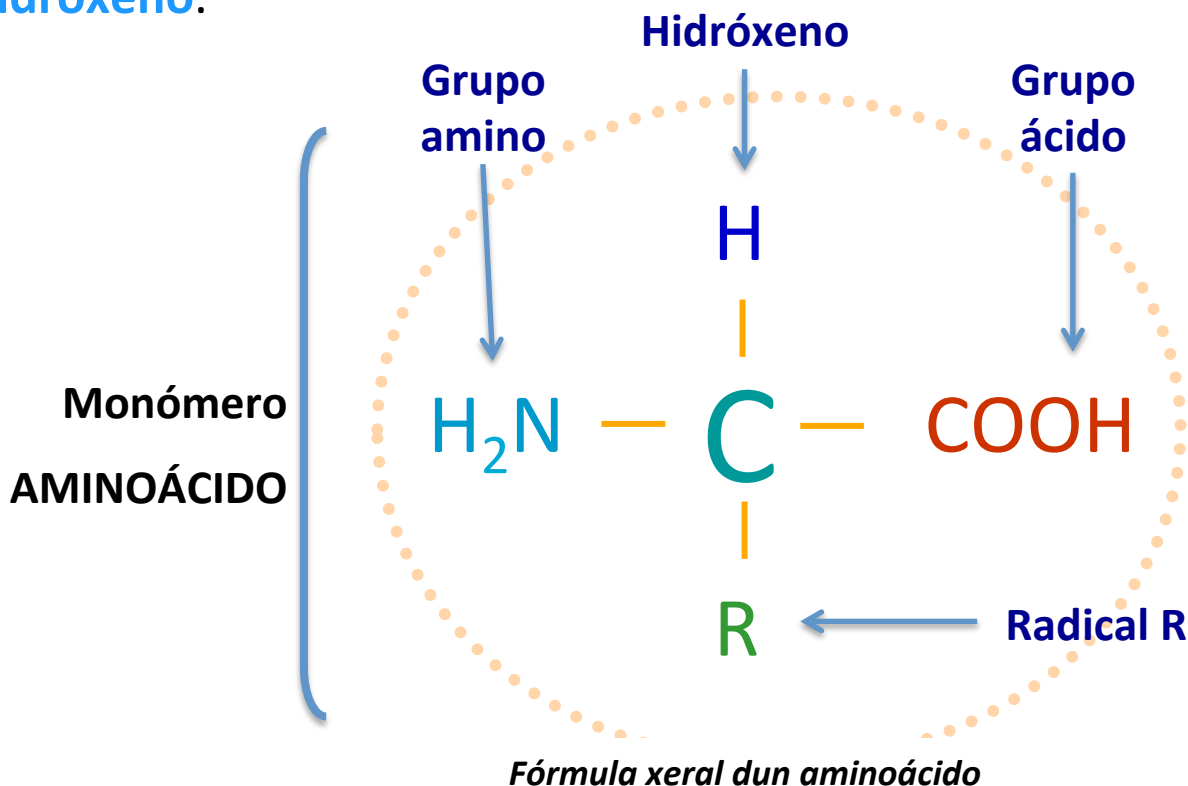
OS AMINOÁCIDOS



OS AMINOÁCIDOS

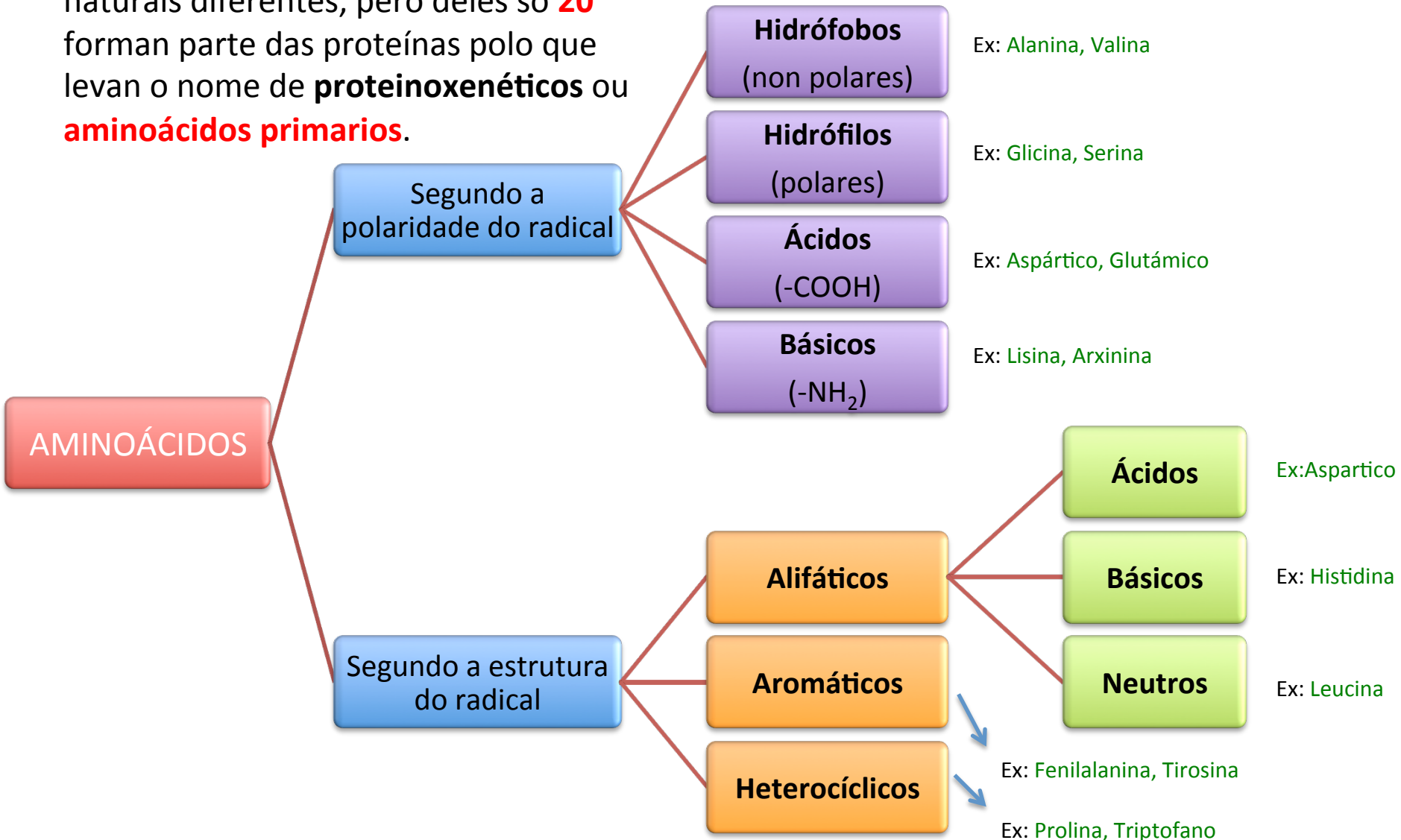
As aa

- Os **aminoácidos** son biomoléculas orgánicas, de baixa masa molecular, que teñen en común estar formadas por:
 - Un **grupo ácido** (carboxilo) (- COOH)
 - Un **grupo amino** (- NH₂).
 - Un **radical R** distinto para cada tipo de aminoácido
 - Un **hidróxeno**.



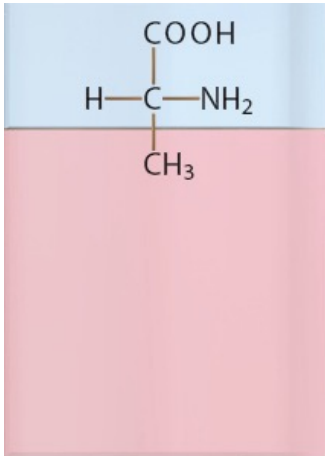
CLASIFICACIÓN DOS AMINOÁCIDOS PRIMARIOS

- Coñécense máis de 100 aminoácidos naturais diferentes, pero deles so **20** forman parte das proteínas polo que levan o nome de **proteinoxenéticos** ou **aminoácidos primarios**.

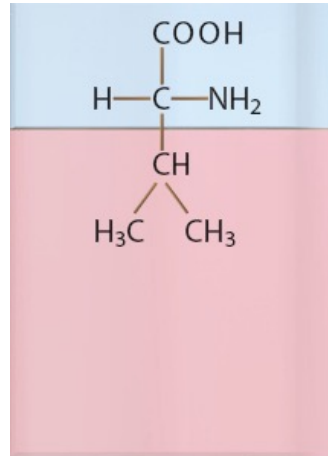


OS AMINOÁCIDOS NON POLARES OU HIDROFÓBICOS (8)

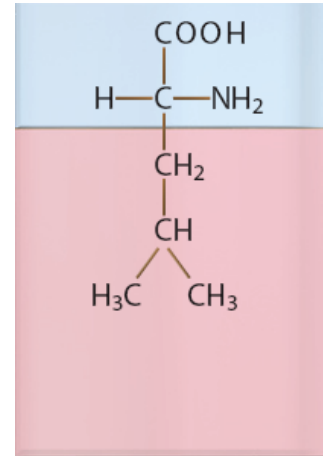
Alanina (Ala)



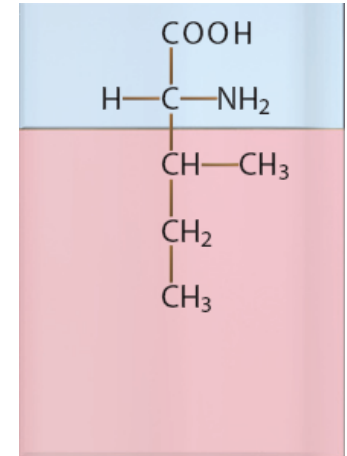
Valina (Val)



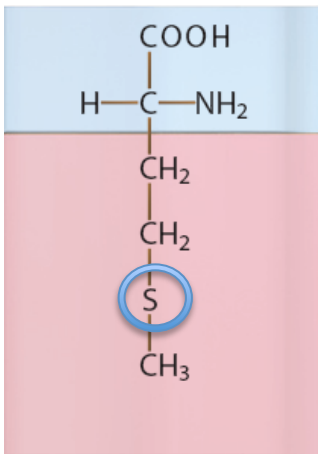
Leucina (Leu)



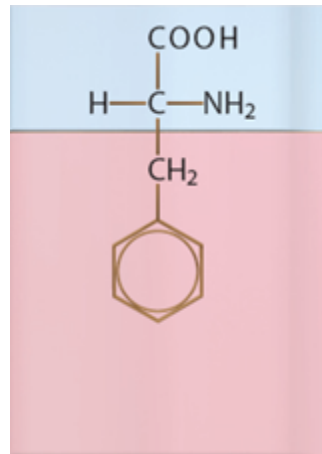
Isoleucina (Ile)



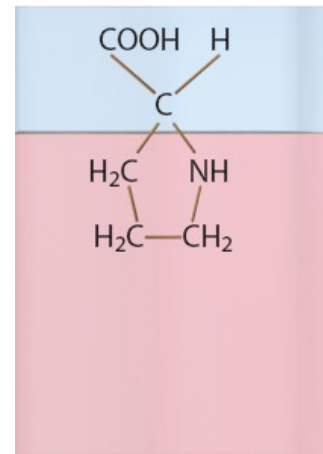
Metionina (Met)



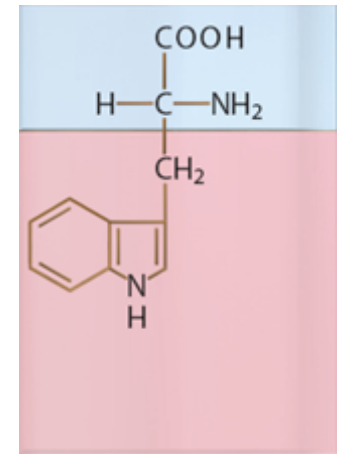
Fenilalanina (Phe)



Prolina (Pro)

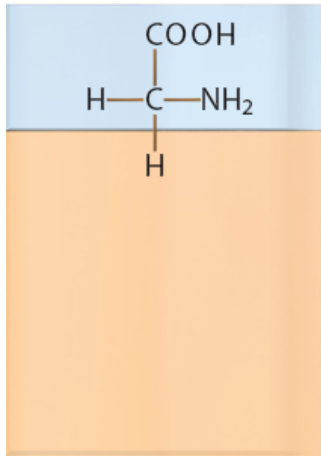


Triptófano (Trp)

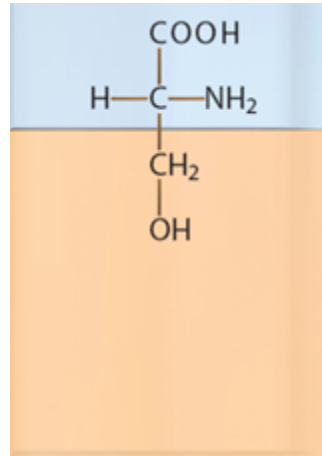


OS AMINOÁCIDOS POLARES SEN CARGA (7)

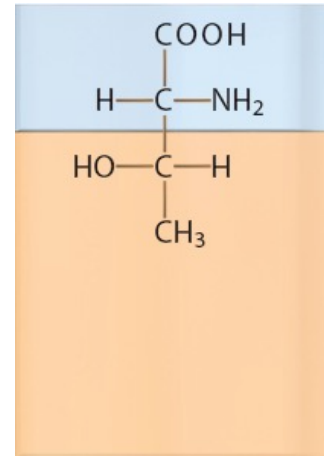
Glicina ou Glicocola (Gly)



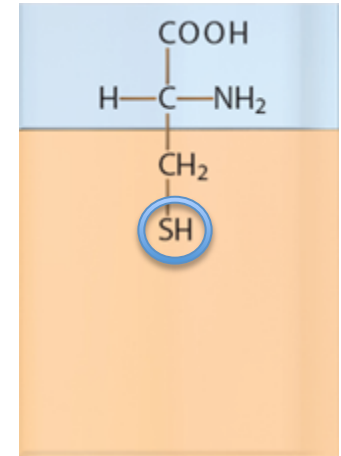
Serina (Ser)



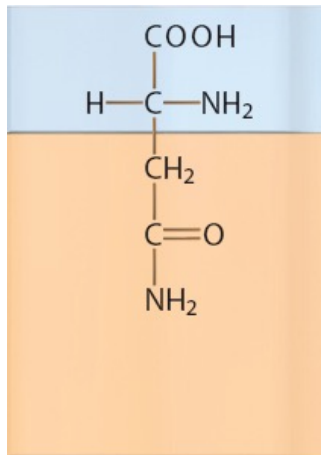
Treonina (Thr)



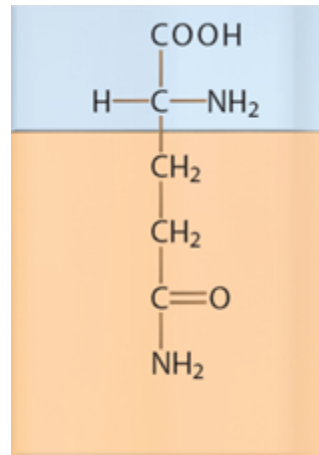
Cisteína (Cys)



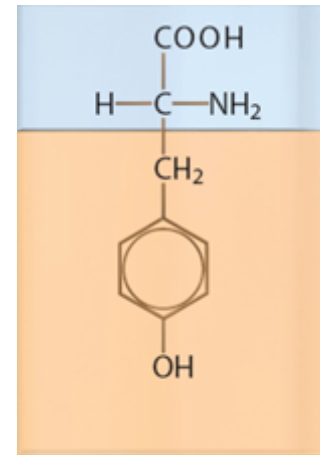
Asparagina (Asn)



Glutamina (Gln)



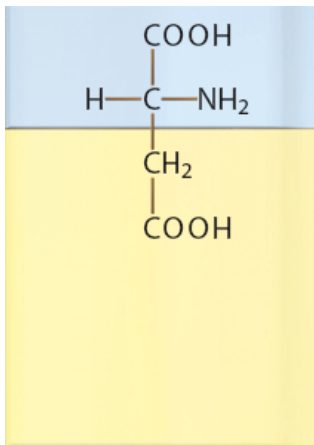
Tirosina (Tyr)



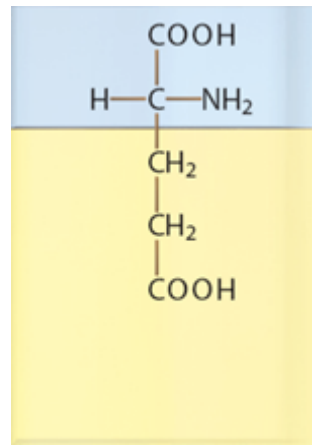
OS AMINOÁCIDOS POLARES CON CARGA (2+3)

Carga negativa

Ácido aspártico (Asp)

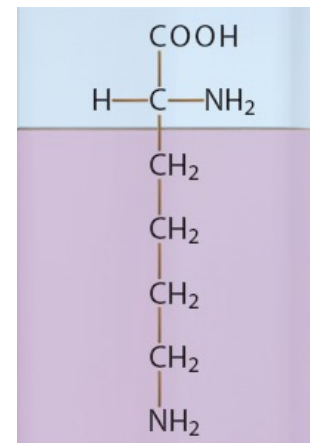


Ácido glutámico (Glu)

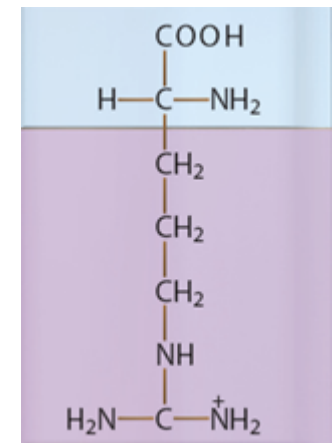


Carga positiva

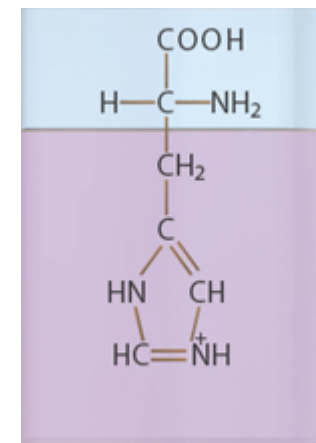
Lisina (Lys)



Arginina (Arg)



Histidina (His)



OS AMINOÁCIDOS

As aa

- As propiedades xerais dos aminoácidos con interese biolóxico son as seguintes: son **substancias sólidas, cristalinas, incoloras ou abrancazadas, moitas solubles en auga** xa que son polares e só **algúns apolares**, con **diversos sabores** (doce, amargos, insípidos) cun **punto de fusión elevado** e con **actividade óptica**.
- Para designar os vinte aminoácidos primarios utilízanse abreviaturas, que se forman coas **tres primeiras letras dos seus nomes en inglés**. Por exemplo, o aminoácido **glicina** noméase «**Gly**» e a **alanina** «**Ala**».

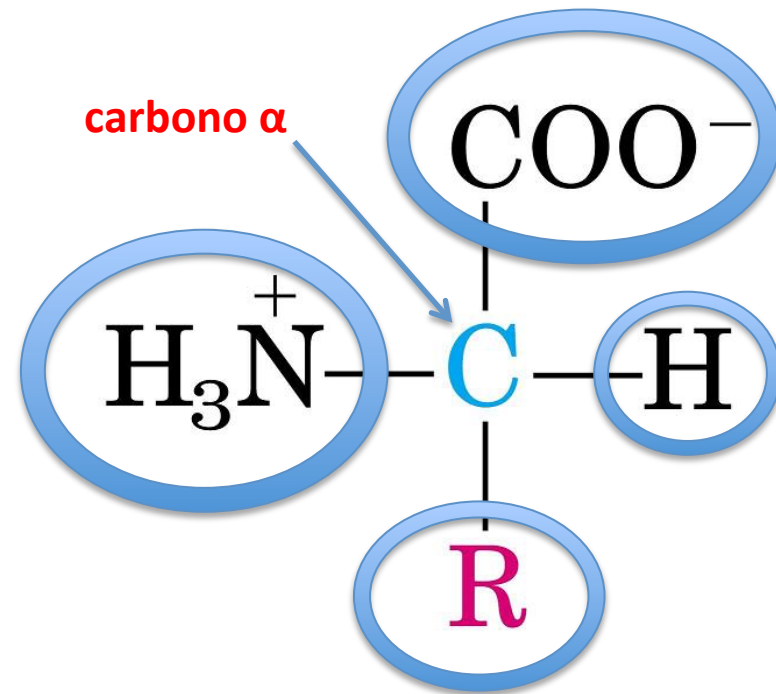
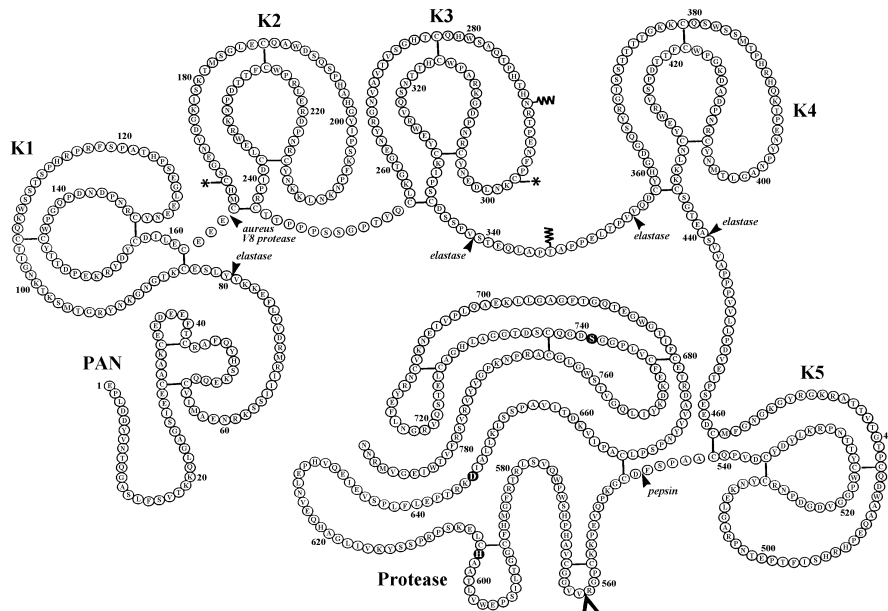


Aminoácido	Código de tres letras	Código o una letra	Aminoácido	Código de tres letras	Código o una letra
Alanina	Ala	A	Leucina	Leu	L
Arginina	Arg	R	Lisina	Lys	K
Asparagina	Asn	N	Metionina	Met	M
Aspártico	Asp	D	Fenilalanina	Phe	F
Cisteina	Cys	C	Prolina	Pro	P
Glutámico	Glu	E	Serina	Ser	S
Glutamina	Gln	Q	Treonina	Thr	T
Glicina	Gly	G	Triptófano	Trp	W
Histidina	His	H	Tirosina	Tyr	Y
Isoleucina	Ile	I	Valina	Val	V
Selenocisteina	Sec	U	Pirrolisina	Pyl	O

OS AMINOÁCIDOS

As aa

- Os aminoácidos que constitúen as proteínas, teñen unha **masa molecular media de 120 u** e presentan o **grupo amino unido ao mesmo carbono ao que se une o grupo carboxilo**, o chamado **carbono α** , polo que se denominan aminoácidos de tipo α .
- Os outros dous enlaces do carbono α únense cun **átomo de H** e cun **grupo variable denominado radical (R)**. Segundo sexa este radical, distínguense **vinte tipos de aminoácidos primarios**. Á parte destes, nos organismos hai outros tipos de aminoácidos que nunca forman proteínas.



OS AMINOÁCIDOS

As aa
esenciais

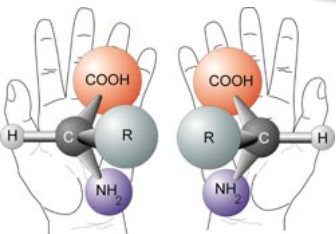
- Os animais non son capaces de sintetizar todos os tipos de aminoácidos.
- Aqueles que non poden sintetizar, chamados **aminoácidos esenciais**, deben ser inxeridos na dieta.
- Nos seres humanos hai **nove** aminoácidos esenciais que son: **fenilalanina, valina, treonina, triptófano, isoleucina, metionina, leucina, lisina e histidina.**

ESENCIAIS		NON ESENCIAIS	
<i>Fenilalanina</i>	<i>Metionina</i>	<i>Ácido aspártico</i>	<i>Cistina</i>
<i>Leucina</i>	<i>Treonina</i>	<i>Ácido glutámico</i>	<i>Glicina</i>
<i>Isoleucina</i>	<i>Triptófano</i>	<i>Alanina</i>	<i>Prolina</i>
<i>Lisina</i>	<i>Valina</i>	<i>Arxinina</i>	<i>Serina</i>
<i>Histidina</i>		<i>Cisteina</i>	<i>Tirosina</i>
		<i>Hidroxiprolina</i>	

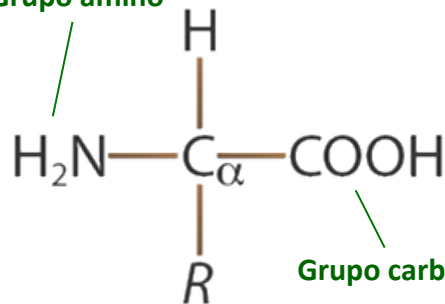
CONFIGURACIÓN DOS AMINOÁCIDOS

L e D

- Os aminoácidos poden presentar dúas configuracións distintas.
- Teñen **configuración L** se, situado o grupo - COOH arriba, o grupo - NH₂ queda á esquerda mentres que posúe unha **configuración D**, se o - NH₂ se encontra á dereita.

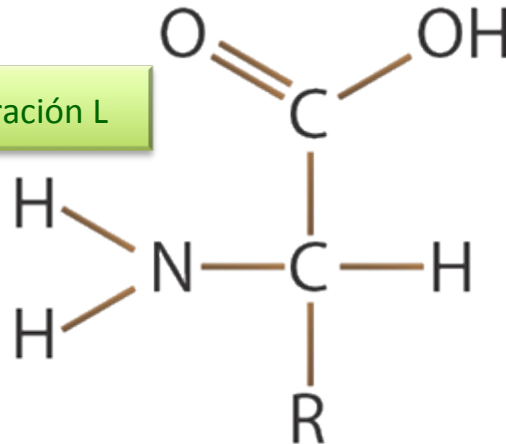


Grupo amino

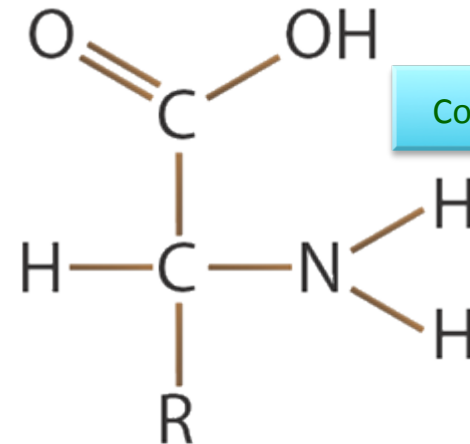


Grupo carboxilo

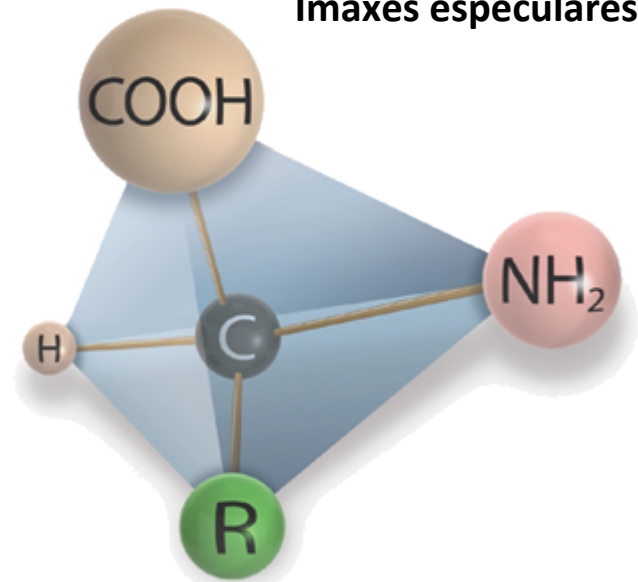
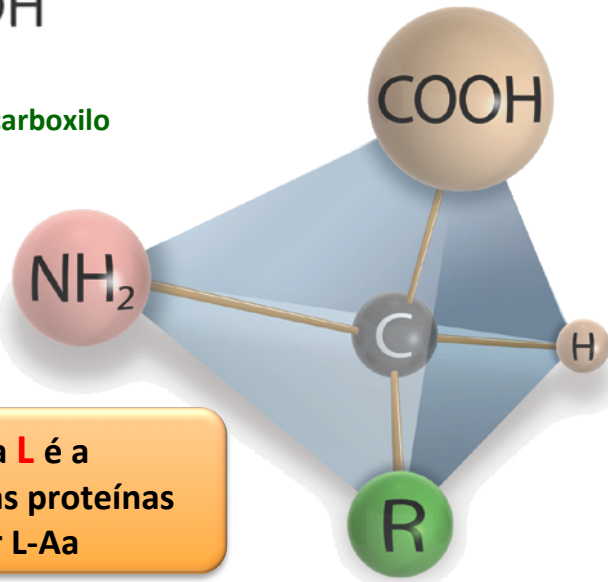
Configuración L



Configuración D



Imaxes especulares



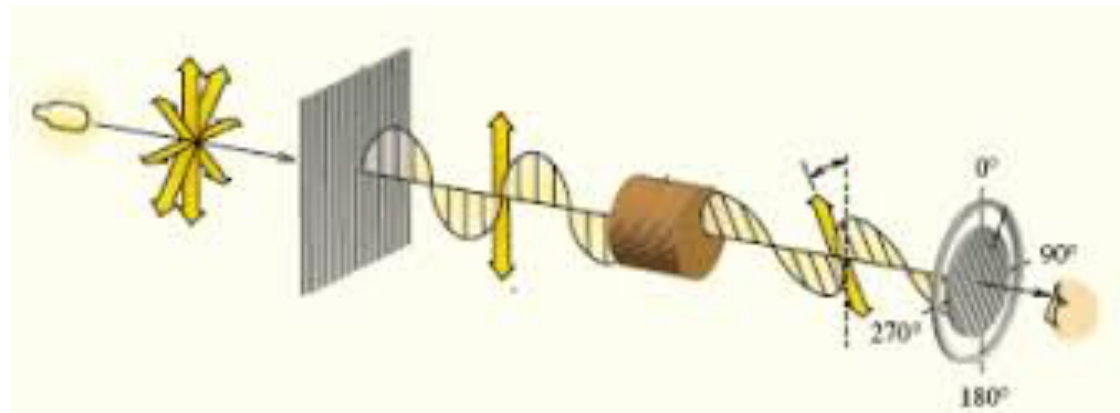
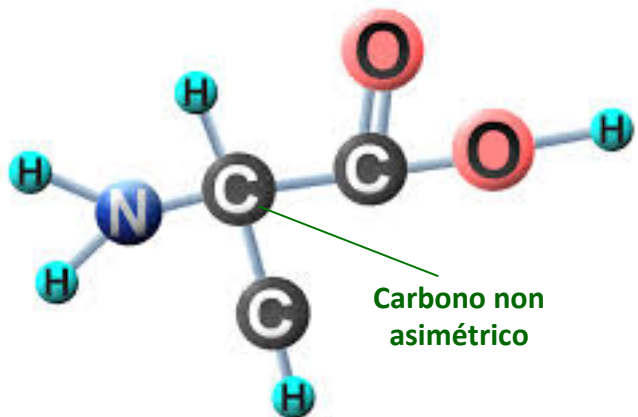
Na natureza a forma **L** é a máis abundante e todas as proteínas están formadas por L-Aa

ACTIVIDADE ÓPTICA NOS AMINOÁCIDOS

Actividade óptica

- En todos os aminoácidos, menos na **glicina ou glicocola**, o **carbono α é asimétrico**, é dicir, está enlazado a catro radicais diferentes. Debido a iso, os aminoácidos presentan **actividade óptica**, é dicir, desvían o plano de vibración da luz polarizada que atravesa unha disolución de aminoácidos.
- Se un aminoácido desvía ese plano cara á **dereita**, denomínase **dextroxíro** ou (+), e se o fai cara á **esquerda**, **levoxiro** ou (-).
- A **disposición L ou D é independente da actividade óptica**. É dicir, tanto un **L-aminoácido** como un **D-aminoácido** poden ser levoxiros ou dextroxiros.

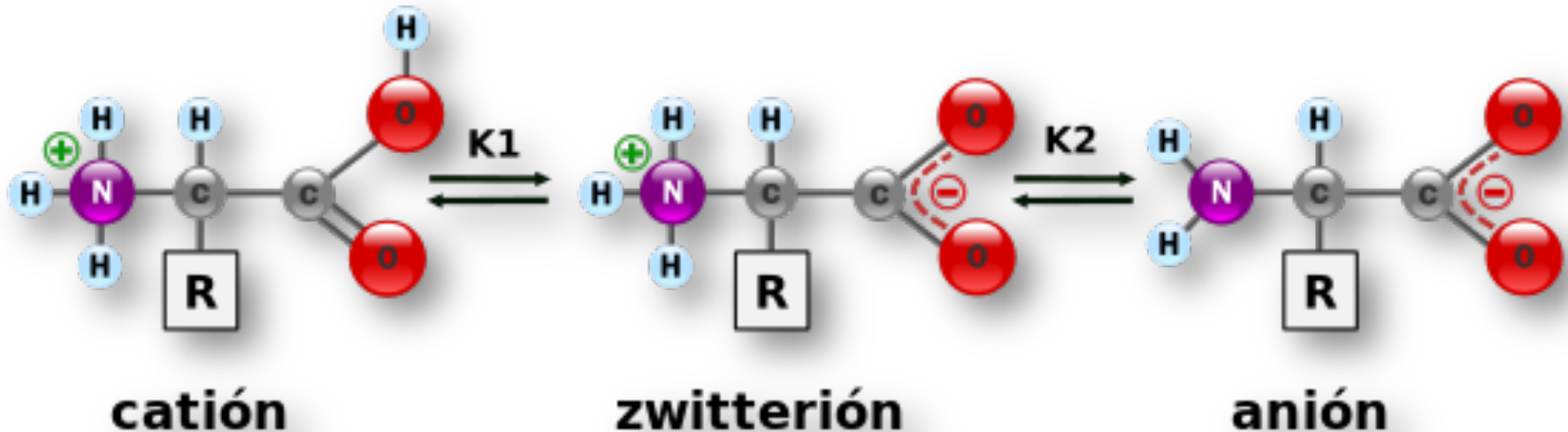
Glicina



COMPORTAMENTO QUÍMICO DOS AMINOÁCIDOS

Comportamiento anfótero

- Os aminoácidos en disolución acuosa compórtanse á vez como ácidos e como bases o que se denomina **comportamiento anfótero**. Iso débese a que o **grupo ácido** ou **carboxilo libera protóns** ($-\text{COOH} \rightleftharpoons -\text{COO}^- + \text{H}^+$), mentres que o **grupo básico** ou **amino capta protóns** ($-\text{NH}_2 + \text{H}^+ \rightleftharpoons -\text{NH}_3^+$). Orixínase así unha forma iónica dipolar.
- Debido ao seu comportamento anfótero, os aminoácidos **manteñen constante o pH do medio**, o que se denomina **efecto amortecedor** ou **efecto tampón** ao manter constante o pH do medio.

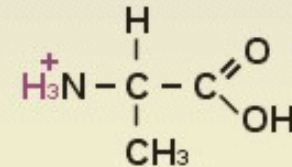


COMPORTAMENTO QUÍMICO DOS AMINOÁCIDOS

- Se se **acidifica** o medio en que se encontra a forma dipolar, é dicir, se se engaden protóns (H^+), o grupo carboxilo ionizado capta estes protóns, ao comportarse como unha base ($-COO^- + H^+ \rightarrow -COOH$) e amortece esa acidificación.
- Se se **basifica** o medio en que se encontra a forma dipolar, é dicir, se diminúe o número de protóns ou ións hidróxeno (H^+), o grupo amino ionizado libera protóns, ao comportarse como un ácido ($-NH_3^+ \rightarrow -NH_2 + H^+$) e amortece a basificación.
- O pH no cal un aminoácido tende a adoptar unha **forma dipolar neutra**, con **tantas cargas positivas coma negativas**, denomínase **punto isoeléctrico**.

Punto isoeléctrico

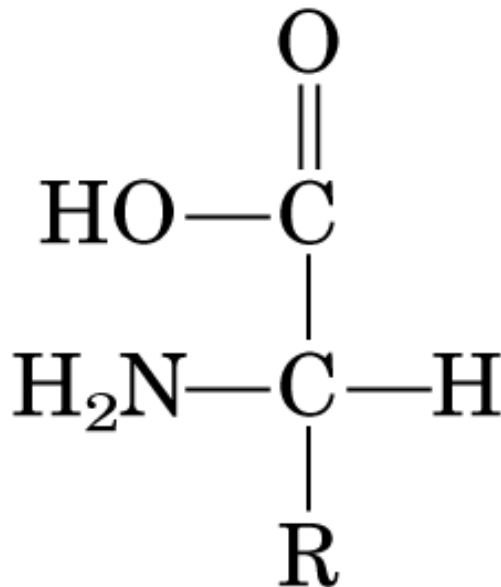
pH= 1



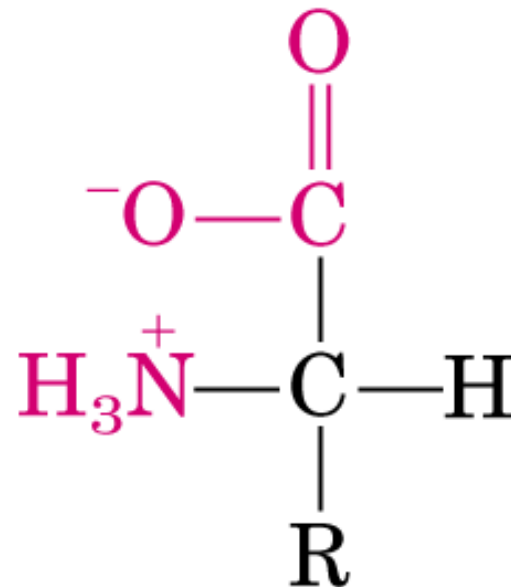
COMPORTAMENTO QUÍMICO: ZWITTERION

Zwitterion

- En disolución acuosa, os aminoácidos amosa un **comportamento anfótero**, é dicir, poden **ionizarse**, dependendo do pH, **como un ácido** (os grupos -COOH liberan protóns, quedando como -COO^-), **como unha base** (os grupos -NH_2 captan protóns, quedando como -NH_3^+) ou **como un ácido e unha base á vez**.
- Neste último caso os aminoácidos **se ionizan dobremente**, aparecendo unha forma dipolar iónica chamada **zwitterion**.

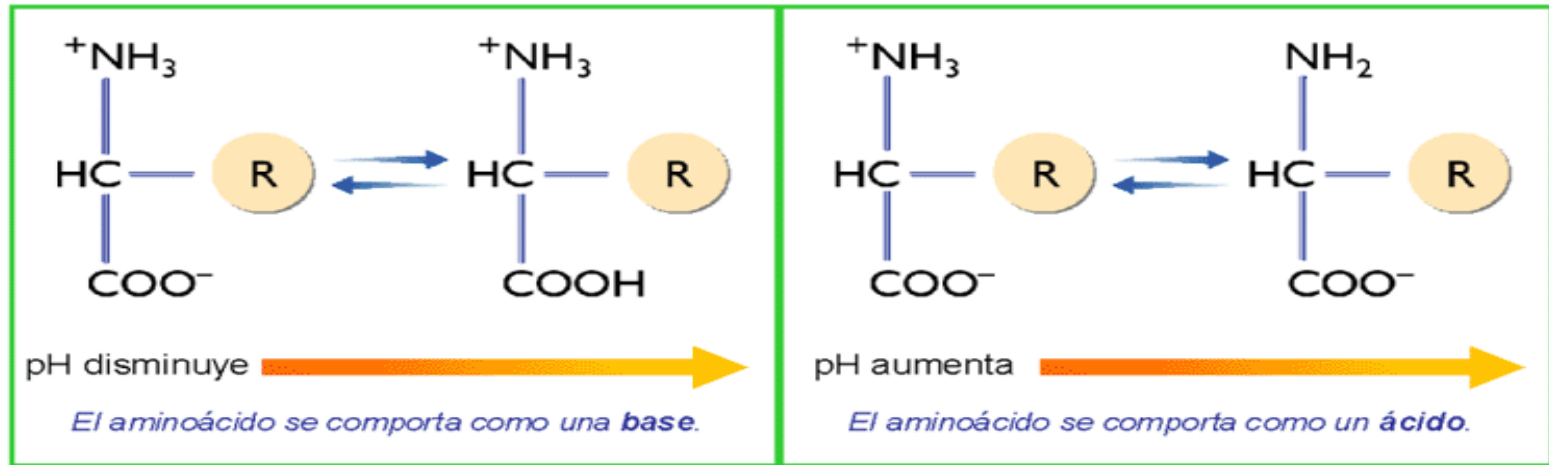


Forma non iónica



Forma zwitterion

COMPORTAMIENTO QUÍMICO: ZWITTERION

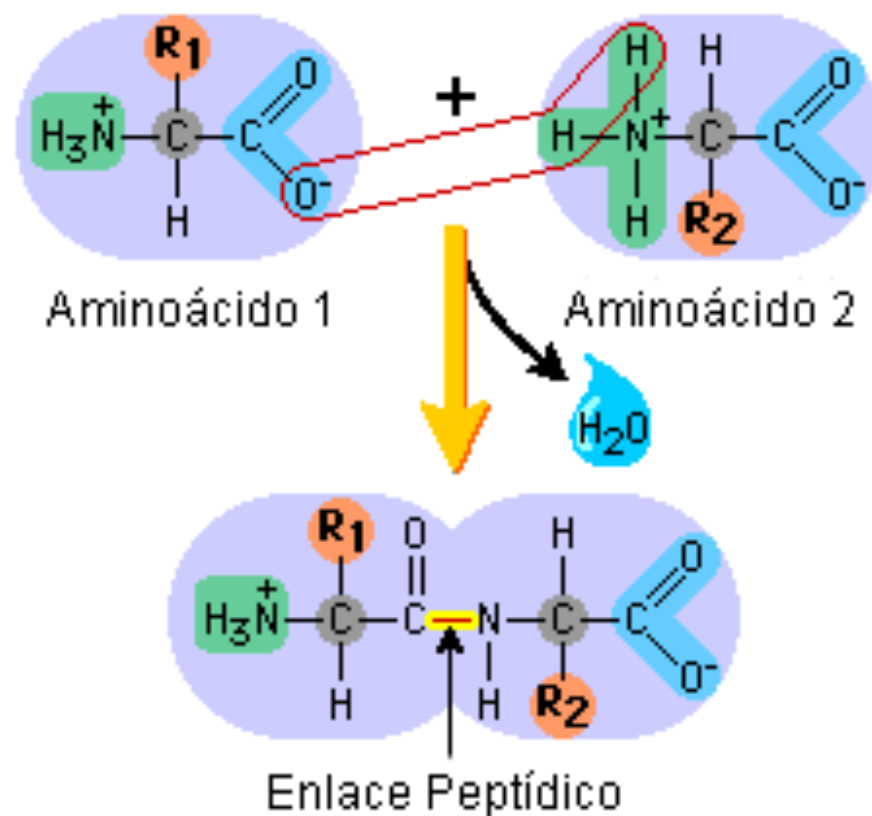


En **medio ácido** (exceso de H^+) compórtase como unha base e queda cargado positivamente, xa que os protóns aceptan o $-\text{COO}^-$

En **medio básico** (exceso OH^-) o grupo NH_2 compórtase como unha base, liberando H^+ ; có que perde a súa carga positiva.

A $\text{pH} = 7$ (condiciones fisiolóxicas) os aa encontranse dobremente ionizados (ións híbridos, zwitterion)

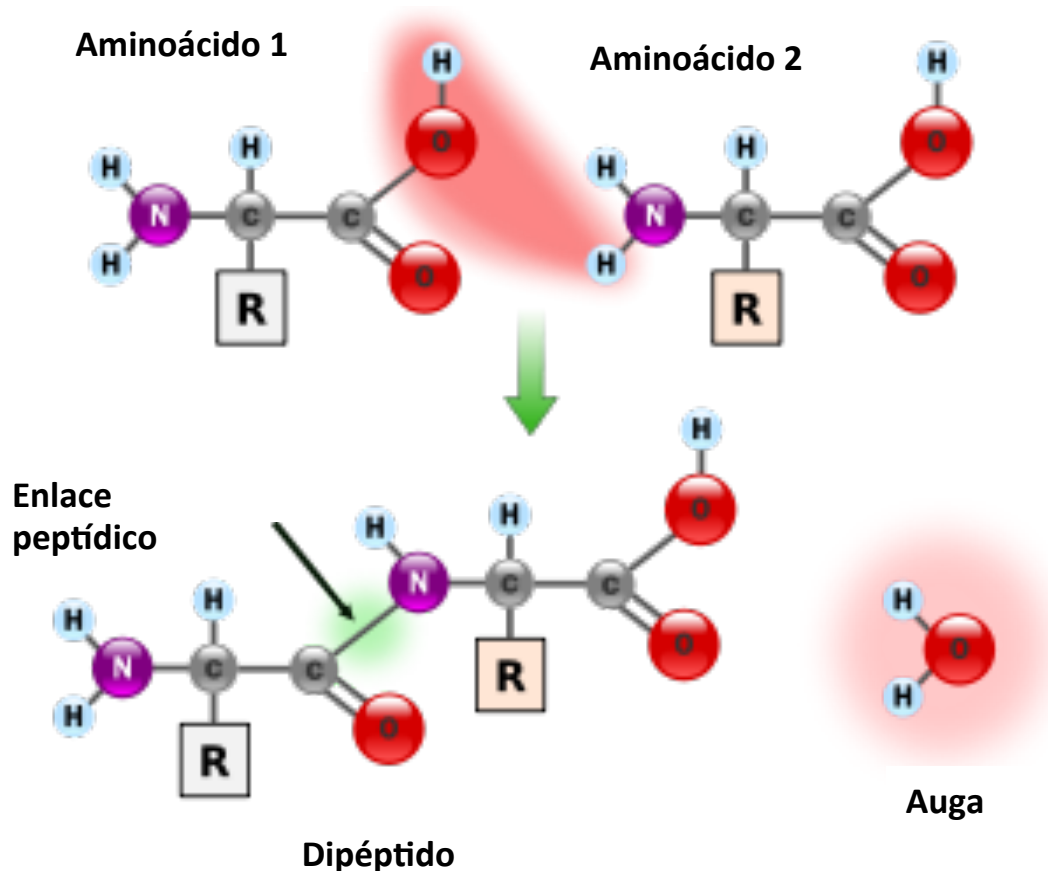
O ENLACE PEPTÍDICO



O ENLACE PEPTÍDICO

Enlace peptídico

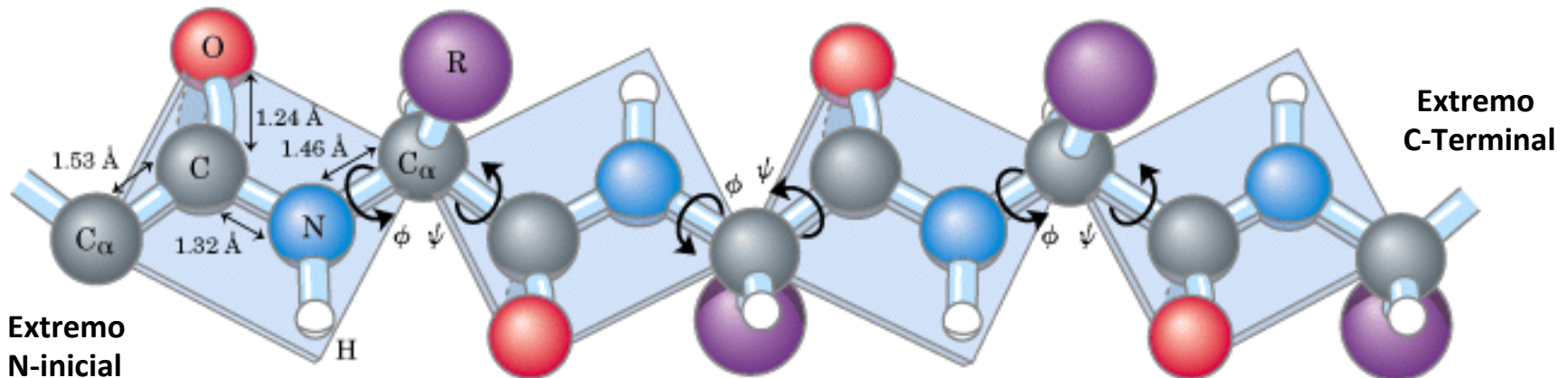
- A unión entre aminoácidos realízase mediante un enlace químico chamado **enlace peptídico**, e dá lugar a cadeas que reciben o nome de **péptidos**.
- O enlace peptídico é un enlace covalente que **se establece entre o grupo carboxilo dun aminoácido e o grupo amino do seguinte**, coa formación **dunha molécula de auga**.



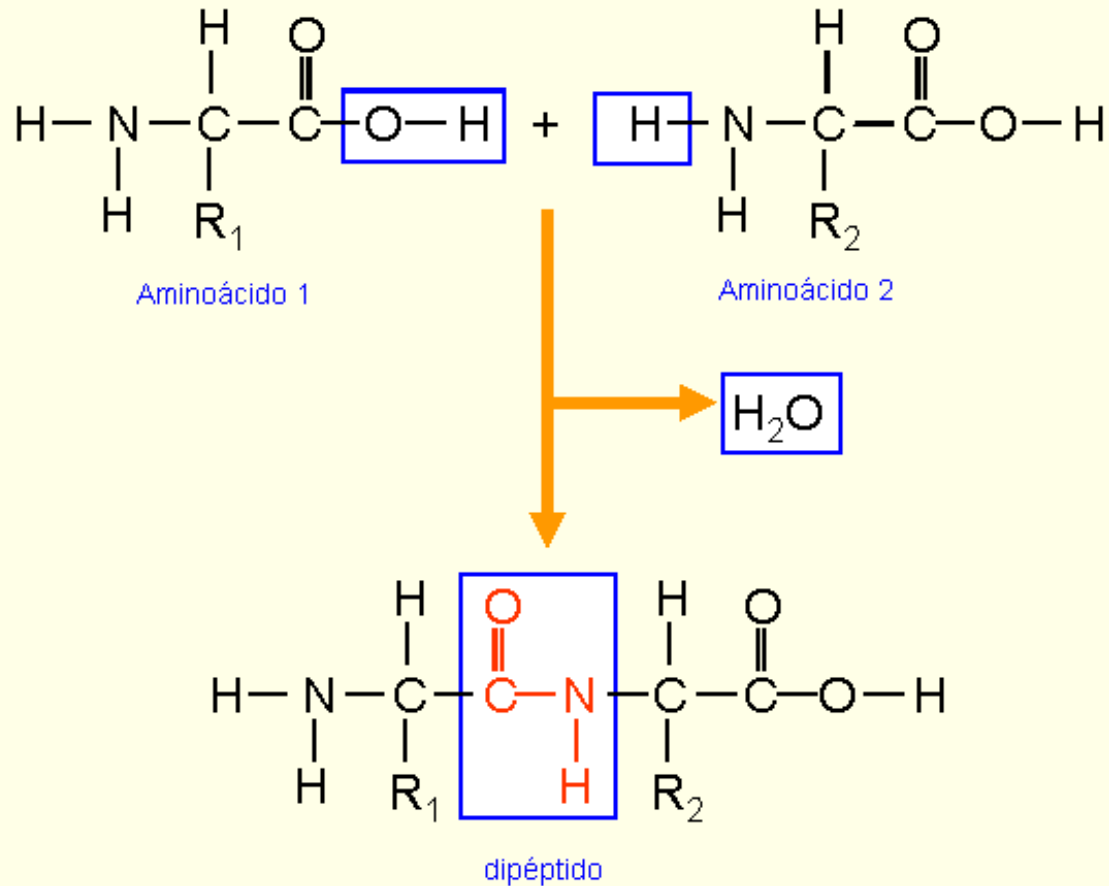
O ENLACE PEPTÍDICO

Enlace peptídico

- A disposición no espazo dun enlace peptídico fai que os **átomos do grupo carboxilo e do grupo amino se sitúen nun mesmo plano**, con distancias e ángulos fixos. Ademais, presenta unha certa rixidez que inmoviliza no plano os átomos que o forman.
- Cando se unen dous aminoácidos fórmase un **dipéptido**; se se unen tres, un **tripéptido**, etc. Se é inferior a dez, denomínase **oligopéptido**, e se é superior a dez, recibe o nome de **polipéptido**.



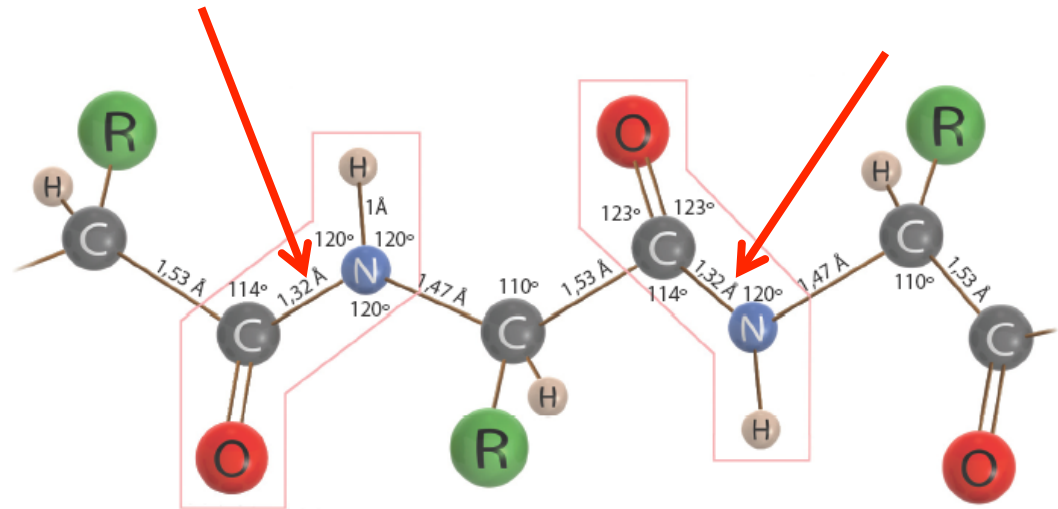
Reacción de formación del enlace peptídico



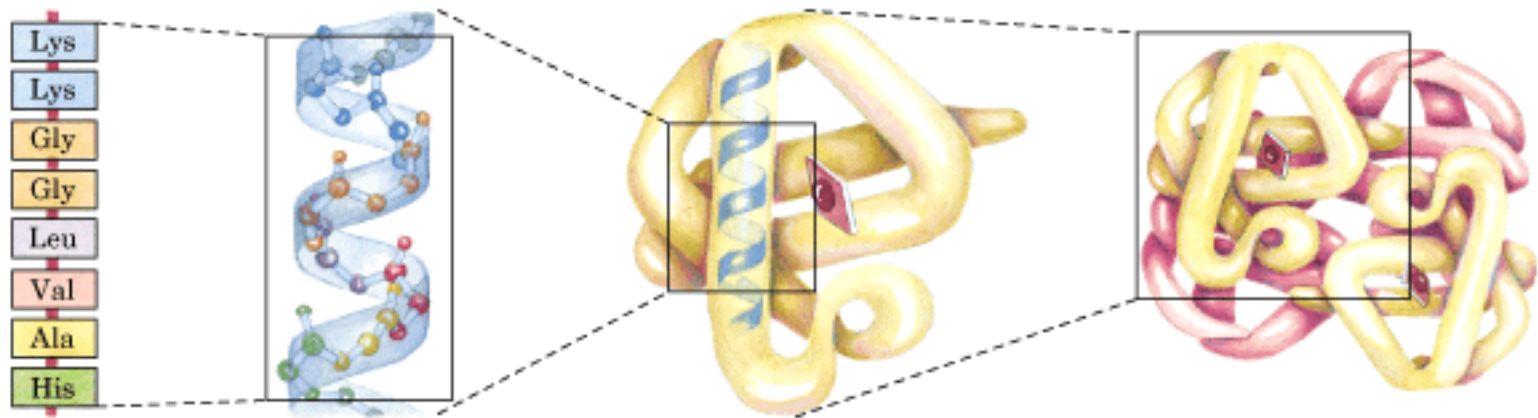
Formación del enlace peptídico

CARÁCTERÍSTICAS DO ENLACE PEPTÍDICO

- **Enlace covalente máis curto** que a maior parte dos enlaces C-N.
- Posúe certo carácter de **dobre enlace**, o que lle impide xirar libremente.
- Os catro átomos (C=O e N-H) do grupo péptido e os dos átomos de C están **situados no mesmo plano**.
- Os **únicos enlaces que pueden xirar**, e non del todo, son os formados por **C-C** e **N-C**



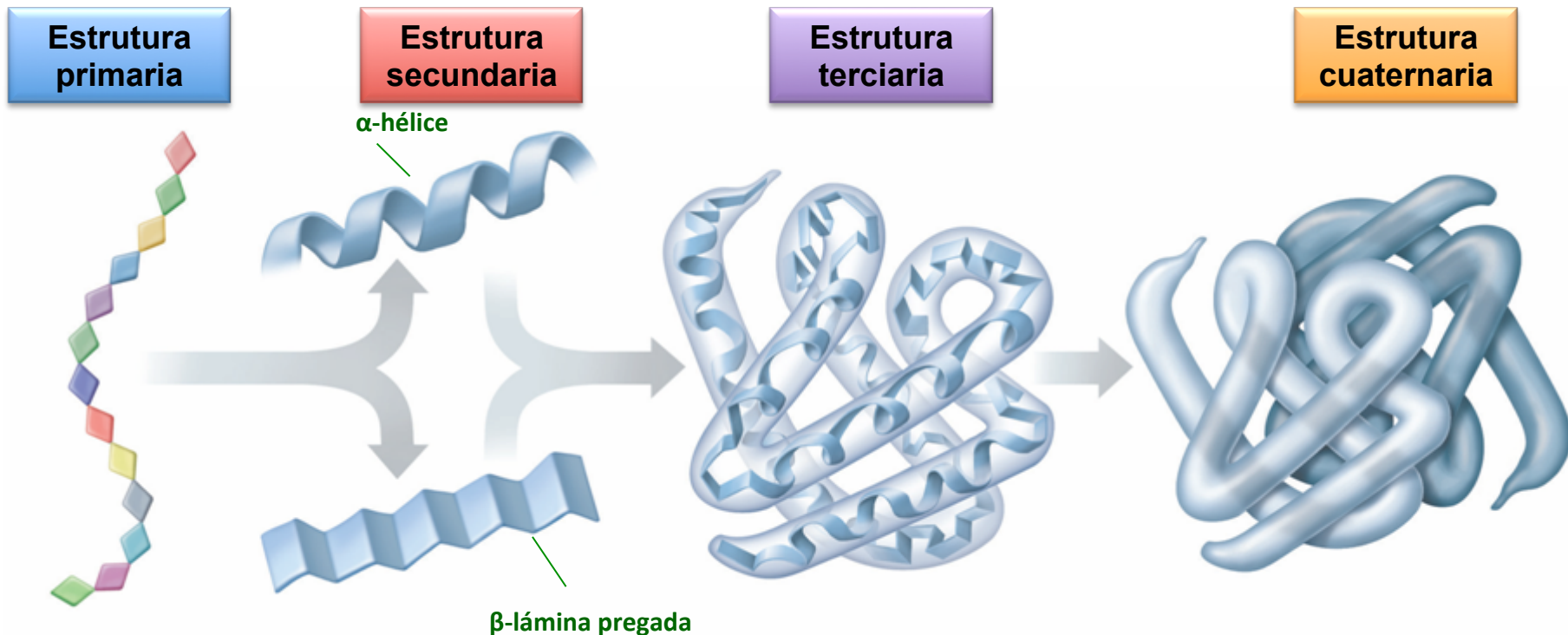
A ESTRUTURA DAS PROTEÍNAS



A ESTRUCTURA DAS PROTEÍNAS

Enlace
peptídico

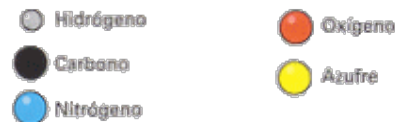
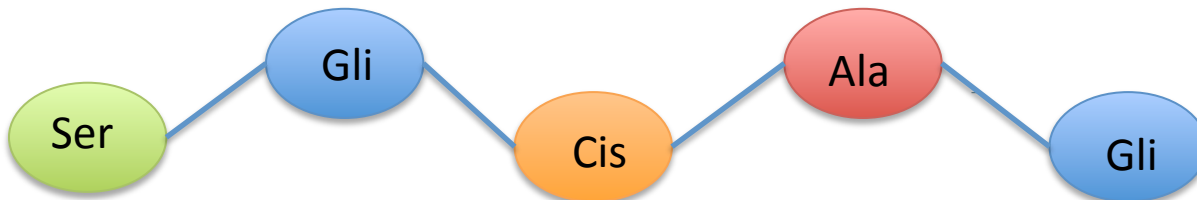
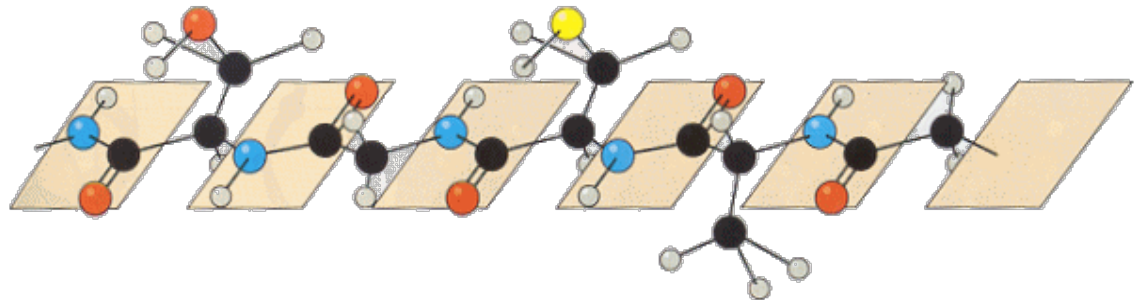
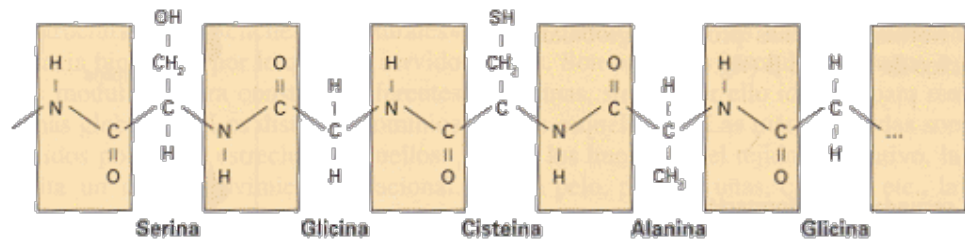
- Unha **proteína** é un polipéptido constituído por máis de cincuenta aminoácidos. Debido a iso, a súa **masa molecular** é igual ou superior a 5000 u. Algunhas proteínas conteñen, ademais de **aminoácidos**, outro tipo de moléculas.
- A organización dunha proteína vén determinada por **catro niveis estruturais**: a **estrutura primaria**, a **estrutura secundaria**, a **estrutura terciaria** e a **estrutura cuaternaria**. Cada unha destas estruturas corresponde á disposición da anterior no espazo.



A ESTRUTURA PRIMARIA DAS PROTEÍNAS

Estrutura primaria

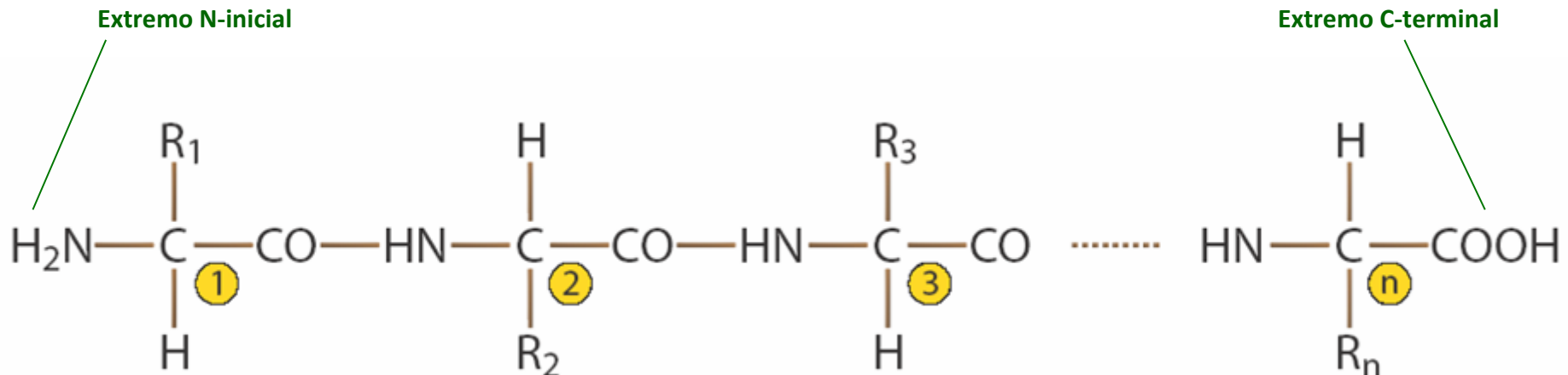
- A **estrutura primaria** corresponde á **secuencia de aminoácidos** da proteína.
- Indica **que aminoácidos** a constitúen e en **que orde** se dispoñen na cadea.
- A **función** dunha proteína depende da súa **secuencia de aminoácidos** e da forma que adopte.



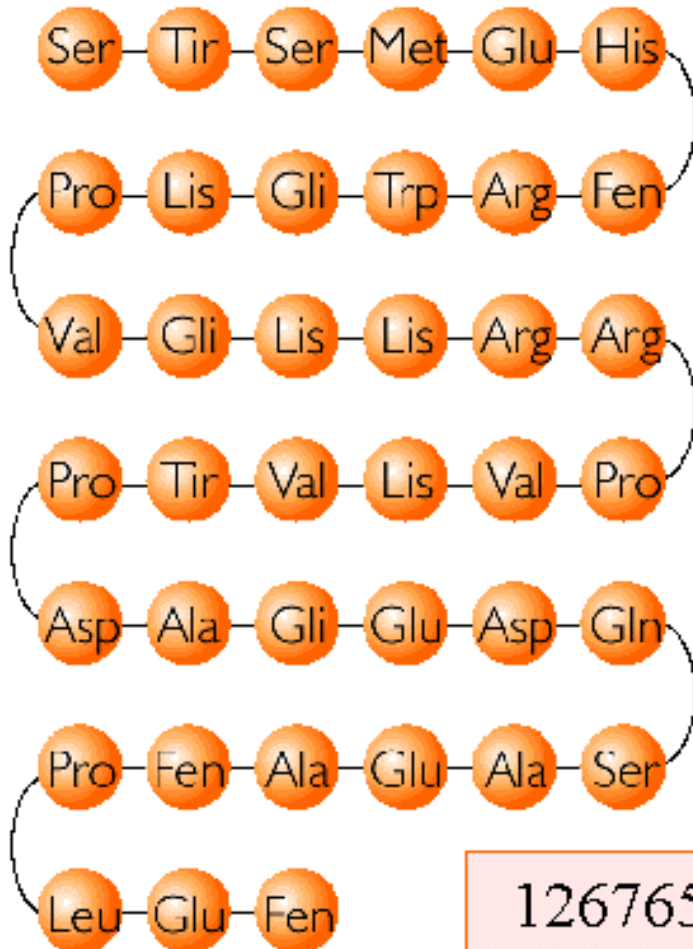
A ESTRUTURA PRIMARIA DAS PROTEÍNAS

Estrutura primaria

- En todas as proteínas considérase como **extremo inicial** aquel que presenta o aminoácido co grupo amino libre (**extremo N-inicial**), e como **extremo final** aquel que ten un aminoácido co grupo carboxilo libre (**extremo C-terminal**).
- A **secuencia** de aminoácidos dunha proteína exprésase enumerando os aminoácidos desde o extremo N-inicial ata o extremo C-terminal.



A ESTRUTURA PRIMARIA DAS PROTEÍNAS



- Todas as proteínas a teñen.
- Indica os **aminoácidos** que a forman e a **orde** no que están colocados.
- Está disposta en **zig-zag**.
- O número de polipéptidos diferentes que poden formarse é:

$$20^n \leftarrow \text{Número de aa da cadea.}$$

- Para unha cadea de **100 aa**, o número das diferentes cadeas posibles sería

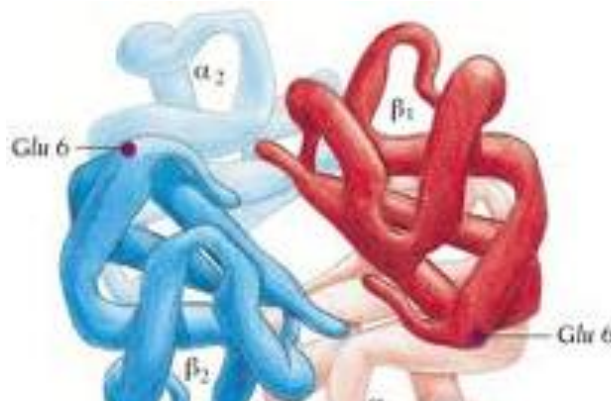
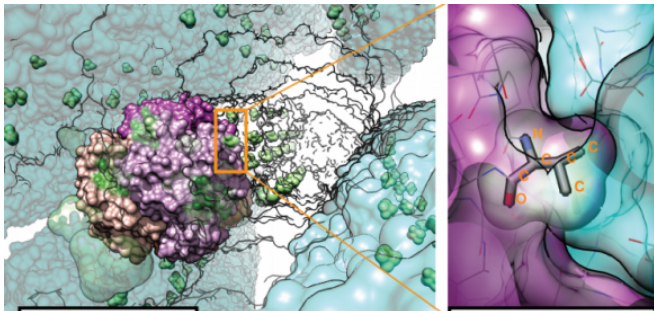
$$1267650600228229401496703205376 \cdot 10^{100}$$

A ESTRUCTURA PRIMARIA DAS PROTEÍNAS

Estrutura primaria

- A **función** dunha proteína depende da súa secuencia de aminoácidos e da forma que ésta adopte.
- O cambio dun so aa da secuencia da proteína pode ter efectos moi importantes, como o cambio dun so aa na **hemoglobina humana** que provoca a **anemia falciforme**.

Con **ácido glutámico** (a superior)



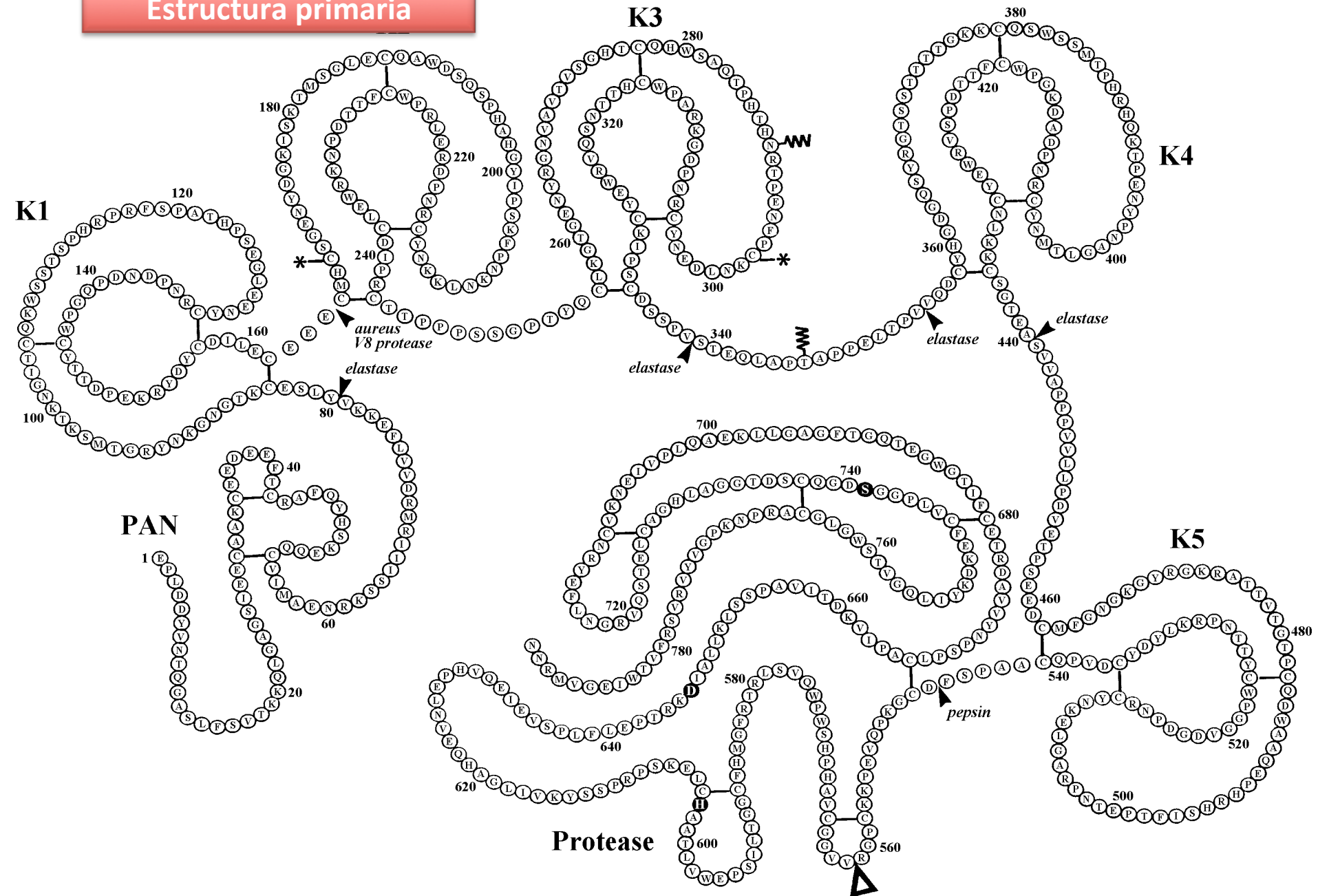
>gi|229752| Human hemoglobin subunit beta

VHLTP**E**EKSAVTALWGKVNDEVGGEALGRLLVVYPWTQRFFESFGDLSTPDAVMGNPKVKAHGKKVLG
AFSDGLAHL DNLKGT FATLSELHCDKLHVDPENFRLLGNVLVCVLAHHFGKEFTPPVQAA YQKVVAGVA
NALAHKYH

>gi|40889142| Human sickle-cell hemoglobin S

VHLTP**V**EKSAVTALWGKVNDEVGGEALGRLLVVYPWTQRFFESFGDLSTPDAVMGNPKVKAHGKKVLG
AFSDGLAHL DNLKGT FATLSELHCDKLHVDPENFRLLGNVLVCVLAHHFGKEFTPPVQAA YQKVVAGVA
NALAHKYH

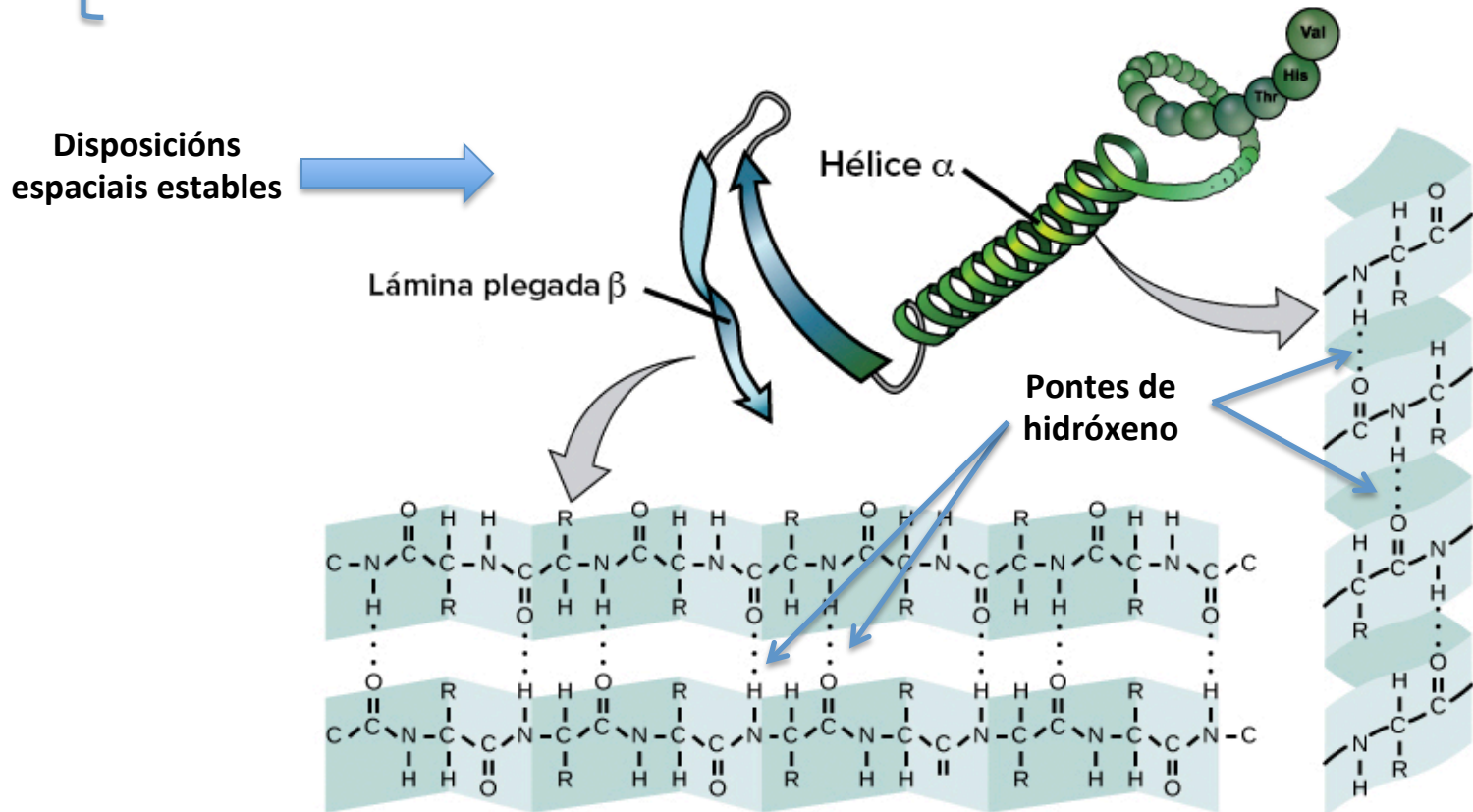
Estructura primaria



A ESTRUTURA SECUNDARIA DAS PROTEÍNAS

Estrutura secundaria

- A **estrutura secundaria** é a **disposición** da cadea de aminoácidos (estrutura primaria) **no espazo**.
- Grazas á **capacidade de xiro dos enlaces non peptídicos**, a medida que os aminoácidos se van unindo durante a síntese proteica, a cadea polipeptídica que se forma adopta **unha disposición espacial estable** que corresponde coa estrutura secundaria.



A ESTRUTURA SECUNDARIA DAS PROTEÍNAS

Estrutura secundaria

- O tipo de estrutura secundaria que presenta unha cadea polipeptídica depende do número de **enlaces de hidróxeno** que se poden formar.
- É dicir, **depende dos aminoácidos** que a constitúen. Tamén depende das **condicións de tensión** e de **temperatura** en que se encontra.
- Coñécense tres tipos de estruturas secundarias: **α -hélice**, **hélice do coláxeno** e **conformación β** .

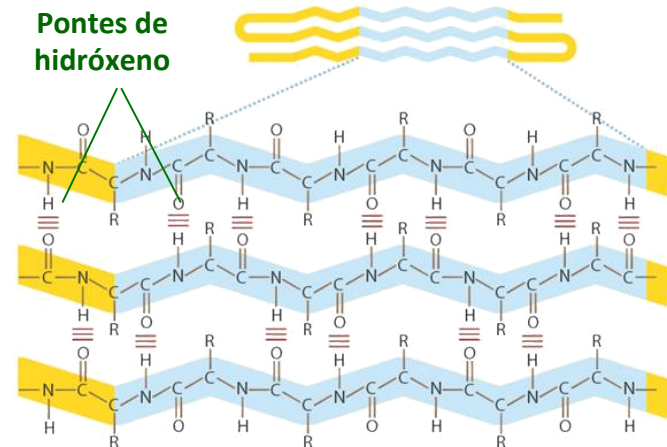
α -hélice



Hélice de coláxeno



Conformación β



A ESTRUTURA SECUNDARIA DAS PROTEÍNAS

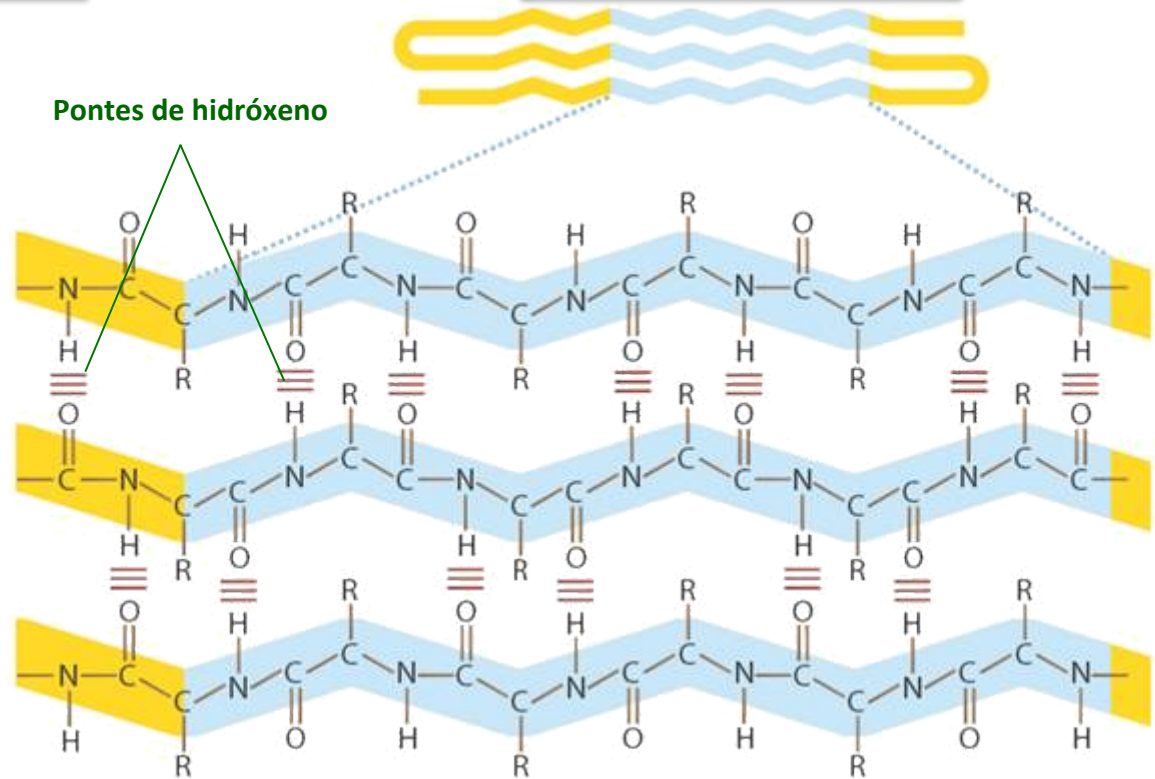
α -hélice



Hélice de colágeno



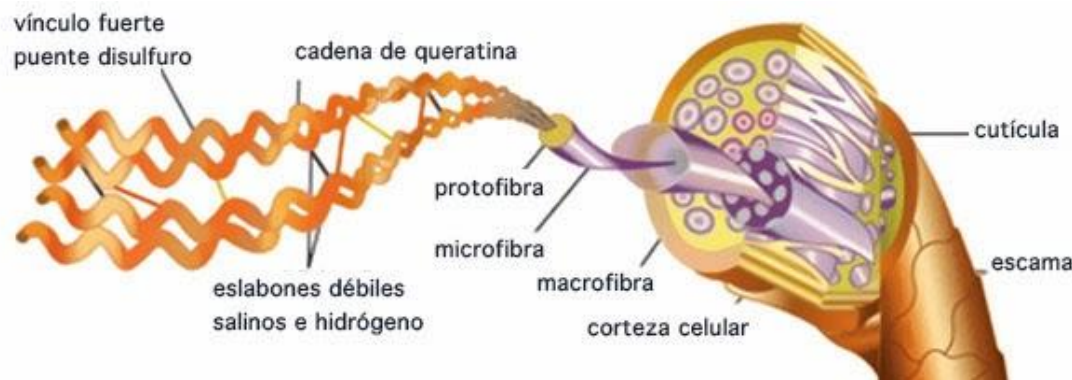
Conformación β



ESTRUTURA EN α -HELICE

Estrutura secundaria

- A estrutura secundaria en **α -hélice** fórmase ao enrolarse a estrutura primaria **helicoidalmente sobre si mesma** cun xiro **dextroxiro**.
- Isto débese á formación espontánea de **enlaces de hidróxeno** entre o **osíxeno** do **-CO-** dun aminoácido e o **hidróxeno** do **-NH-** do cuarto aminoácido seguinte.
- A formación espontánea destes enlaces de hidróxeno fai que todos os osíxenos dos grupos **-CO-** queden orientados no mesmo sentido, mentres que todos os hidróxenos dos grupos **-NH-** quedan orientados en sentido contrario. Fórmase así unha **hélice que presenta 3,6 aminoácidos por volta**.
- A **α -queratina** é unha proteína que presenta estrutura en α -hélice.



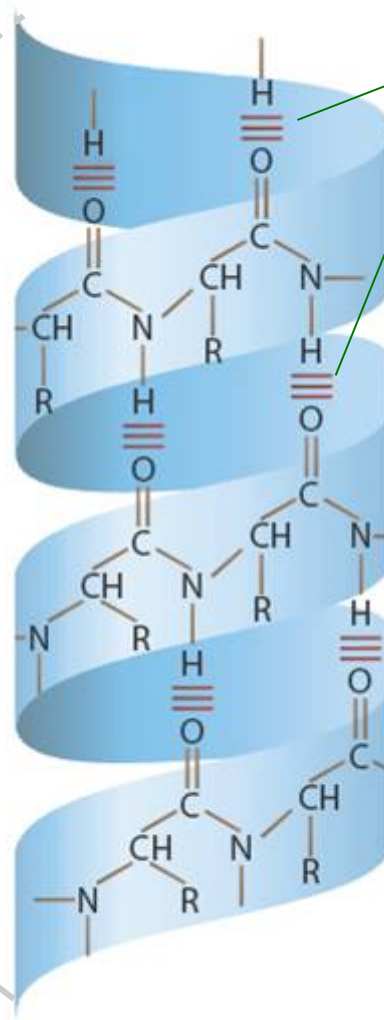
- Fórmase ao enrolarse sobre si mesma a estrutura primaria
- Fórmanse enlaces intracatenarios (cada catro posicións) entre os grupos **-NH e -CO** dos enlaces peptídicos
- Presenta 3,6 aa por volta
- Xiro da hélice dextroxiro
- Cadeas R cara fora
- Incompatible con aa prolina e hidroxiprolina (Aa voluminosos ou de cargas eléctricas do mesmo signo)

ESTRUTURA EN α -HELICE

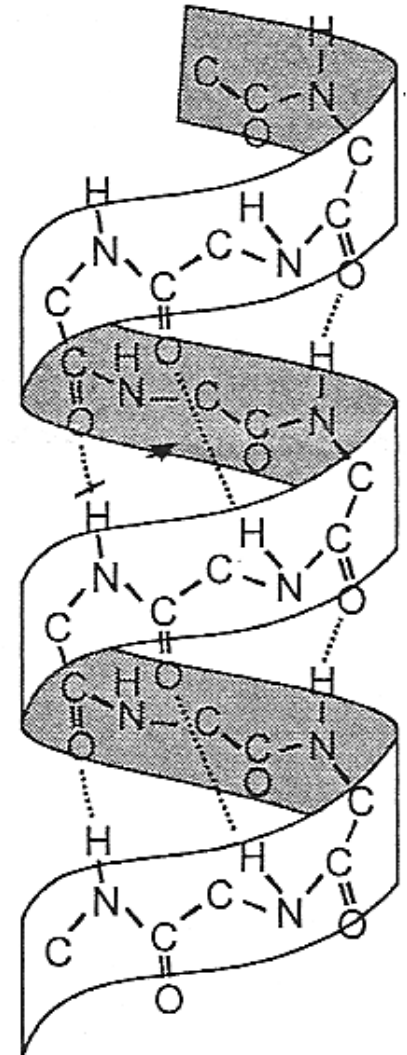
α -hélice



Pontes de hidróxeno



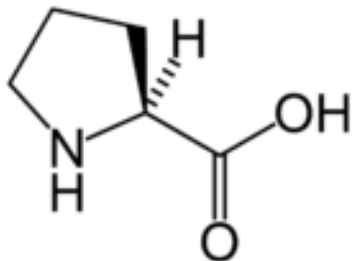
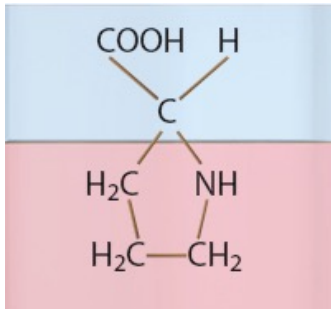
α -hélice



ESTRUTURA DA HÉLICE DE COLÁXENO

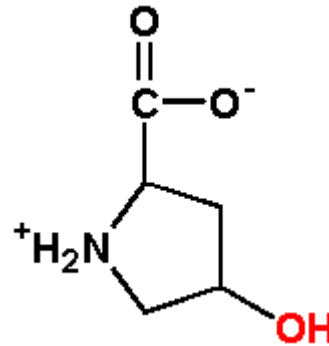
Helice de coláxeno

- As cadeas polipeptídicas que forman o **coláxeno** teñen unha disposición en hélice especial, que se enrola de forma **levoxira** e é algo **máis alongada** que a α -hélice, debido á abundancia do aminoácido **prolina** e dun derivado deste, a **hidroxiprolina**.

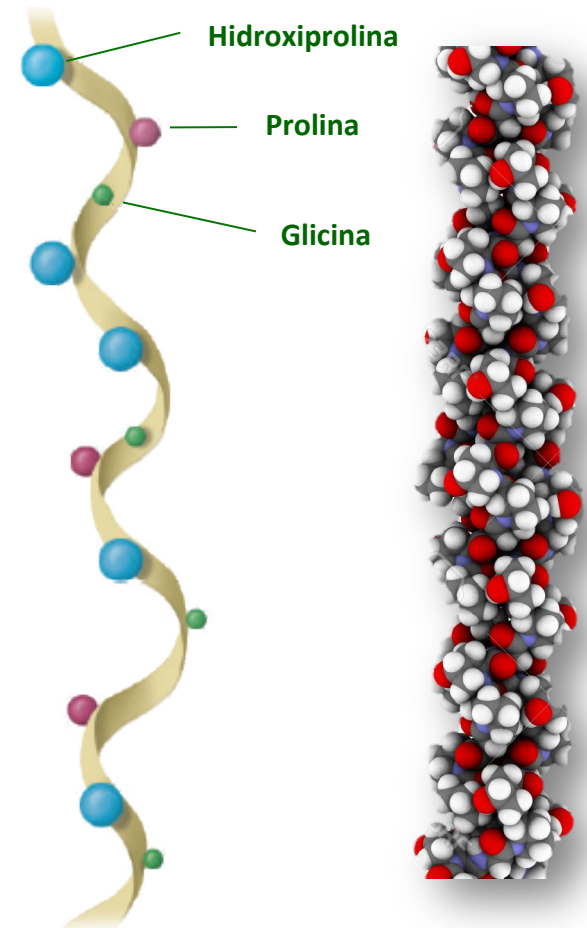


Prolina

Hélice de coláxeno



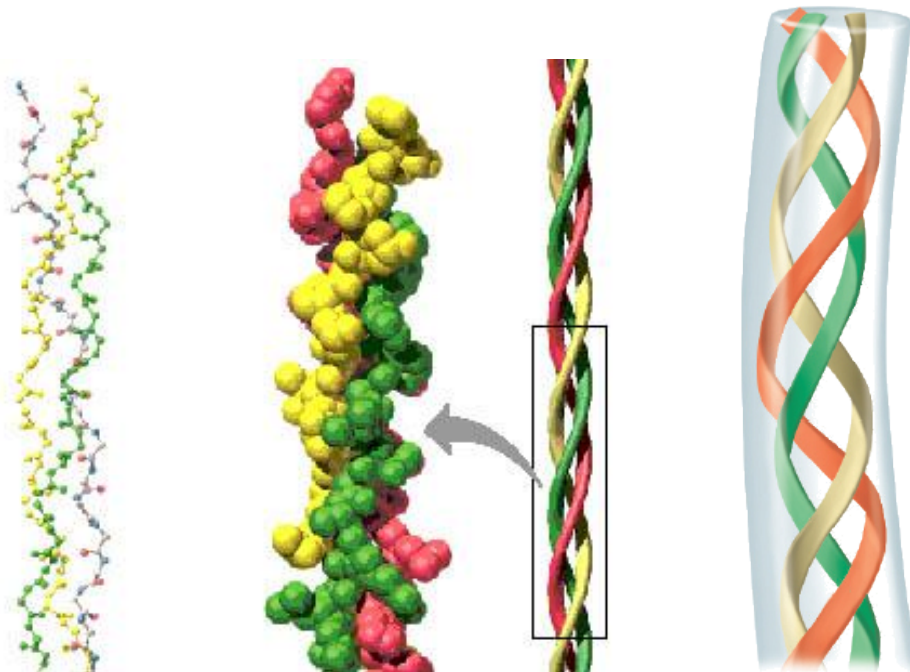
Hidroxiprolina



ESTRUTURA DA HÉLICE DE COLÁXENO

- Os radicais destas dúas moléculas teñen unha estrutura que **dificulta a formación de enlaces de hidróxeno**, polo que non se forma unha α -hélice, senón unha **hélice máis distendida**, que presenta **tres aminoácidos por volta**.
- O **coláxeno** é unha proteína moi estable formada por **tres hélices** que orixinan unha **superhélice** ou molécula completa de coláxeno. As tres hélices únense por medio de **enlaces covalentes** e por enlaces débiles de tipo **enlace de hidróxeno**.

Helice de coláxeno



Superhélice de coláxeno

•Estos aa posúen unha estrutura que dificulta a formación de enlaces de hidróxeno, polo que se forma una hélice máis extendida, con só tres aminoácidos por volta.



Estructura de la triple hélice del colágeno.

Contenido aproximado de colágeno en diferentes tejidos (porcentaje de peso seco)

						
Hueso desmineralizado 90%	Tendones 80 - 90%	Piel 50 - 70%	Cartílago 50 - 70%	Arterias 10 - 25%	Pulmón 10%	Hígado 4%

ESTRUTURA DA HÉLICE DE COLÁXENO

Helice de coláxeno

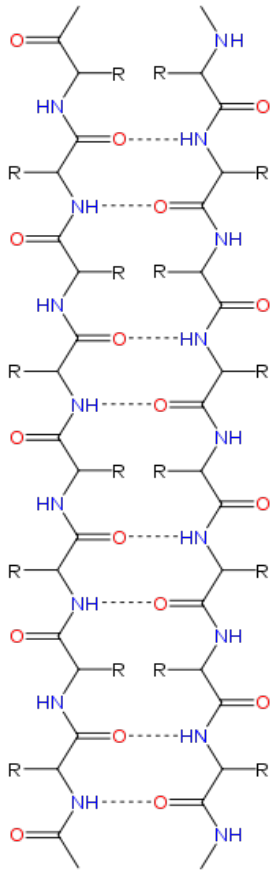
- A súa estabilidade ven dada pola asociación de tres hélices empaquetadas, para formar a **tripla hélice** ou **superhélice** que é a responsable da gran forza de tensión do coláxeno.
- As tres hélices únense mediante enlaces covalentes e enlaces débiles de tipo **ponte de hidróxeno**. As maromas e cables se constrúen de forma semellante a esta tripla hélice.
- Hai algunhas **alteracións do coláxeno** que provocan **síndromes como** o de o **home de goma** ou o **síndrome de Marfán** que padecía Paganini e que explicaba os seus dedos longos e hiperextensibles



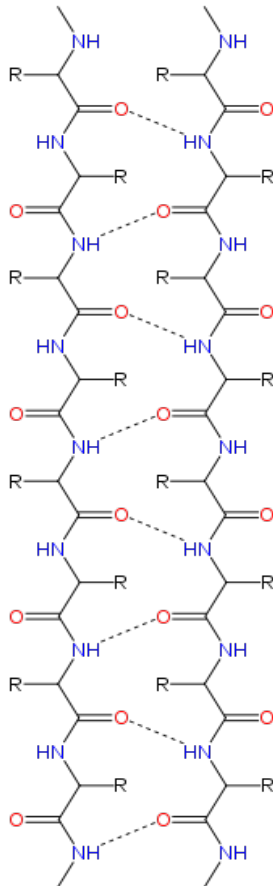
CONFORMACIÓN- β

Conformación Beta

- Na **conformación- β** a cadea de aminoácidos non forma unha hélice, senón unha cadea distendida en forma de **zigzag** debido á **ausencia de enlaces de hidróxeno** entre os aminoácidos próximos.

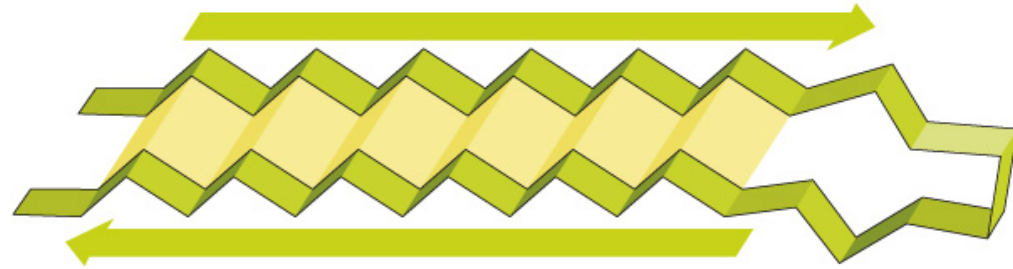


ANTIPARALELA

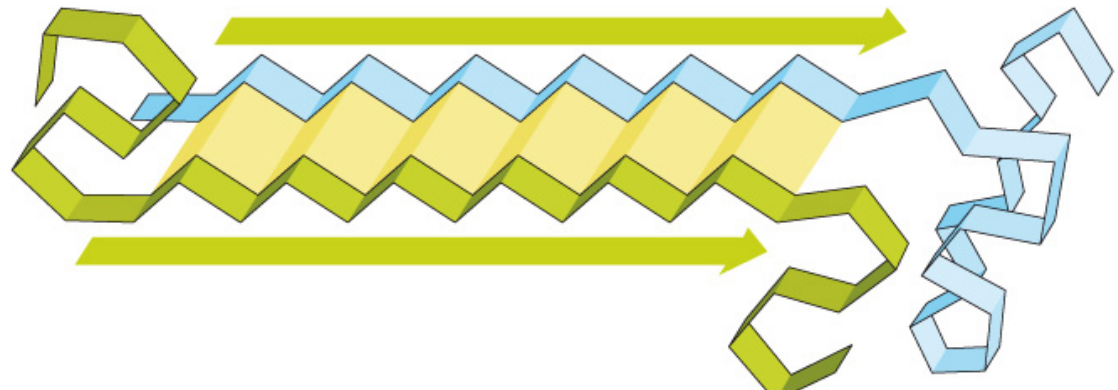


PARALELA

Asociación **antiparalela** en estrutura beta de dous segmentos pertencentes a **mesma cadea**



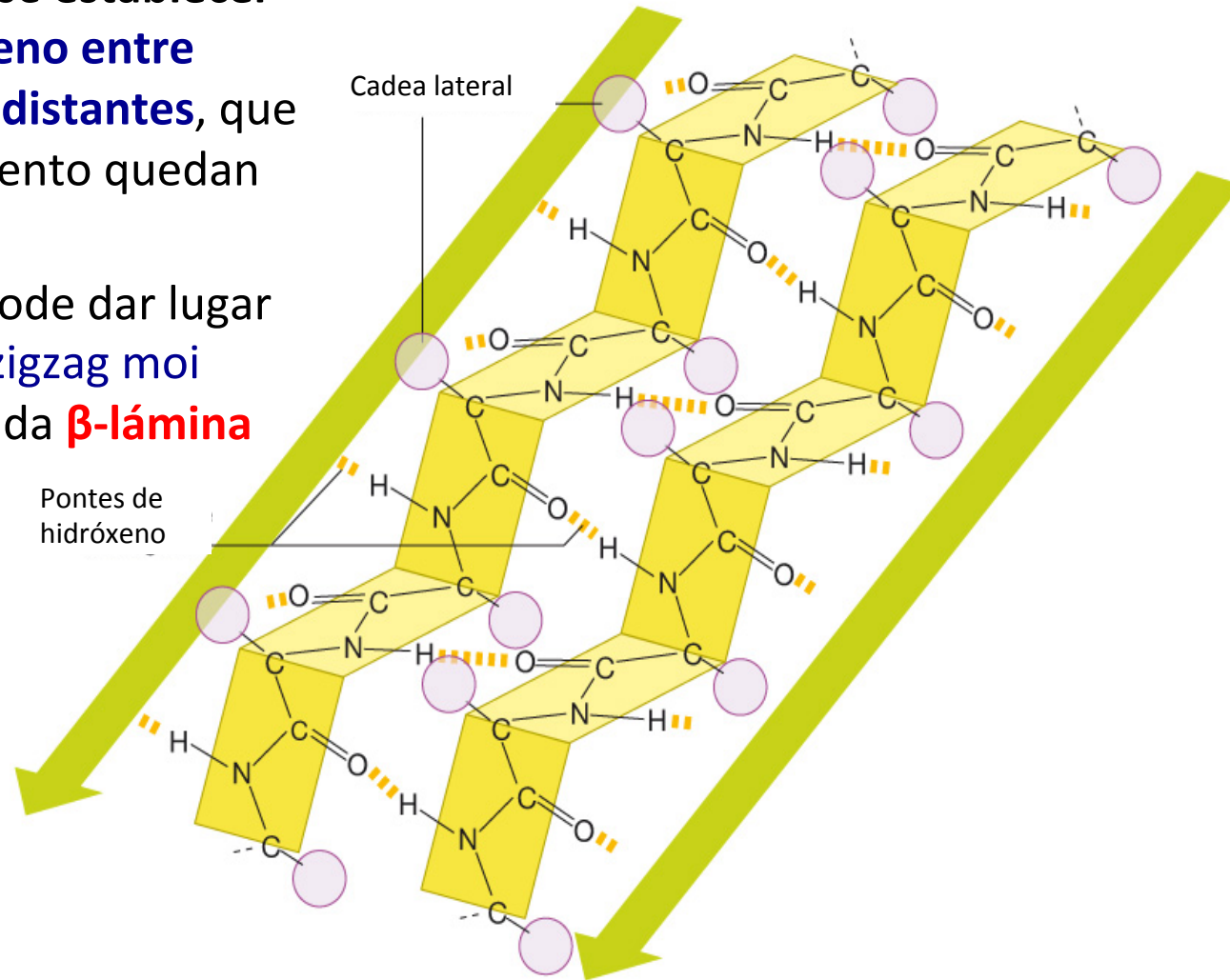
Asociación **paralela** en estrutura beta de dous segmentos pertencentes a **diferentes cadeas**



CONFORMACIÓN- β

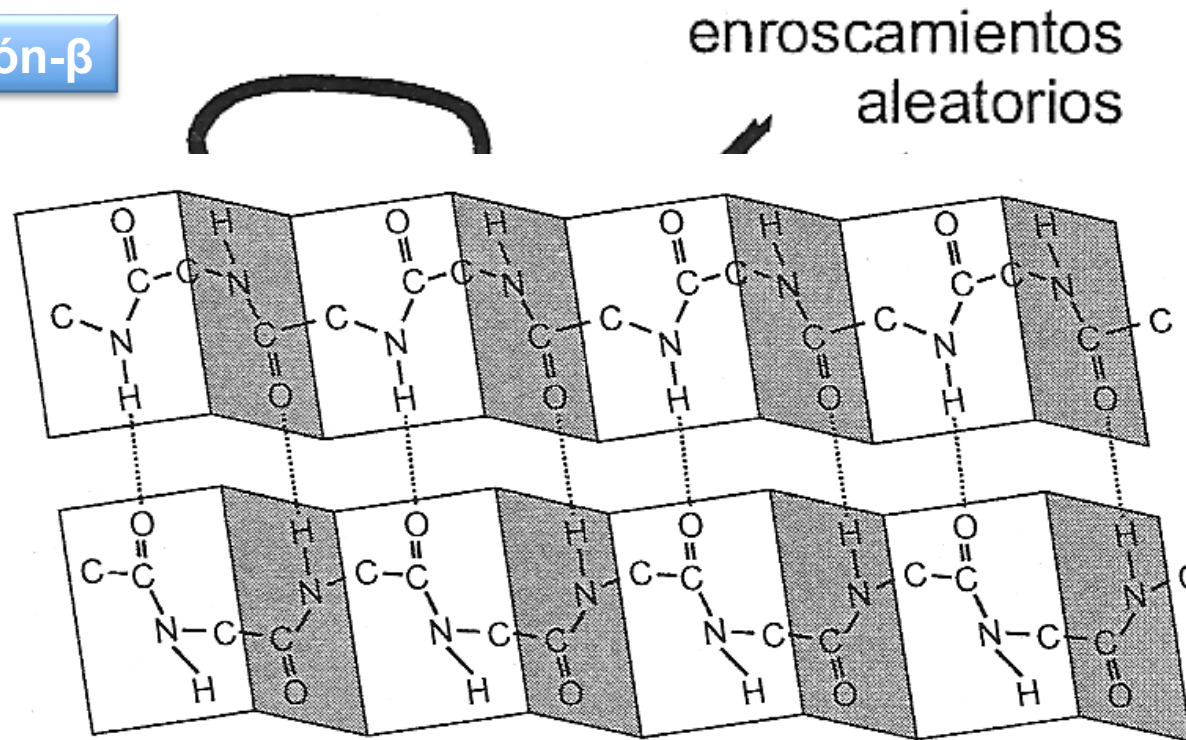
Conformación Beta

- Se a cadea con conformación- β se **reprega**, pódense **establecer enlaces de hidróxeno entre segmentos, antes distantes**, que debido ao pregamento quedan próximos.
- Esta disposición pode dar lugar a unha **lámina en zigzag moi estable**, denominada **β -lámina pregada**.



CONFORMACIÓN- β

Conformación- β

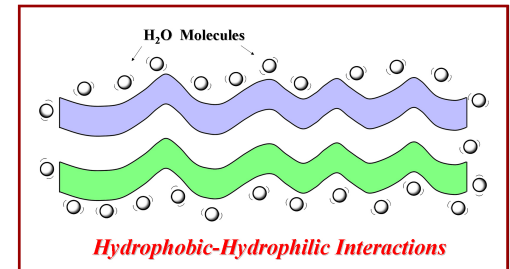
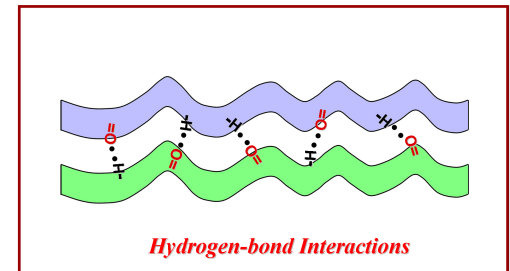
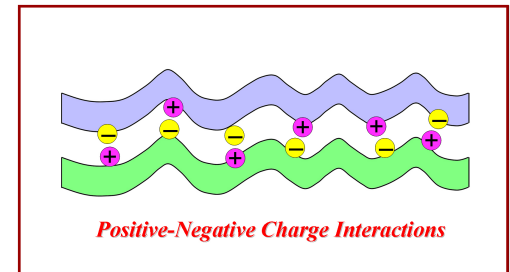
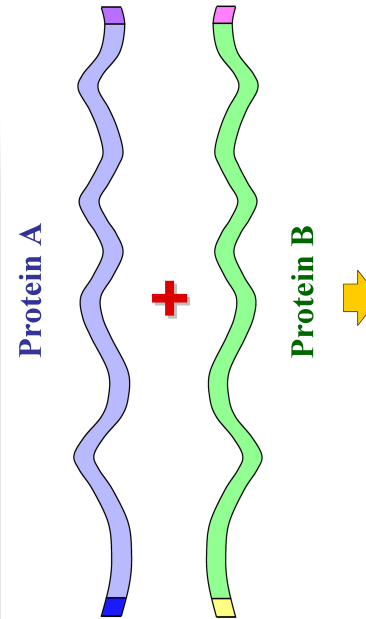
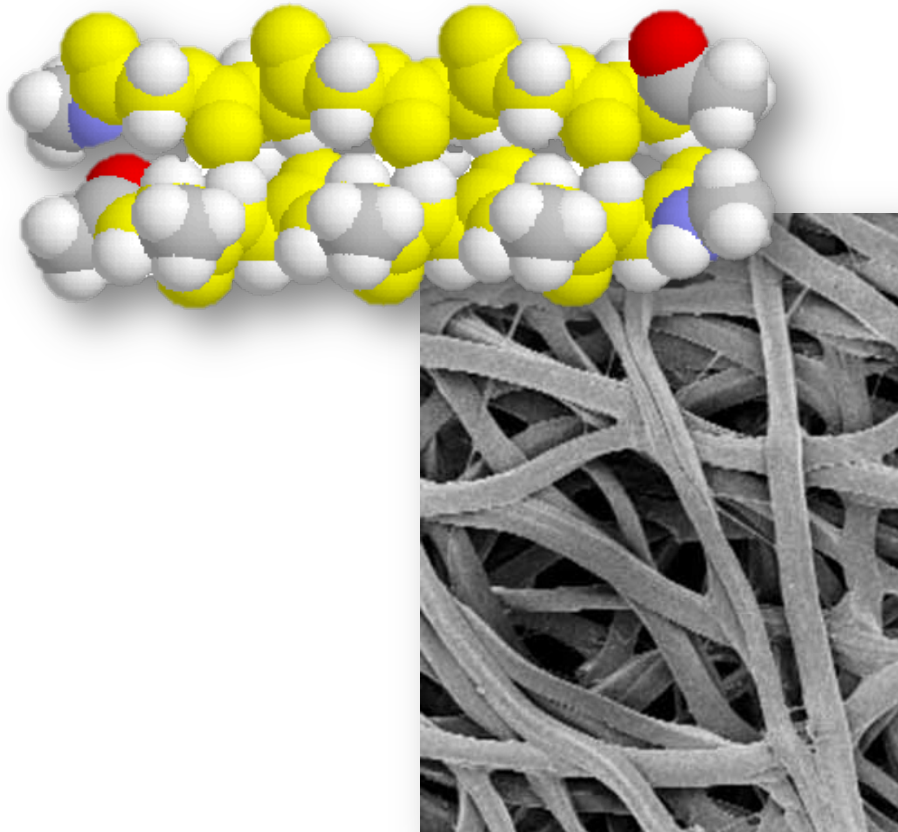


- Son estruturas flexíveis que non se poden estirar.
- Os restos laterais ubícan cara arriba e cara abaixo do plano das follas.

CONFORMACIÓN- β

Conformación Beta

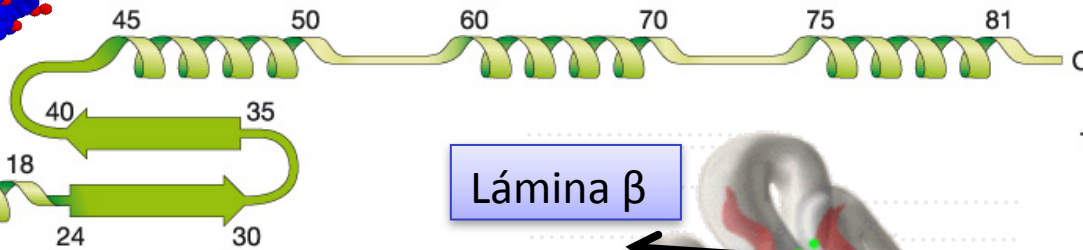
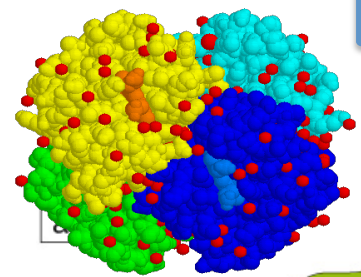
- Esta estrutura en lámina pregada tamén se pode formar **entre dúas ou máis cadeas polipeptídicas diferentes**. Por exemplo, a **fibroína** ou **β -queratina** da seda ten conformación- β .



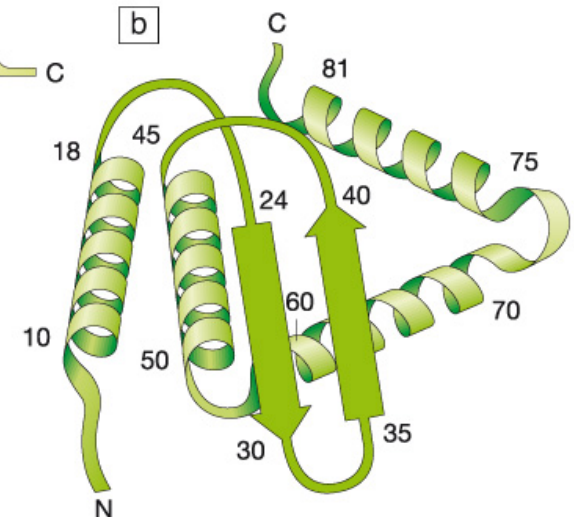
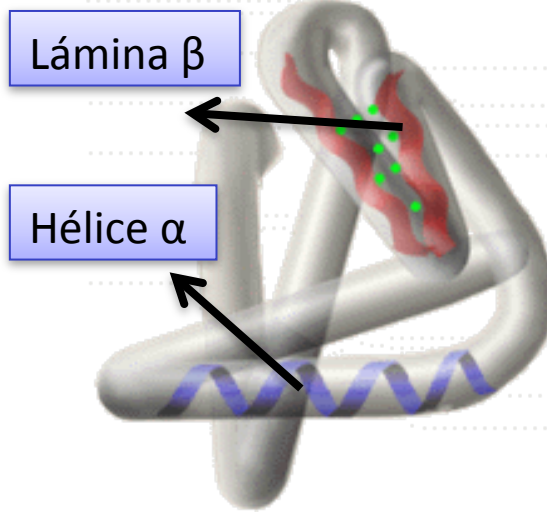
ESTRUTURA TERCIARIA DAS PROTEÍNAS

Estrutura terciaria

- É a disposición que adopta no espazo a estrutura secundaria cando **se dobra sobre si mesma e orixina unha conformación globular**.
- Nela os radicais **apolares** sitúanse no **interior** e os **polares** no **exterior**.
- Esta disposición facilita que moitas **proteínas globulares** sexan **solubles en auga** e en **disolucións salinas**.



Estrutura secundaria

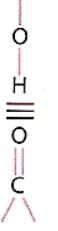
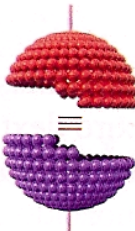
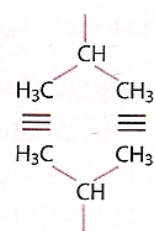


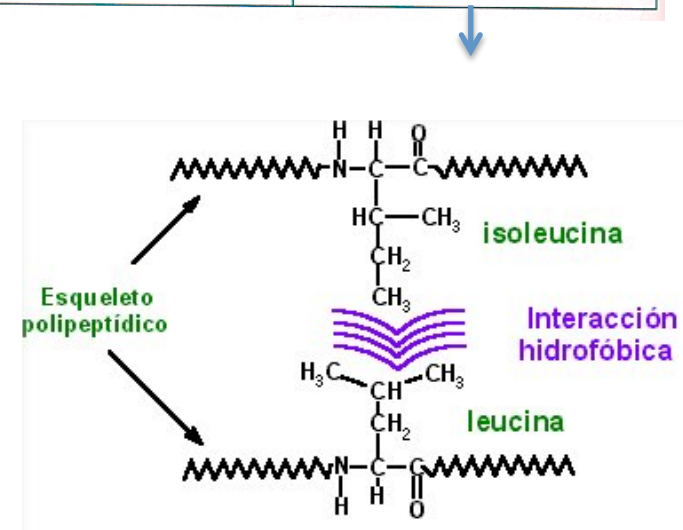
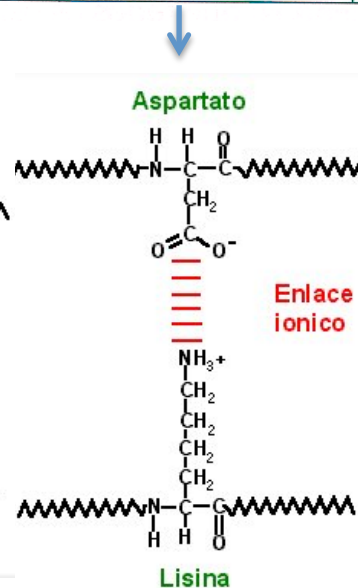
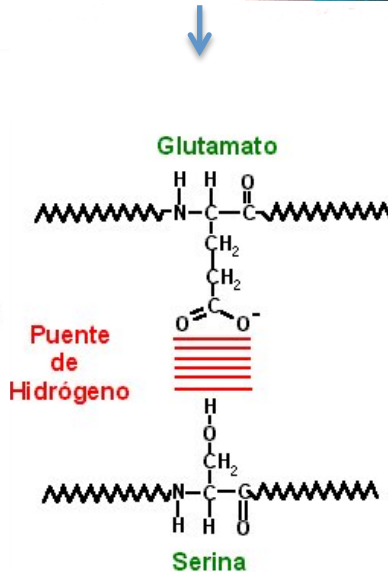
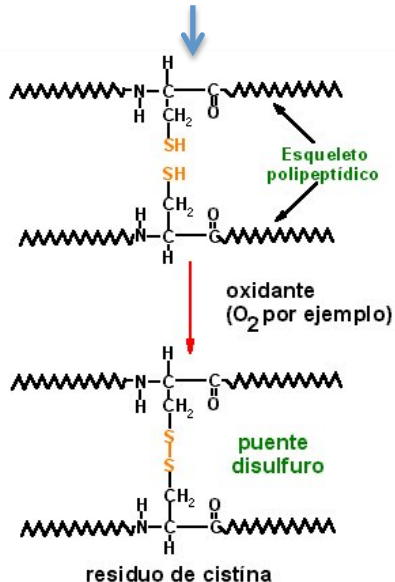
Estrutura terciaria

ESTRUTURA TERCIARIA DAS PROTEÍNAS

Estrutura terciaria

- As conformacións globulares **mantéñense estables debido aos enlaces entre os radicais (R)** dos aminoácidos. Estes enlaces poden ser de varios tipos:

Enlace disulfuro	Enlace de hidróxeno	Interaccións iónicas*	Forzas de Van der Walls	Interaccións hidrofóbicas
Enlace forte	Enlace débil	Enlace débil	Enlace débil	Enlace débil
				

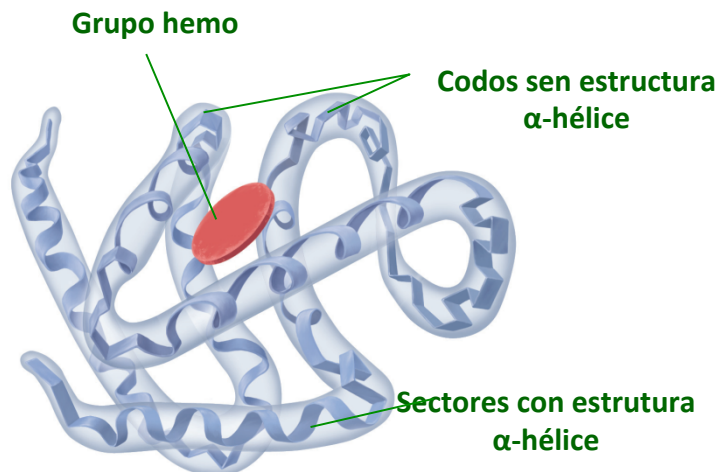


CONFORMACIÓN INTERNA E DOMINIOS ESTRUCTURAIS

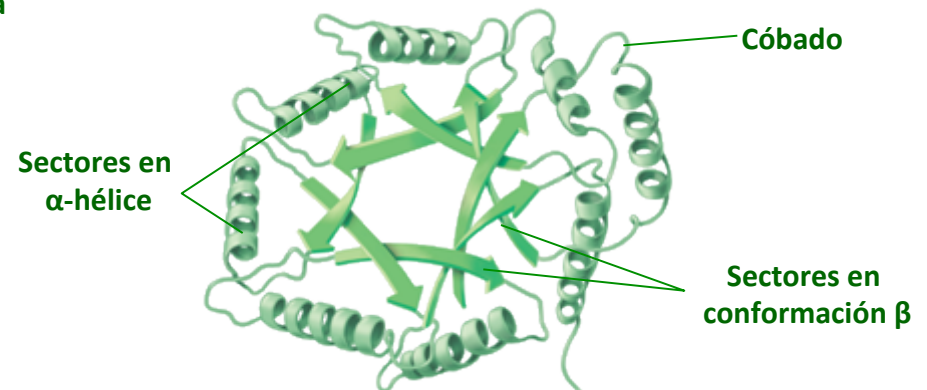
Dominios estruturais

- Os **tramos rectos** das proteínas con estrutura terciaria **presentan estruturas secundarias** do tipo α -hélice ou de conformación- β (lámina pregada), mentres que as **zonas de "xiros»** (cóbados) **non teñen estrutura secundaria**.
- Nalgúns casos hai combinacións de α -hélice e de conformación- β que se encontran repetidas nunha mesma proteína.
- Estas combinacións denomínanse **dominios estruturais** e adoitan ser estables, compactas e de aspecto globular.

Mioglobina



Triosa-fosfato-isomerasa

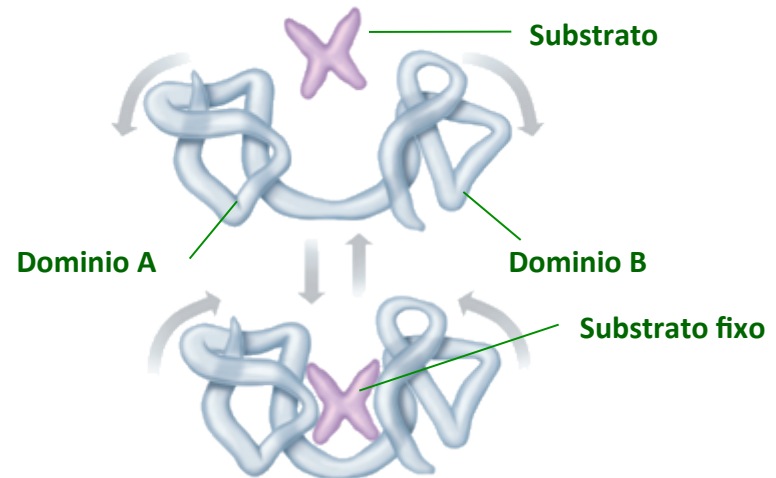
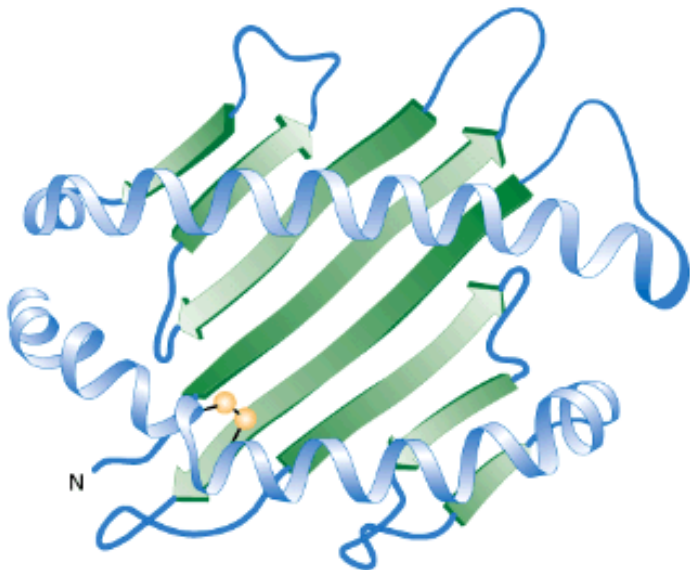


CONFORMACIÓN INTERNA E DOMINIOS ESTRUCTURAIS

Dominios estruturais

- Os diferentes dominios xeralmente únense entre si por zonas estreitas ou "colos», o que posibilita un certo movemento relativo.
- Por exemplo, nas **encimas**, cando dous dominios se separan, posibilitase a introdución dunha molécula de **substrato** e, cando se achegan, fíxana para actuar sobre ela.

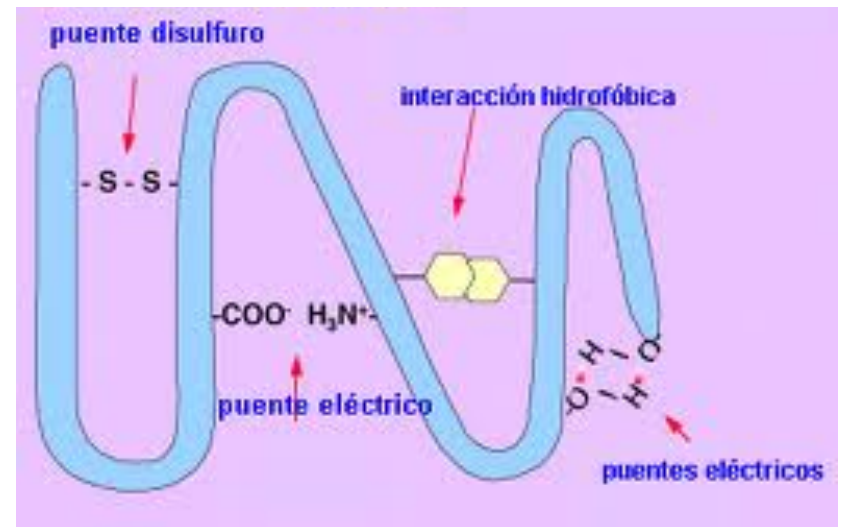
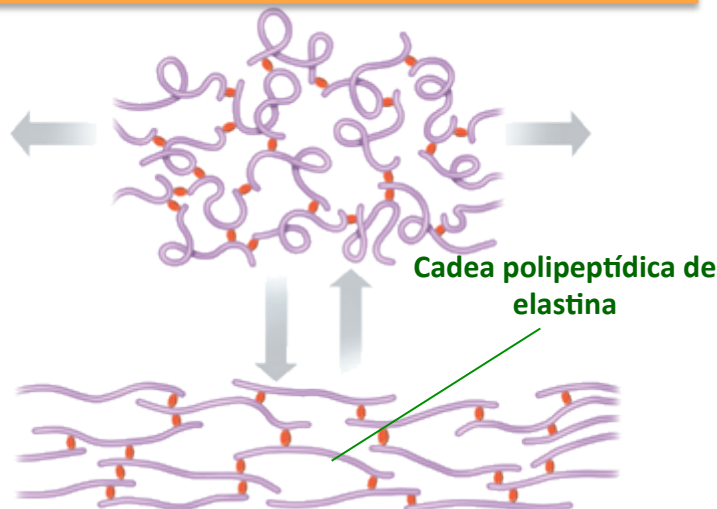
Proteína simple con dous dominios estruturais



CONFORMACIÓN INTERNA E DOMINIOS ESTRUCTURAIS

- Desde unha perspectiva evolutiva, considérase que os **dominios estruturais** son "clixés estruturais» de elevada eficacia biolóxica e que, por iso, serviron como **unidades modulares de diferentes proteínas**.
- As proteínas que **non chegan a formar estruturas terciarias**, manteñen a estrutura secundaria alongada, e dan lugar ás denominadas **proteínas filamentosas**. Son **proteínas insolubles en auga e en disolucións salinas**, que exercen funcións esqueléticas. As máis coñecidas son: o **coláxeno** dos ósos e do tecido conxuntivo, a **α -queratina** do pelo, plumas, uñas, cornos, etc., a **β -queratina** ou **fibroína** da seda, e a **elastina** do tecido conxuntivo, que forma unha rede deformable pola tensión.

Elastina en estado relaxado e extendido



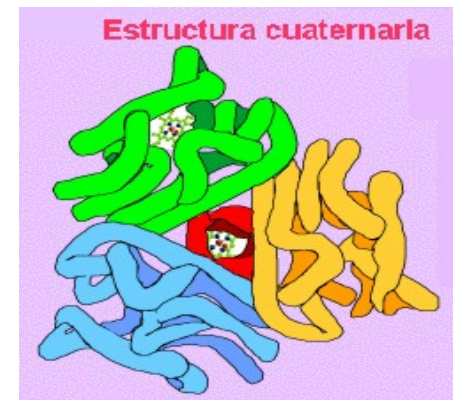
ESTRUTURA CUATERNARIA DAS PROTEÍNAS

- É a que presentan as proteínas constituídas por dúas ou máis cadeas polipeptídicas con estrutura terciaria, idénticas ou non, unidas entre si por enlaces débiles (non covalentes) e, en ocasións, por enlaces covalentes do tipo **enlace disulfuro**. Cada unha destas cadeas polipeptídicas recibe o nome de **protómero**.
- Segundo o número de protómeros que se asocian, estas proteínas denomínanse **dímeros**, como a **insulina**; **trímeros**, como o **coláxeno**; **tetrámeros**, como a **hemoglobina**; **pentámeros**, como a **ARN-polimerase**; etc.

Estrutura
cuaternaria

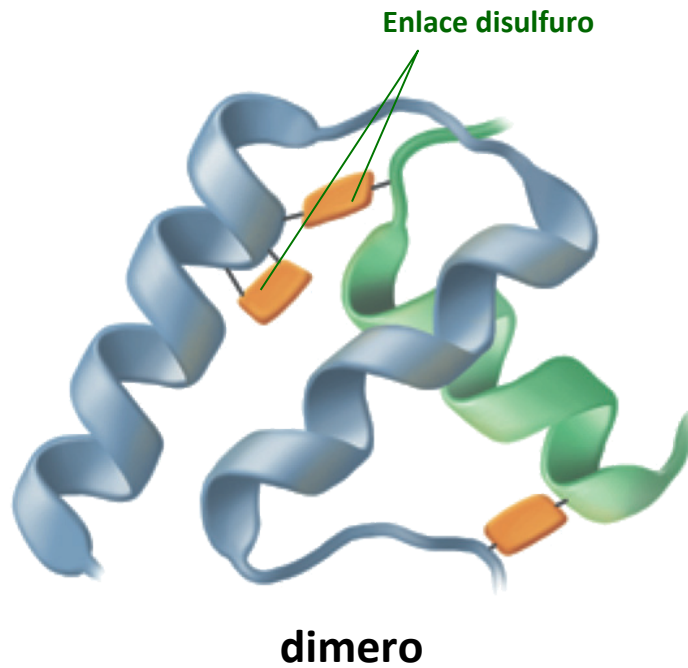


● Puentes disulfuro

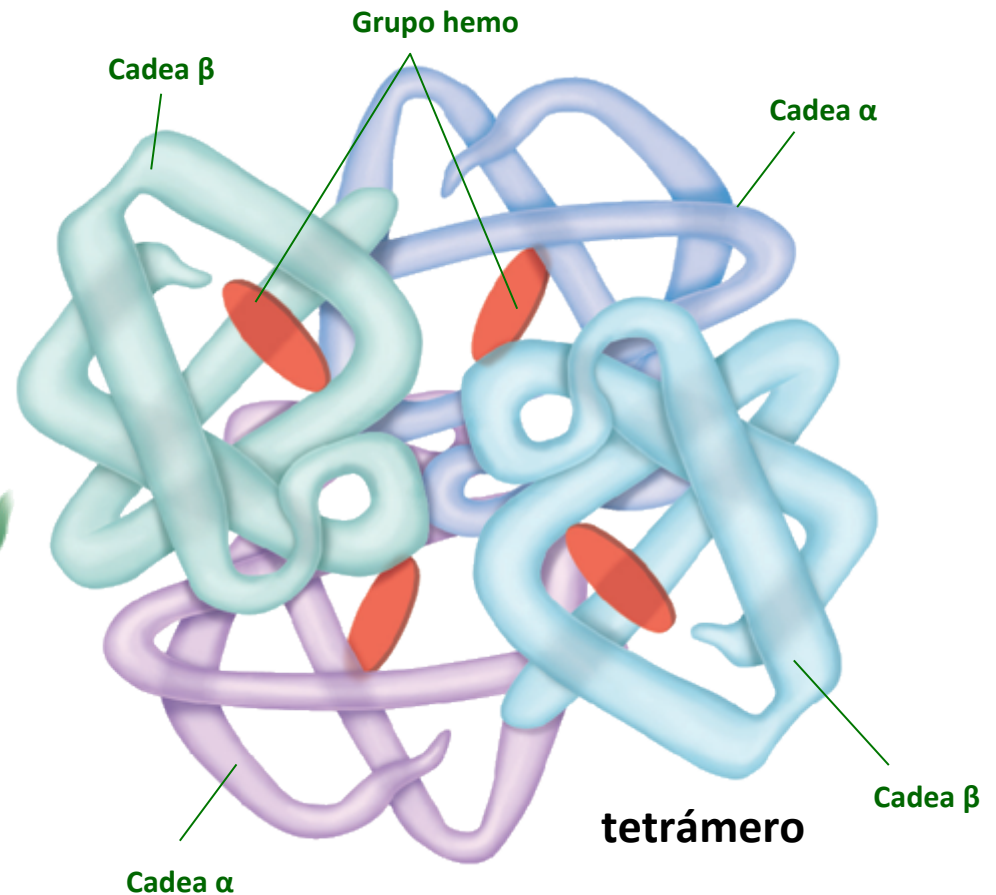


ESTRUTURA CUATERNARIA DAS PROTEÍNAS

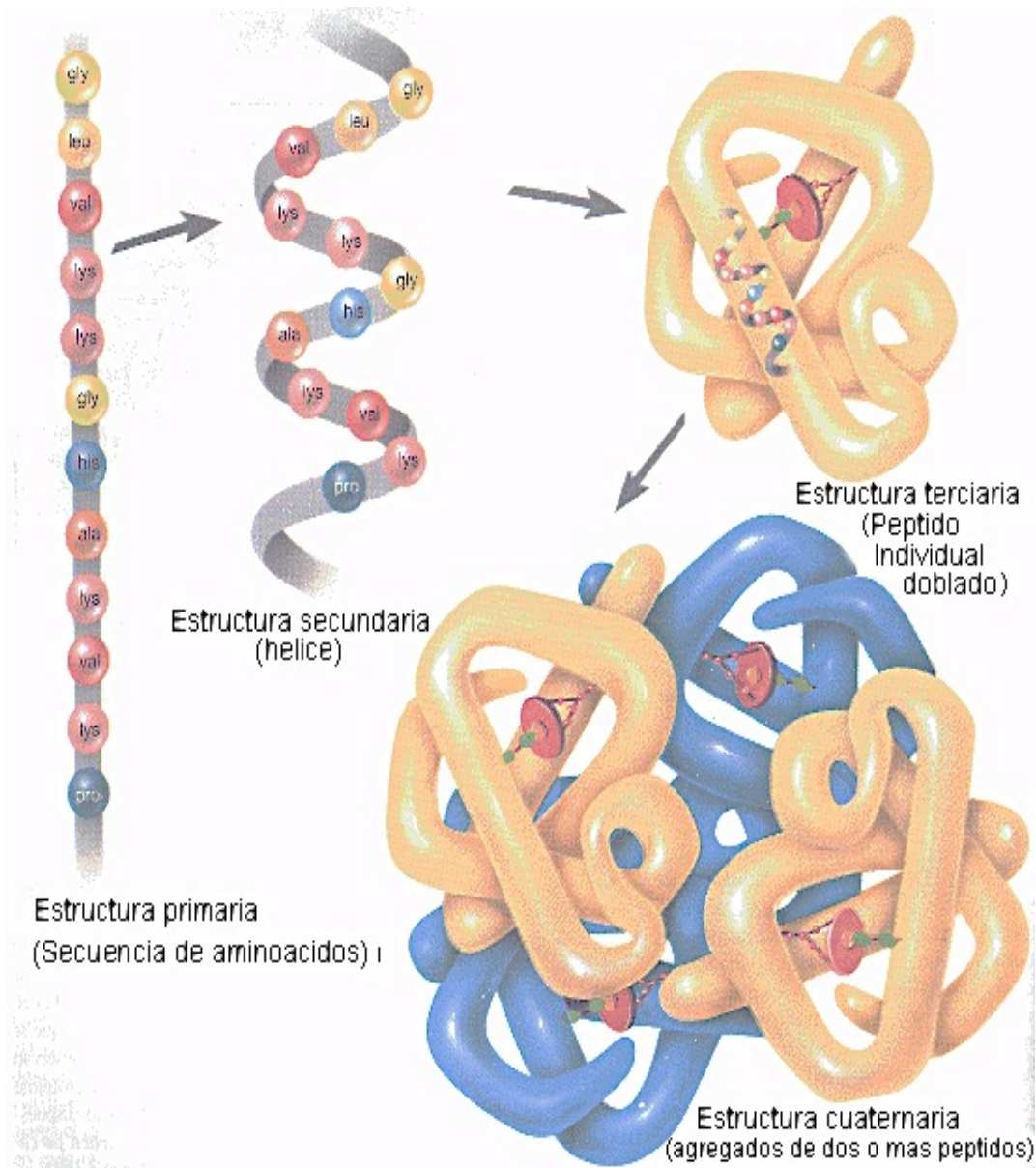
Insulina



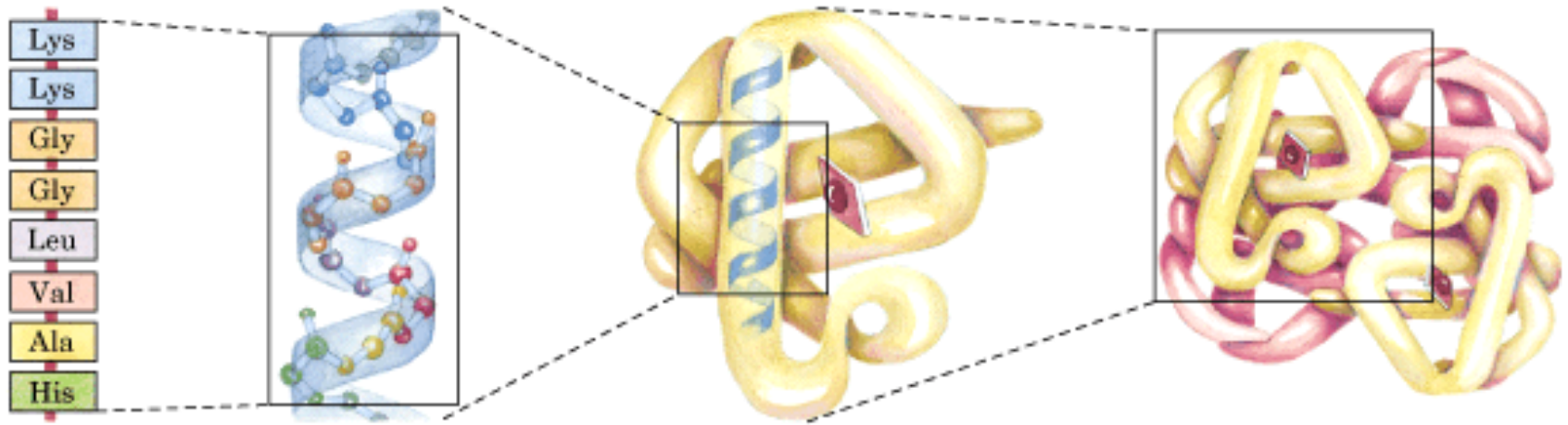
Hemoglobina



ESTRUTURA CUATERNARIA DAS PROTEÍNAS



RESUMO DAS ESTRUTURAS DUNHA PROTEÍNA



Primaria

Combinação ilimitada de aminoácidos.

Unión Peptídica

Secuencia

Secundaria

Hélice

Hoja Pregada

Ponte de Hidrógeno

Terciaria

Globular

Fibrosa

Ponte de Hidrógeno, Interacciones hidrofóbicas, salinas, electrostáticas.

Conformación

Cuaternaria

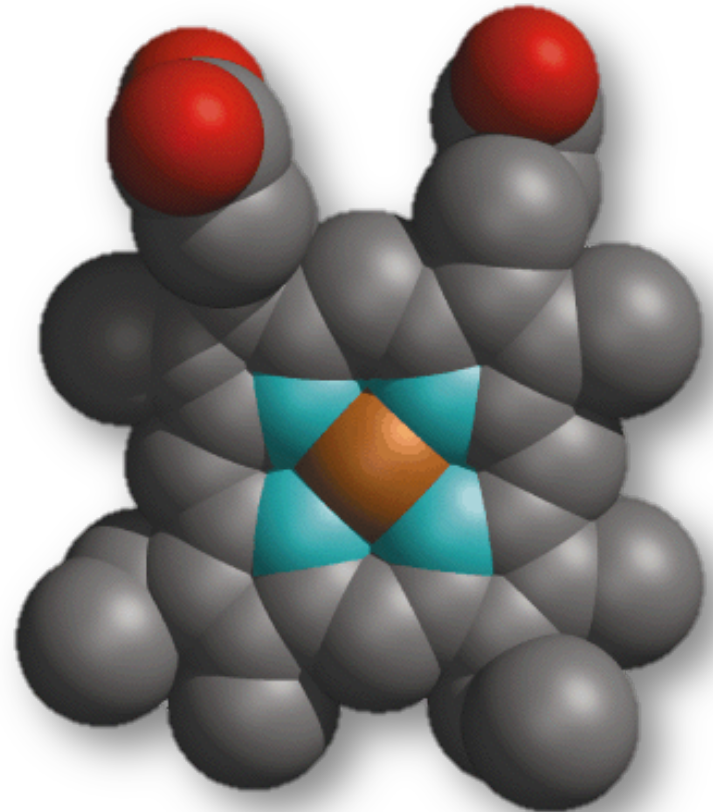
Subunidades iguais

Subunidades distintas

Forzas diversas non covalentes.

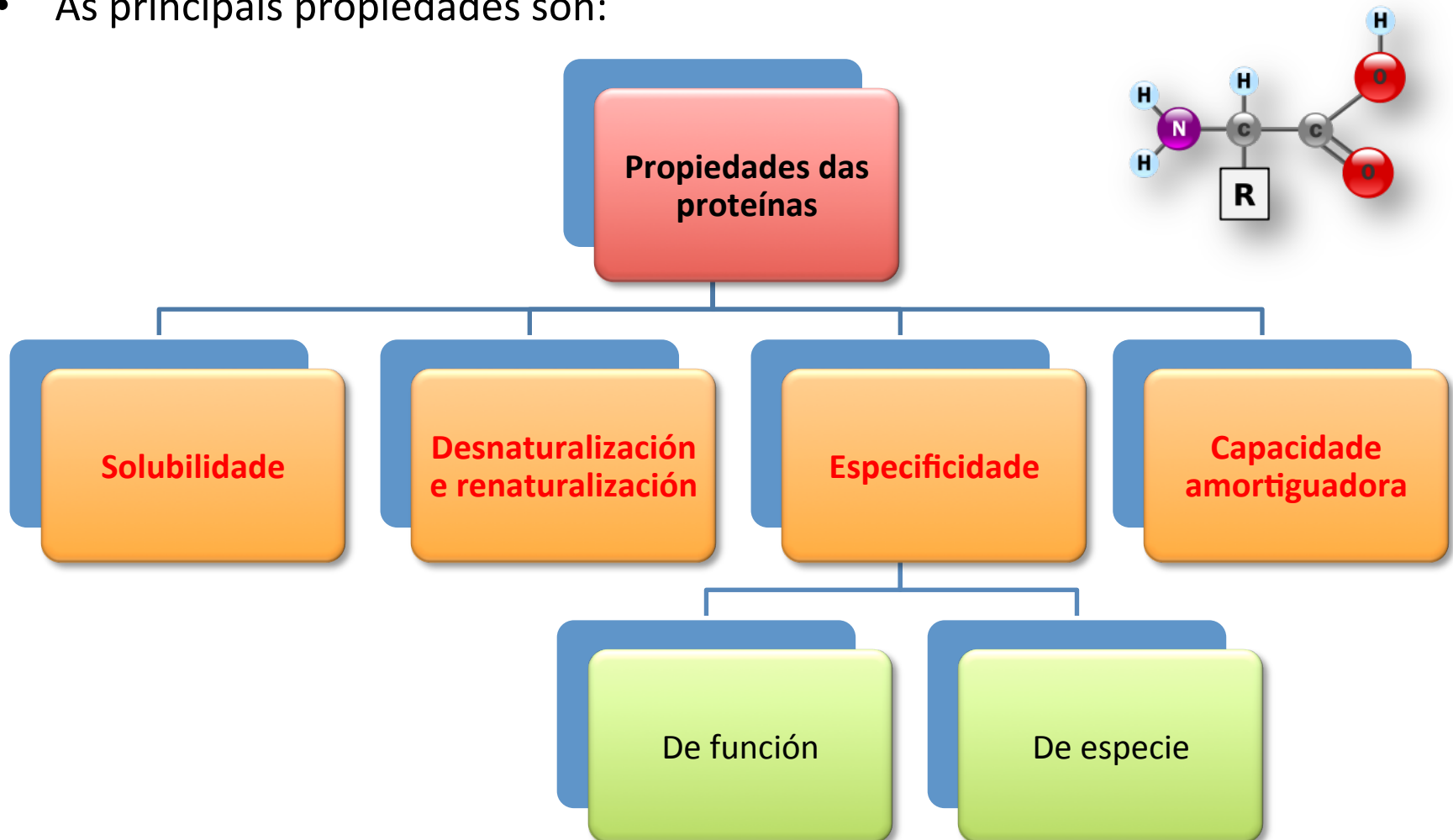
Asociación

AS PROPIEDADES DAS PROTEÍNAS



PROPIEDADES DAS PROTEÍNAS

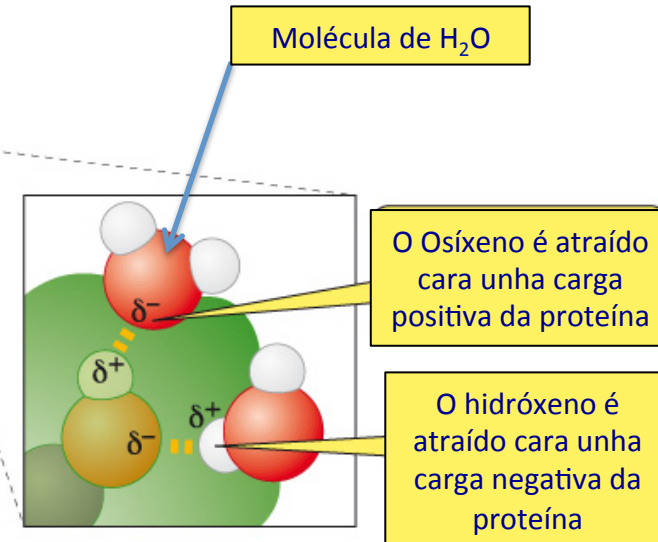
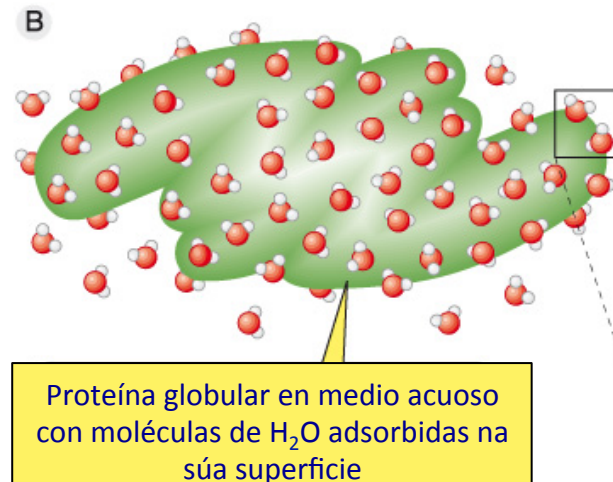
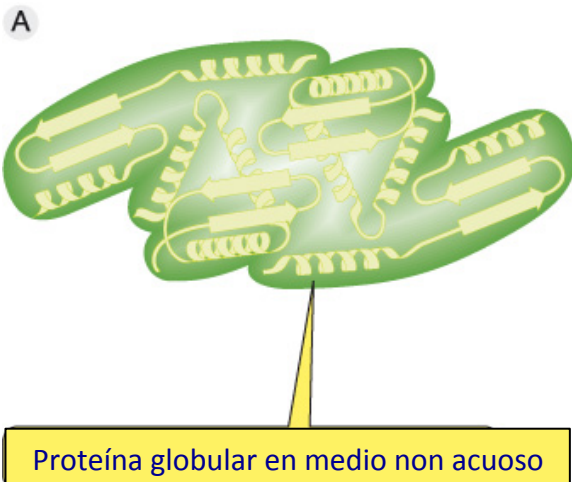
- As propiedades das proteínas **dependen sobre todo dos seus radicais libres (R)** e da **capacidade que estes teñen de reaccionar con outras moléculas**.
- As principais propiedades son:



SOLUBILIDADE

Solubidade proteica

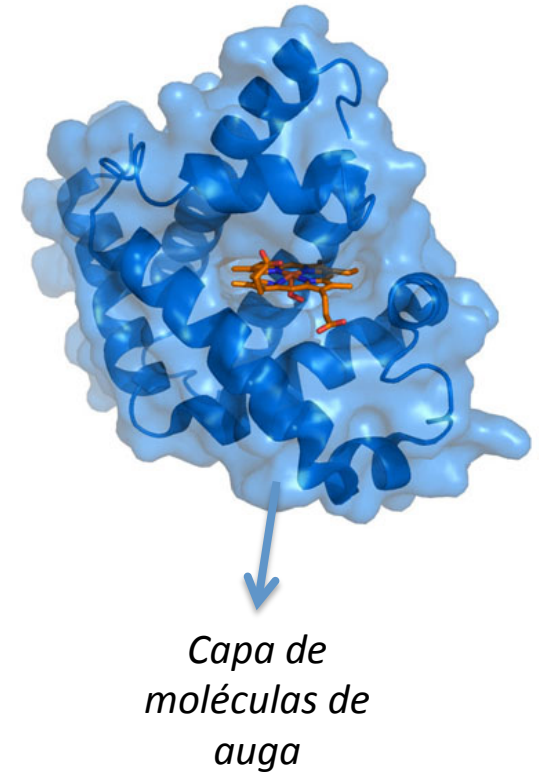
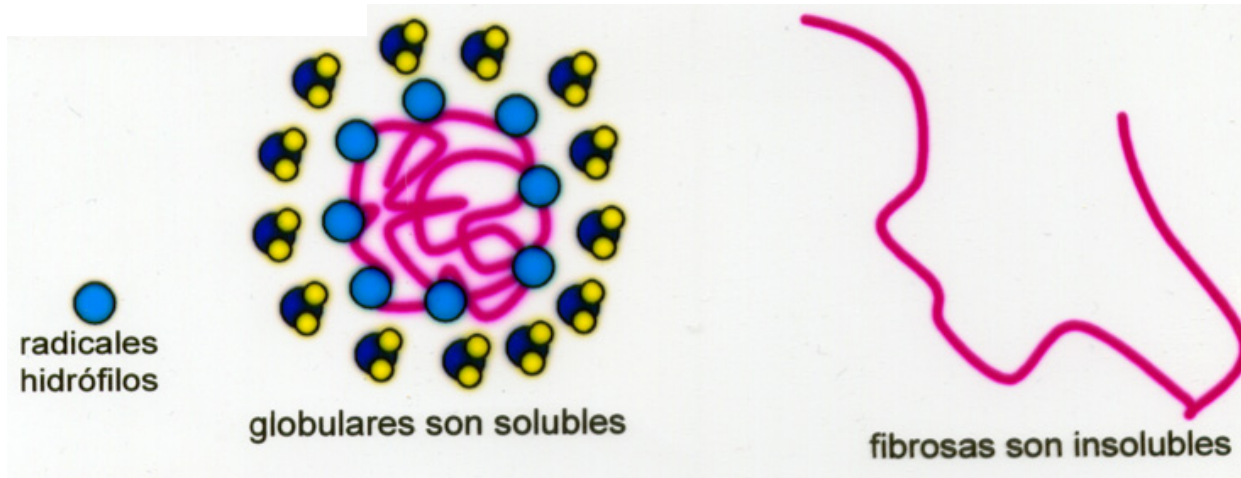
- Débese á **elevada proporción de aminoácidos con radicais polares**, sobre todo, se teñen carga elevada.
- Estes radicais establecen **enlaces de hidróxeno** coas **moléculas de auga** e, así, cada radical queda recuberto dunha capa de moléculas de auga que impide que se poida unir a outras moléculas proteicas, o que provocaría a súa **precipitación**.



SOLUBILIDADE

Solubilidad proteica

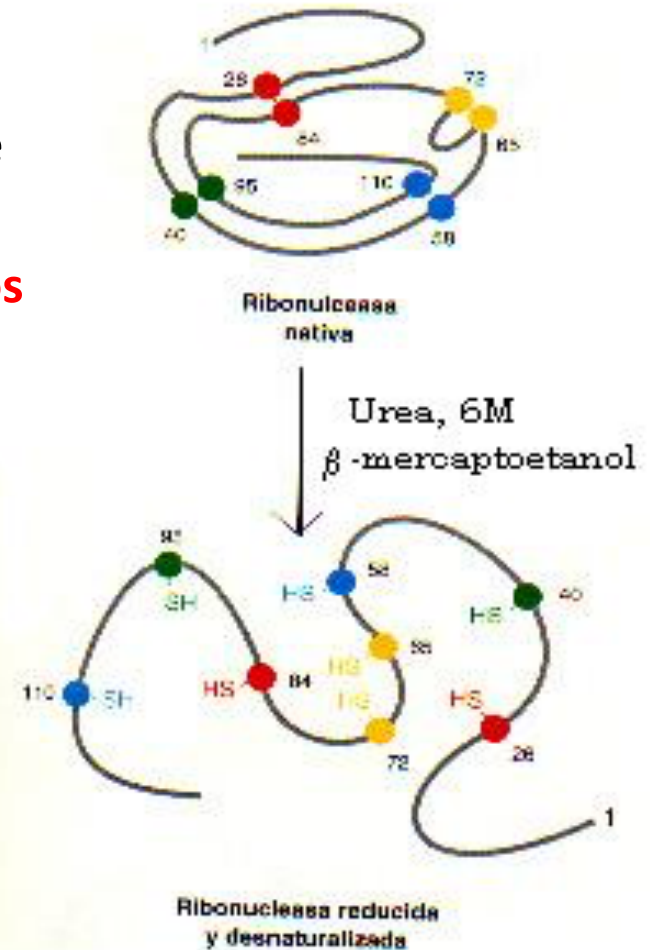
- Os **cambios de pH** inflúen na solubilidade das proteínas, xa que modifican o grao de ionización dos radicais polares.
- As **proteínas globulares** teñen unha elevada masa molecular, polo cal, cando se disolven, dan lugar a **dispersións coloidais**.



DESNATURALIZACIÓN

Desnaturalización

- É a perda da estrutura terciaria e cuaternaria e, en ocasións, tamén da **secundaria**, debido á rotura dos enlaces que as manteñen.
- Esta ruptura pode ser producida por **cambios de pH, variacións de temperatura, alteracións na concentración salina do medio ou por simple axitación molecular**.
- Cando unha **proteína se desnaturaliza**, xeralmente adopta unha **conformación filamentosa e precipita**. Isto débese a que a capa de moléculas de auga xa non recobre totalmente as moléculas proteicas, e entón estas tenden a unirse e dan lugar a grandes condensacións que precipitan.
- As proteínas desnaturalizadas **non** poden realizar **funcións de tipo encimático, transportador ou hormonal**.



Desnaturalización da estrutura trimimensional con urea e redución de pontes disulfuro con 2-mercaptoetanol

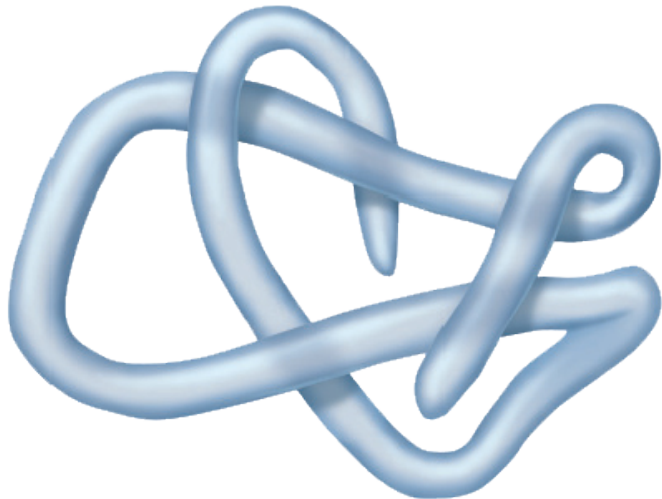
RENATURALIZACIÓN

Renaturalización

- Como a desnaturalización non afecta aos enlaces peptídicos, se se volve ás condicións normais, **algunhas** proteínas poden recuperar a súa conformación inicial, feito que se denomina **renaturalización**.

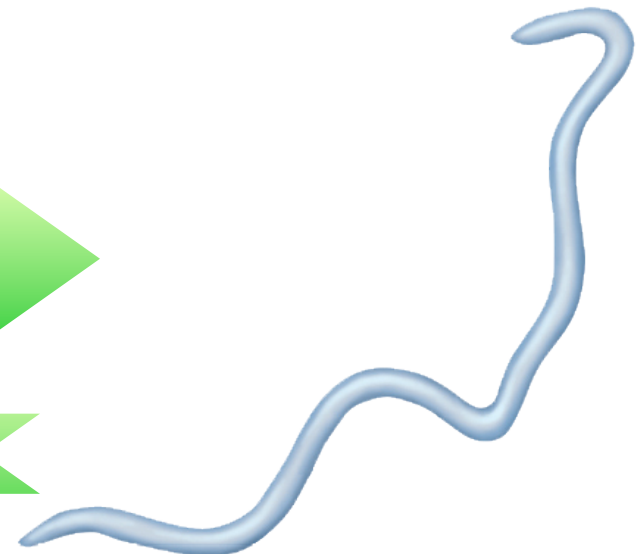
Proteína en estado normal

Proteína desnaturalizada



Desnaturalización

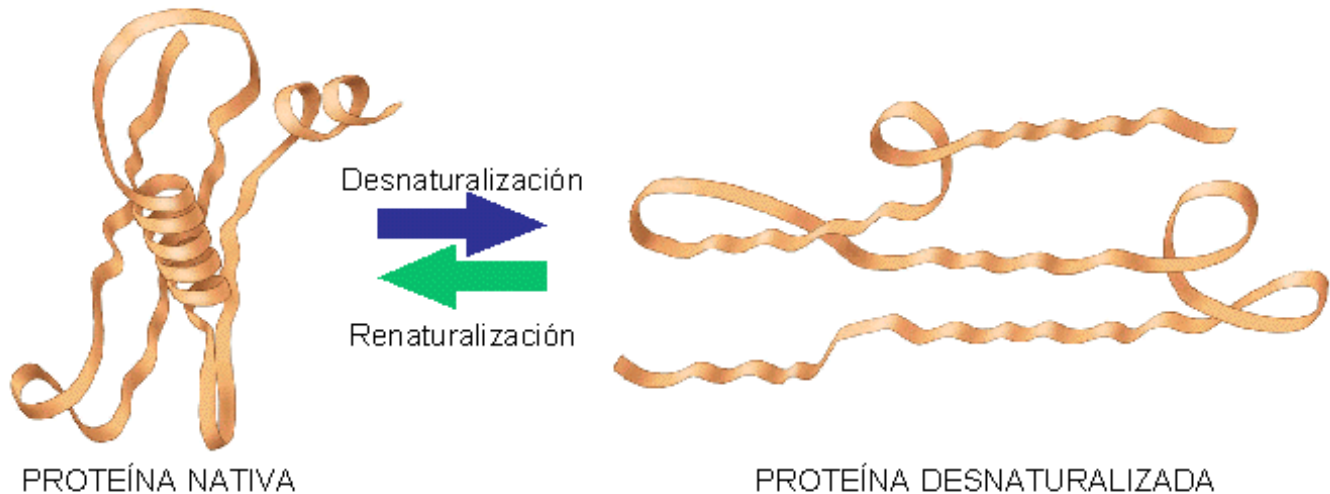
Renaturalización



DESNATURALIZACIÓN E RENATURALIZACIÓN

Resumo

- A desnaturalización é a perda das estruturas secundaria, terciaria e cuaternaria
- Pode estar provocada por cambio de pH, de Temperatura ou substancias químicas desnaturizantes.



Exemplos

- **Desnaturalización:** cando se corta o leite ou cando ao fritir un ovo a clara ponse branca.
- **Renaturalización:** cando te rizas ou te alisas o pelo, e logo dun tempo este volve a ter a forma anterior.

AXENTES DESNATURALIZANTES

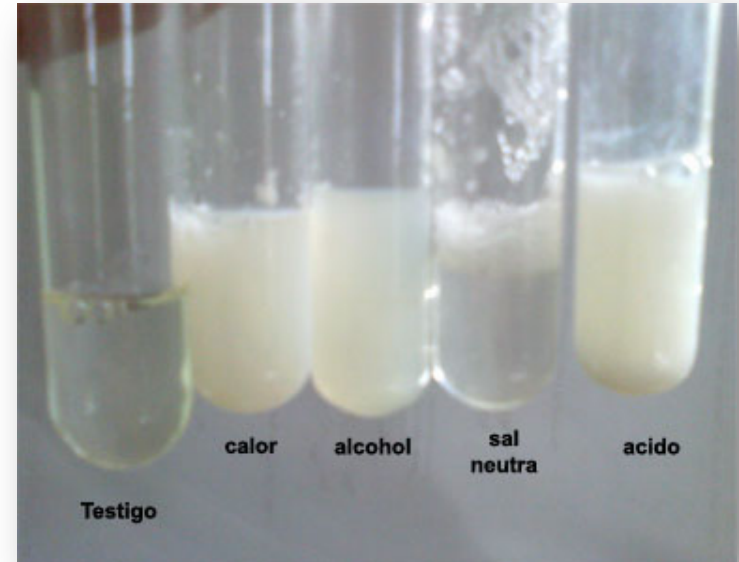
I. Físicos

1. **Calor.** A maior parte das proteínas experimentan desnaturalizacións cuando se quentan entre 50 e 60 °C; outras se desnaturalizan tamén cando se arrefrían por debaixo dos 10 a 15 °C.

2. Radiacións

II. **Químicos:** todos os axentes que rompen interaccións ou enlaces presentes na estrutura nativa da proteína:

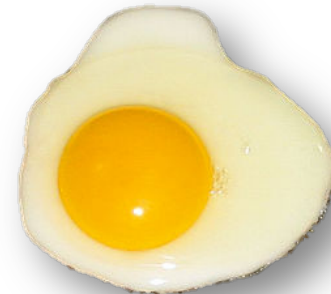
1. **Deterxentes**
2. **Urea** e **guanidina** a altas concentracións
3. Altas concentracións de **sal** e **extremos de pH**
4. **Reactivos de grupos -SH**



*Efecto de distintos axentes
desnaturalizantes sobre a proteína
albúmina do ovo*

EXEMPLO DESNATURALIZACIÓN DA OVOALBÚMINA

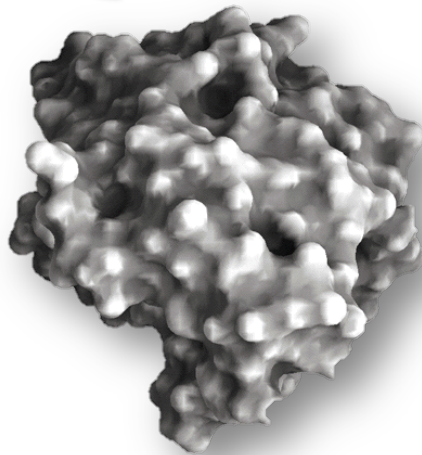
- En 766 gramos de claras de ovo hai 100 gramos de **ovoalbúmina** pura. O resto será auga e outras proteínas. Cando collemos as claras e as **batimos intensamente**, as forzas que manteñen estable a estrutura tridimensional da ovoalbúmina rómpense, do mesmo modo que sucede se **a quentamos intensamente**.
- Así, ó batirlas convértense en **merengue** e ao fritir o ovo en unha **substancia branca, sólida e opaca**, xa que a proteína deixa de estar disolta.
- Nestos casos, tense **desnaturalizado**, e iso ten provocado a súa **precipitación**, motivo polo cal a clara xa non é transparente.
- A proteína desnaturalizada xa non terá estrutura que vimos previamente, senon que a súa cadea atoparase disposta de forma aleatoria ou amorfa.



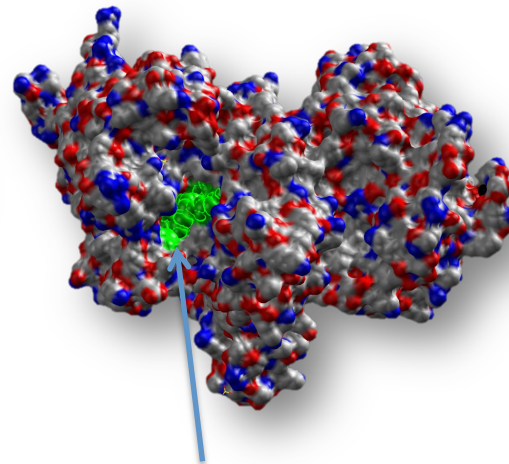
ESPECIFICIDADE

Especificidade

- As proteínas que interactúan con outras moléculas presentan unha **estrutura tridimensional específica** e uns aminoácidos concretos en lugares determinados, que lles permiten **diferenciar unhas moléculas doutras semellantes**.
- Por exemplo, as **proteínas encimáticas** que actúan como reguladoras de reaccións químicas, as **hormonas peptídicas** como a **insulina** e os **anticorpos** ou **inmunoglobulinas**.
- Nas **encimas**, o conxunto de aminoácidos que recoñece e contacta coas moléculas que se modificarán (**substrato**) denomínase **centro activo**.



Encima

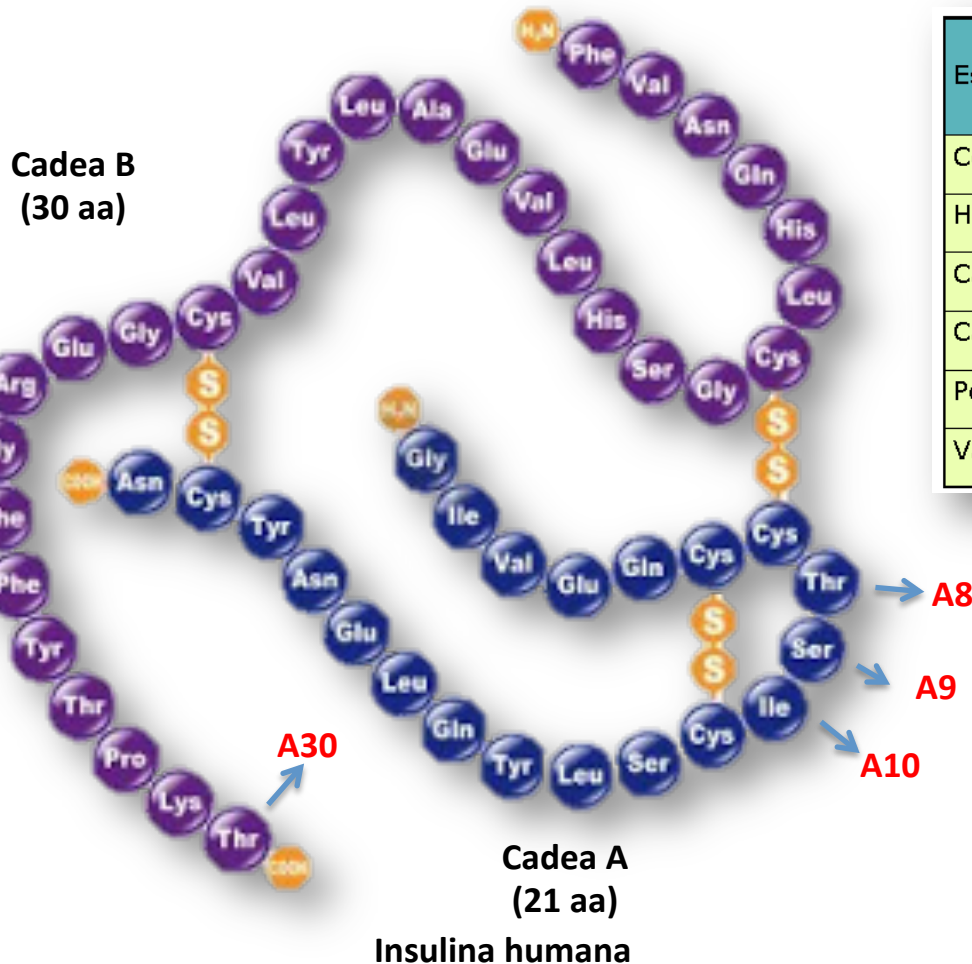


Centro activo do encima

ESPECIFICIDADE

Proteínas homólogas

- Realizan a mesma función en especies diferentes, presentan unha estrutura moi similar pero non sempre idéntica. Isto débese a que só difiren en aminoácidos que poden ser substituídos por outros distintos que **non alteran a funcionalidade da molécula**.



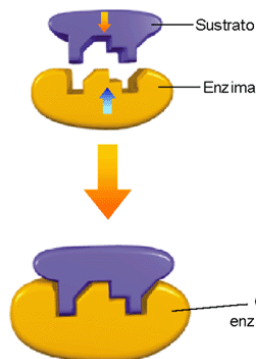
Especies	Aminoácidos			
	A8	A9	A10	B30
Cerdo	Thr	Ser	Ile	Ala
Hombre	Thr	Ser	Ile	Thr
Caballo	Thr	Gly	Ile	Ala
Carnero	Ala	Gly	Val	Ala
Pollo	His	Asn	Thr	Ala
Vaca	Ala	Ser	Val	Ala



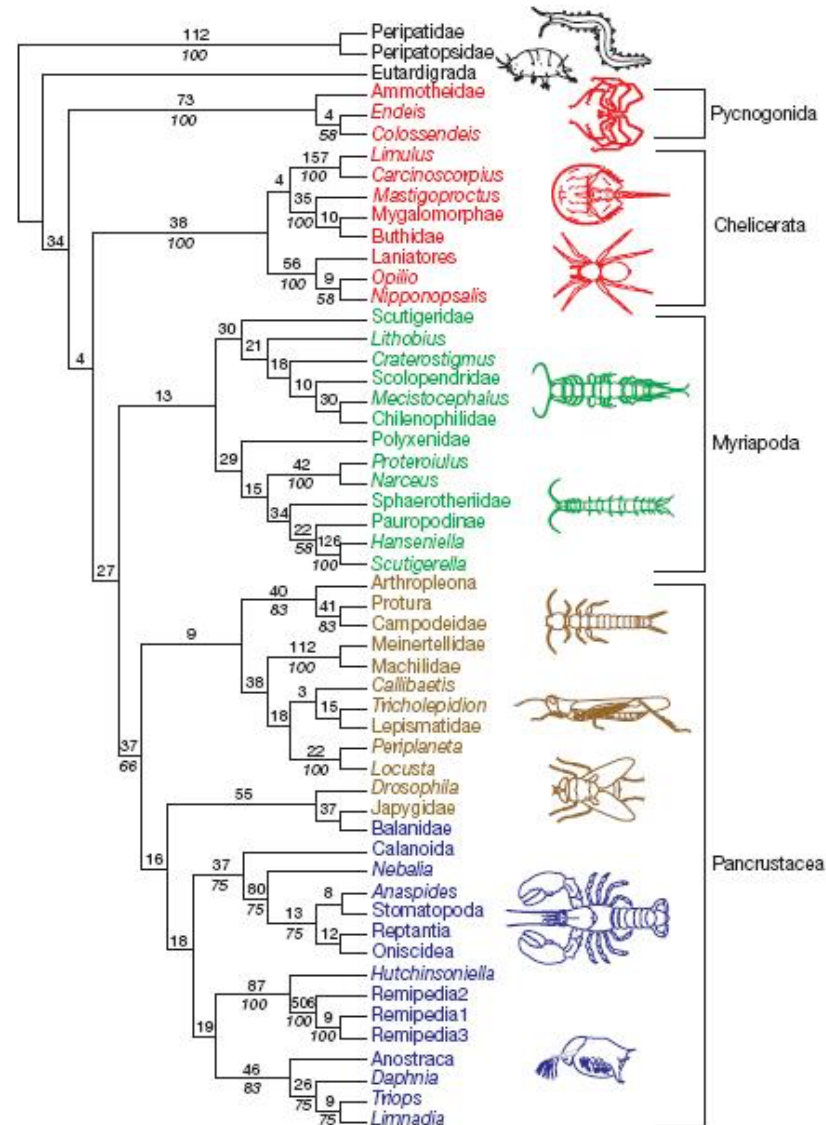
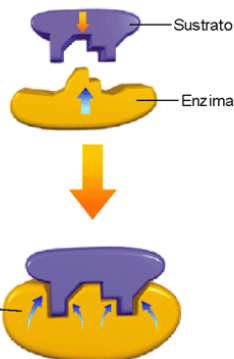
ESPECIFICIDADE

- Isto deu lugar, durante o processo evolutivo, a unha **gran variedade de moléculas proteicas**, é dicir, a proteínas específicas dunha especie e, incluso, dun individuo, o que provoca **problemas de rexeitamento** nos transplantes de órganos.
- Por outra parte, as **diferenzas** entre proteínas homólogas son **grandes entre especies afastadas** evolutivamente, e **escasas entre especies moi emparentadas**.

MODELO DE LLAVE-CERRADURA



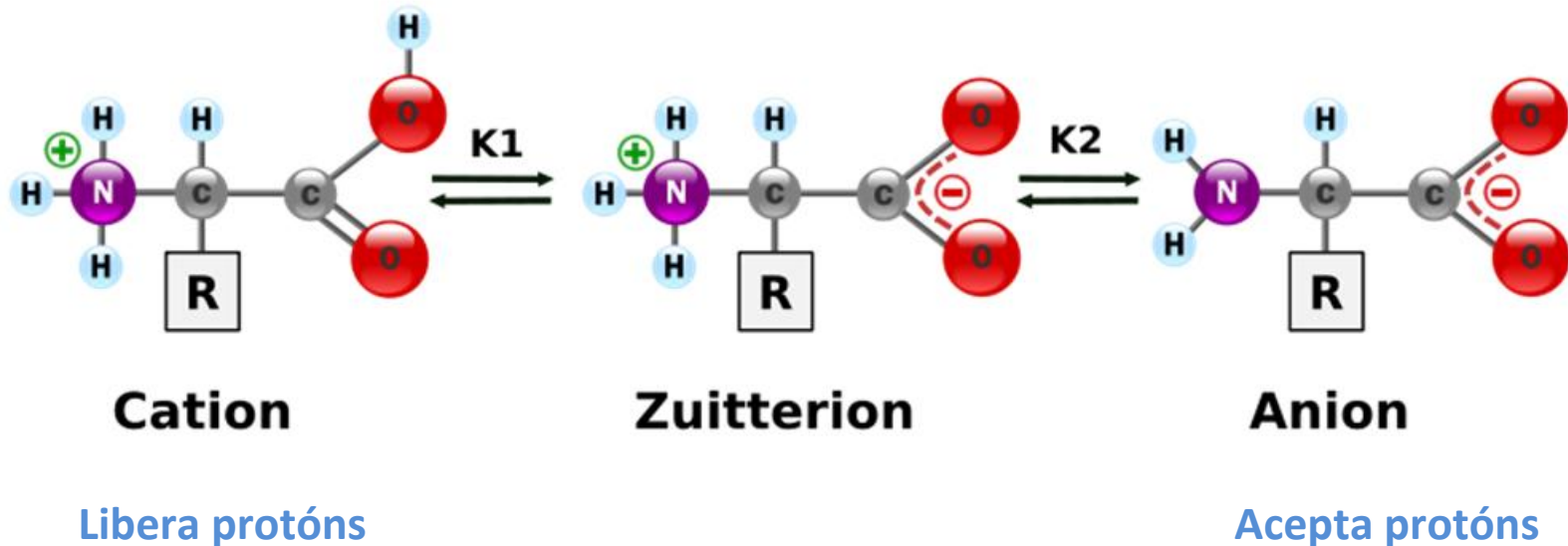
MODELO DE ACOPLAMIENTO INDUCIDO



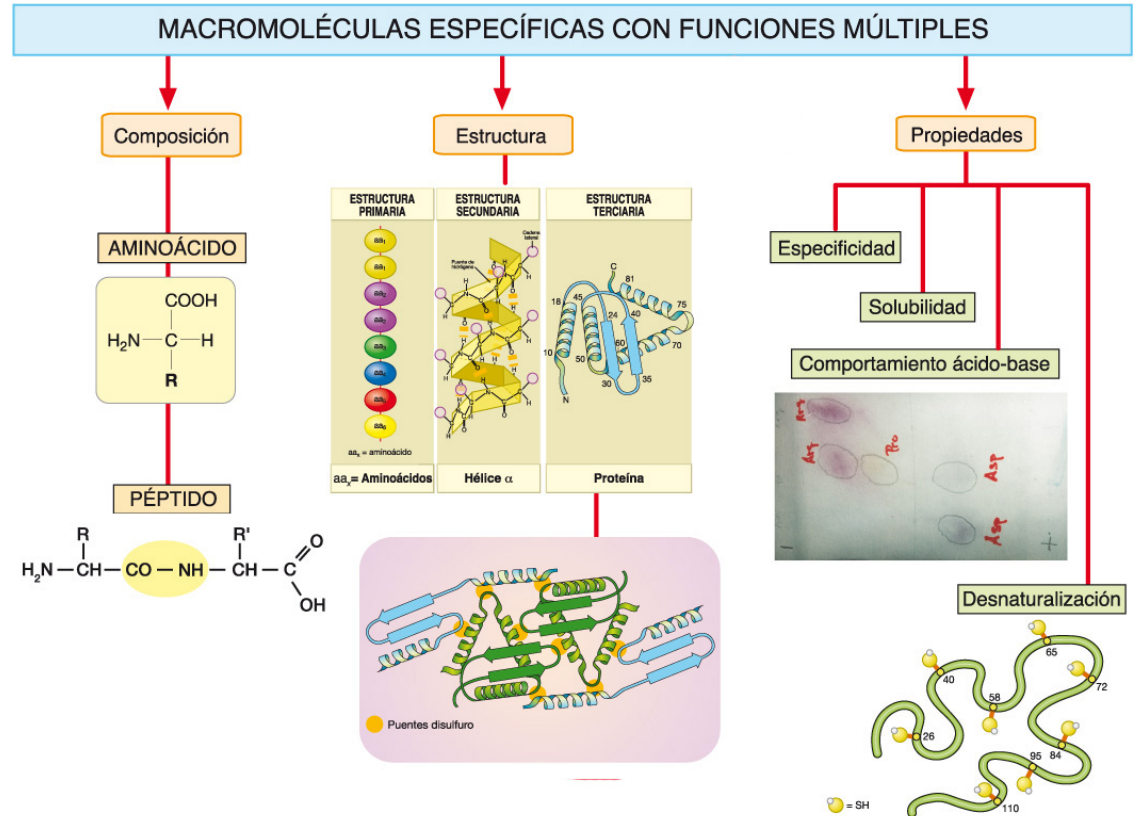
CAPACIDADE AMORTECEDORA

Capacidade
amortecedora

- As proteínas están constituídas por aminoácidos, e por iso tamén teñen un comportamento **anfótero**, é dicir, poden comportarse como un ácido, liberando protóns (H^+), ou ben como unha base, aceptando protóns. Debido a iso as proteínas disoltas **tenden a neutralizar as variacións de pH** do medio, é dicir, son **disolucións tampón** ou **amortecedoras**.

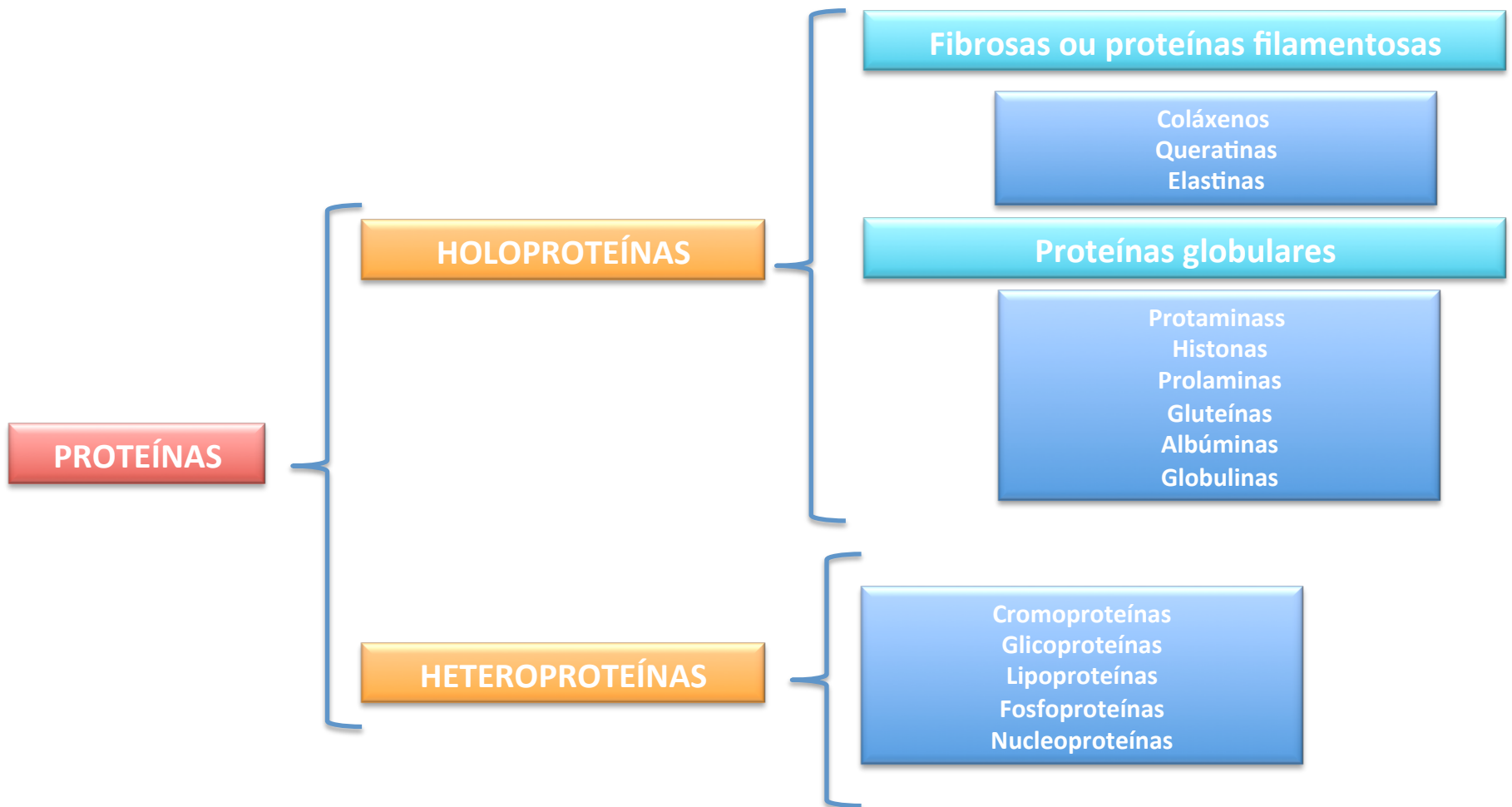


CLASIFICACIÓN DAS DAS PROTEÍNAS



CLASIFICACIÓN DAS PROTEÍNAS

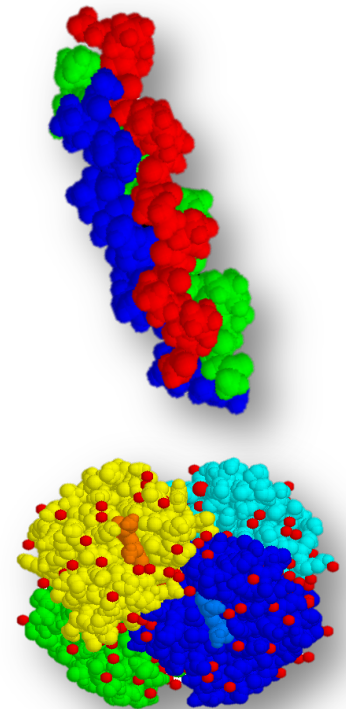
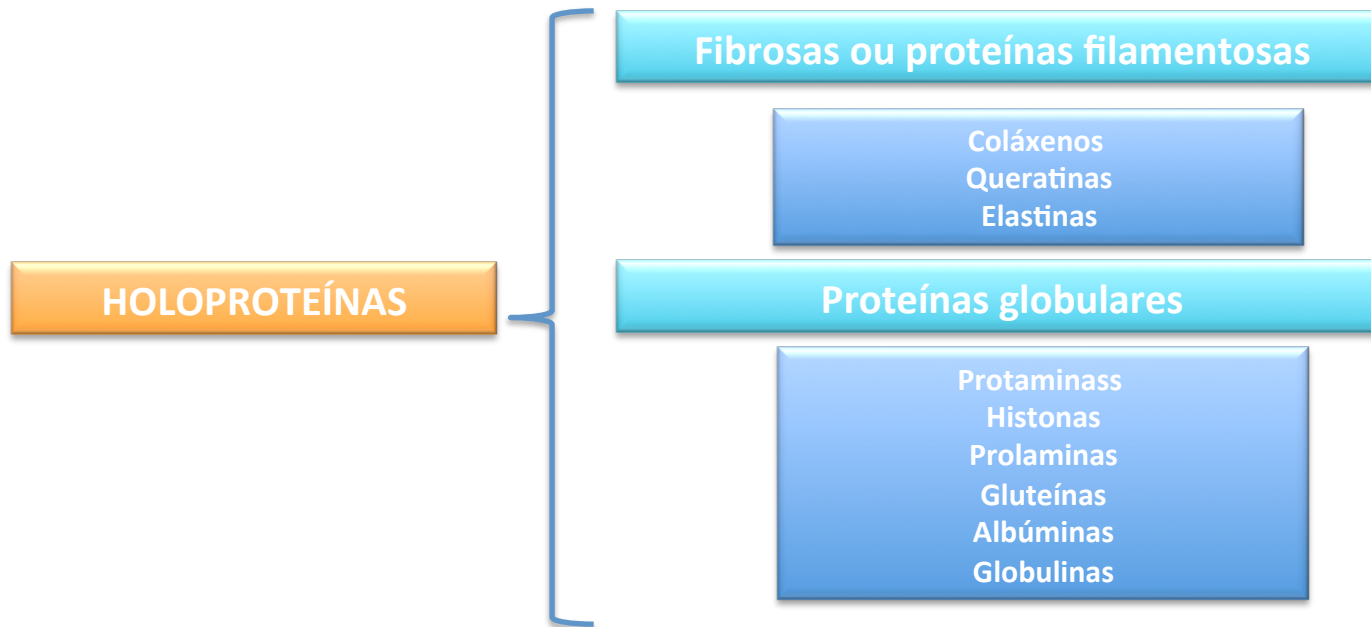
- Cando o número de aminoácidos é maior de 50 ou o peso molecular é maior de 5000, fálase de **proteínas**, que se clasifican en dous grupos: as **holoproteínas** formadas exclusivamente por aminoácidos e as **heteroproteínas** se conteñen outros compoñentes non proteicos.



HOLOPROTEÍNAS

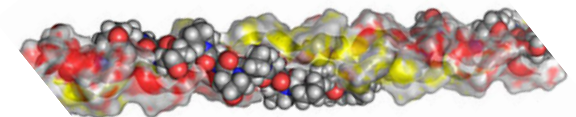
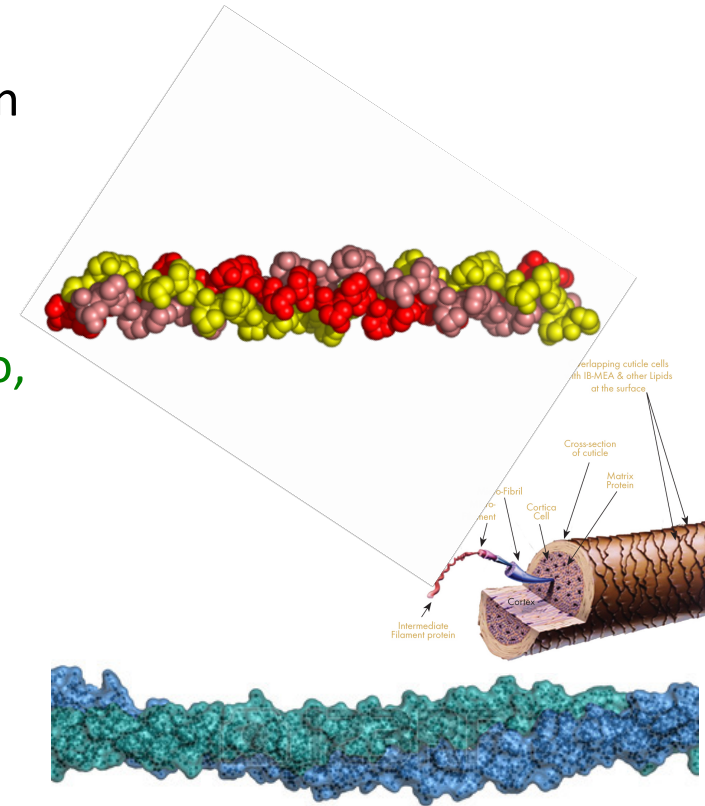
**Holoproteínas
ou proteínas
simples**

- Son de **natureza exclusivamente polipeptídica**, é dicir, formadas exclusivamente por aminoácidos.
- Clasifícanse en dous grandes grupos, atendendo á súa estrutura:



PROTEÍNAS FIBROSAS OU FILAMENTOSAS

- Son de **estrutura filamentosa** ou alongada e son **insolúbles en auga**. Aparecen **nos animais**. Xeralmente os polipéptidos destas proteínas están enrolados nunha soa dimensión, formando **fibras paralelas**. Pertencen a este grupo:
 - **Coláxenos**. Atopámonos **mantendo a estrutura nos tecidos conectivos** como **no tecido conxuntivo, cartilaxinoso, tegumentario e óseo**. Presentan unha **gran resistencia ao estiramento**.
 - **Queratinas**. Forman **estruturas dérmicas**. As **α -queratinas** que forman o **cabelo, as uñas, a la, os cornos, os pezuños, as plumas, etc.** As **β -queratinas** ou **fibroínas** encóntranse no **fío de seda**.
 - **Elastinas**. Son **flexibles e elásticas** e se atopan nas **fibras musculares, en tendóns e vasos sanguíneos**. A súa grande elasticidade que lles permite recuperar a súa forma tras a aplicación dunha forza.

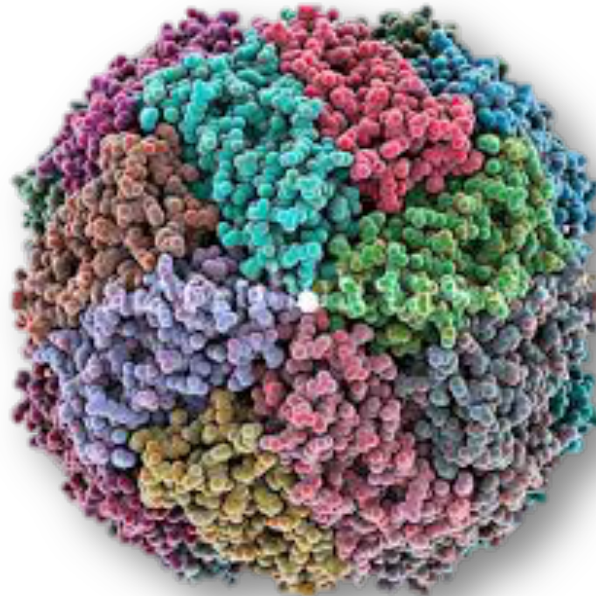


PROTEÍNAS GLOBULARES

- Teñen unha **estrutura globosa** ou **esférica**. A maioría **son solubles en auga** ou ben en **disolucións polares**. Entre elas destacan:

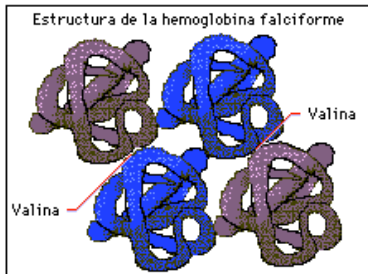
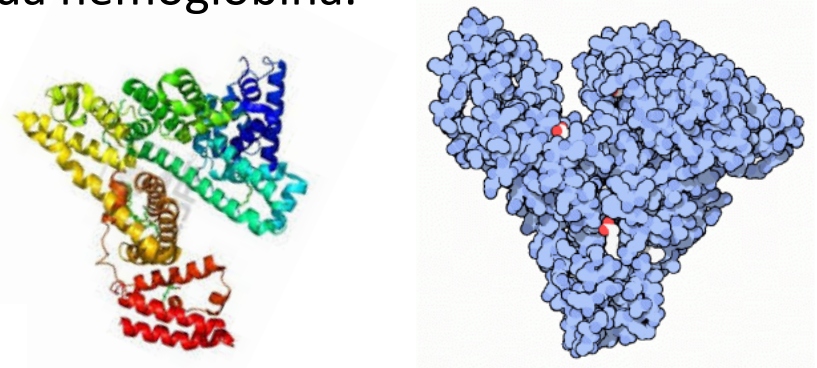
Proteínas globulares

Protaminass
Histonas
Prolaminas
Gluteínas
Albúminas
Globulinas



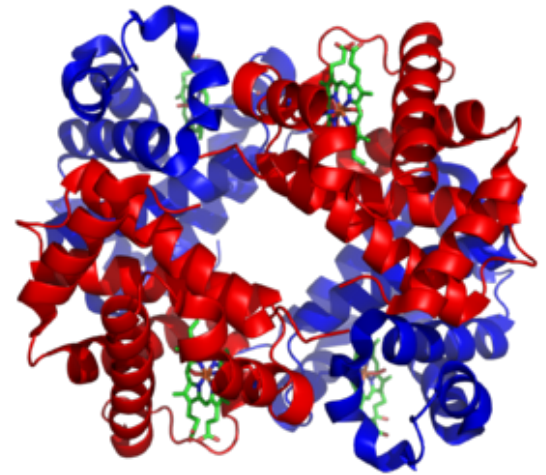
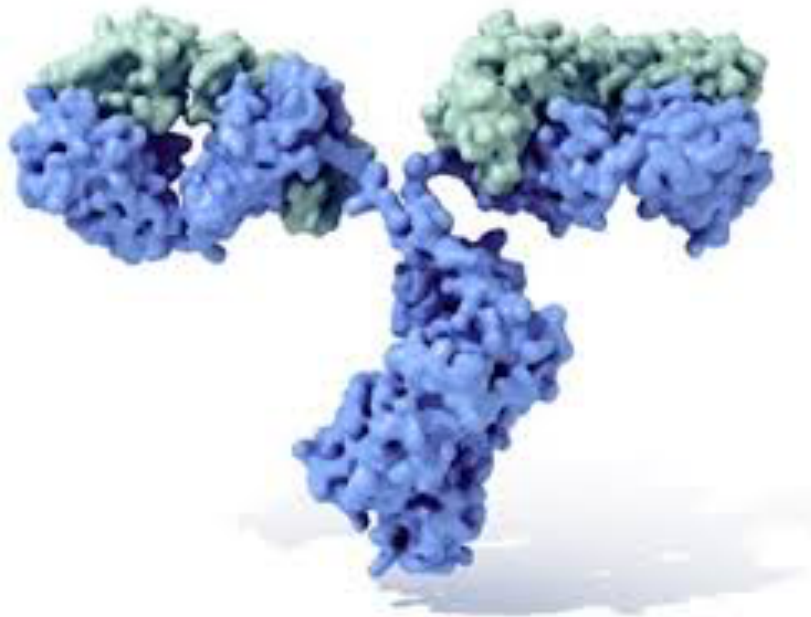
TIPOS DE PROTEÍNAS GLOBULARES

- **Albuminas.** Son un grupo de proteínas de grande tamaño que se atopan en moita abundancia no plasma sanguíneo, sendo a principal proteína do sangue e a súa función é a de reserva de aminoácidos ou transporte doutras moléculas. Exemplos a seroalbumina do sangue a ovoalbumina do ovo e a globina que forma parte da hemoglobina.



TIPOS DE PROTEÍNAS GLOBULARES

- **Globulinas.** Son un grupo de proteínas globulares **moi grandes** e de **maior peso molecular** e máis hidrosolubles que as albuminas, que se encontran no **plasma sanguíneo** e outros fluídos animais e en plantas. Exemplos, a **ovoglobulina** do ovo e as **seroglobulinas** do sangue; tamén a **α -globulina**, que se asocia á hemoglobina, e as **γ -globulinas** **imunoglobulinas**, que constitúen os **anticorpos**.



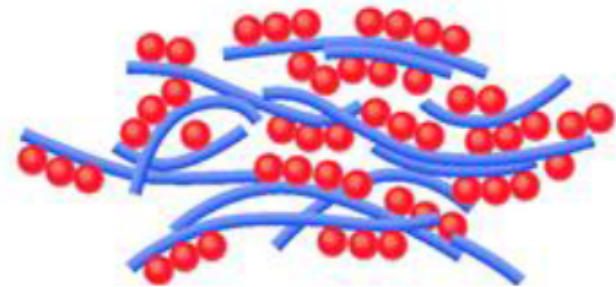
TIPOS DE PROTEÍNAS GLOBULARES

- **Gluteninas.** É unha das proteínas que contén o trigo, xunto coa **gliadina** para formar o **glute**. Son **insolubles en auga**, pero **solubles en ácidos e bases diluídas**.



Gliadina

Glutenina



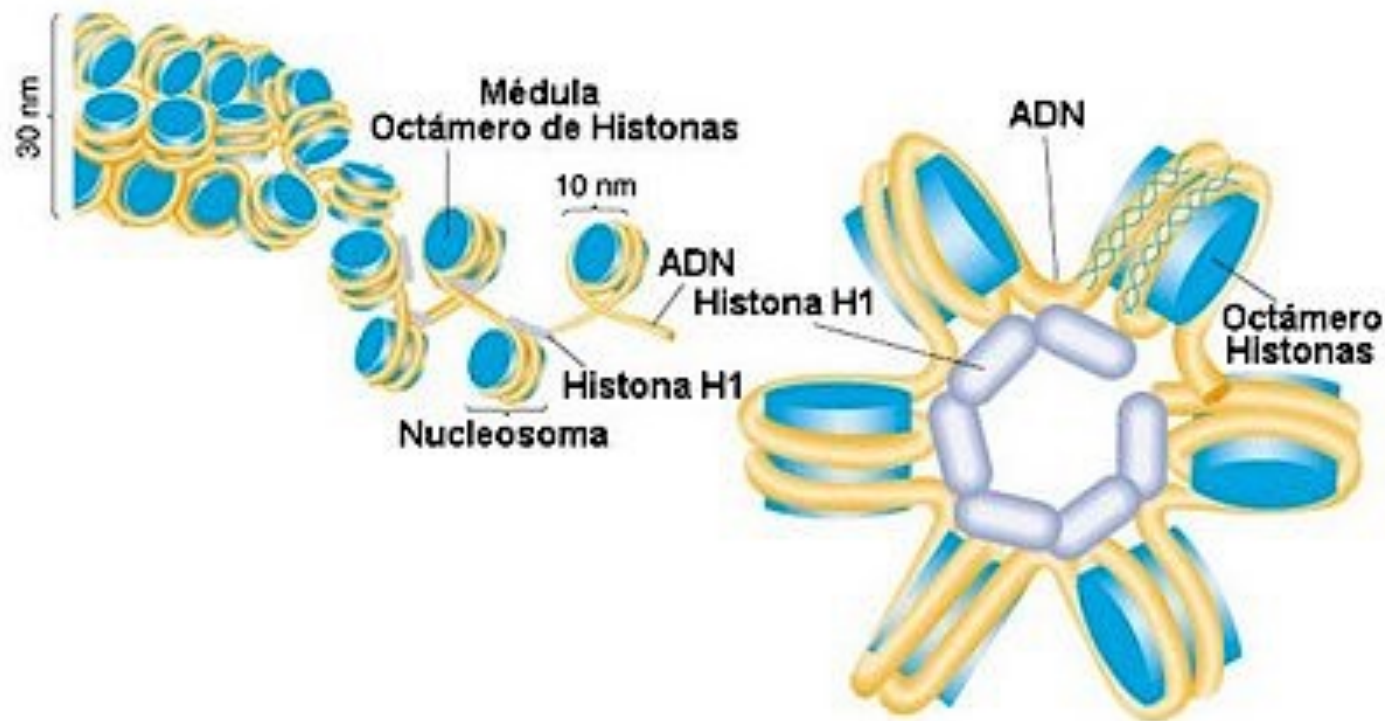
Glúten (gliadina + glutenina)

Qué é a enfermidade celíaca?

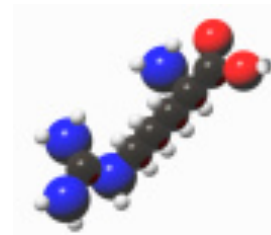
É unha enfermidade autoinmunitaria caracterizada por unha intolerancia permanente e crónica ao glute. A padecen persoas que están predispostas xeneticamente e se caracteriza por unha lesión da mucosa do intestino delgado que provoca unha atrofia das velosidades intestinais. Esta atrofia produce unha inadecuada absorción dos nutrientes.

TIPOS DE PROTEÍNAS GLOBULARES

- **Histonas.** Son proteínas con baixa masa molecular presentes no núcleo celular dos eucariotas que **empaquetan e ordenan o ADN en unidades estruturais chamadas nucleosomas**. Son os principais compoñentes proteicos da cromatina, actúan como unha especie de **carretes** arredor dos cales se enrola o ADN.



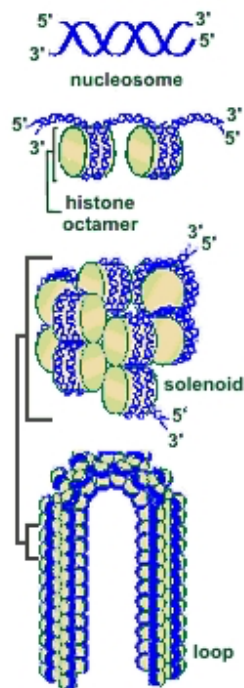
TIPOS DE PROTEÍNAS GLOBULARES



- **Protaminas**. Son pequenas proteínas, ricas no aminoácido básico arxinina, que substitúen ás histonas nas últimas fases da espermatoxénese e pénsase que son esenciais para a condensación e estabilización do ADN nos espermatozoides. Parece que permiten un empaquetado máis denso do ADN no reducido espazo da cabeza dos espermatozoides.

Células somáticas

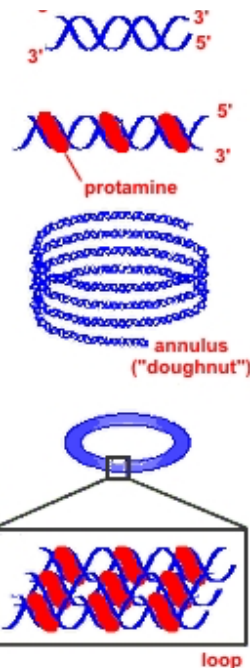
Espermatozoides



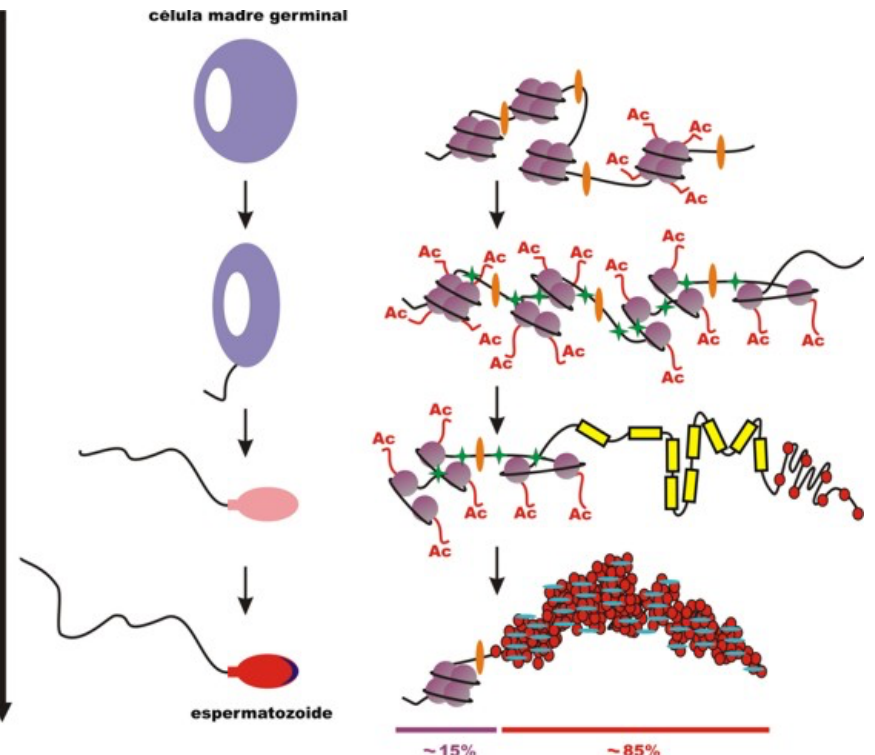
histones

transition
protein 2

protamines

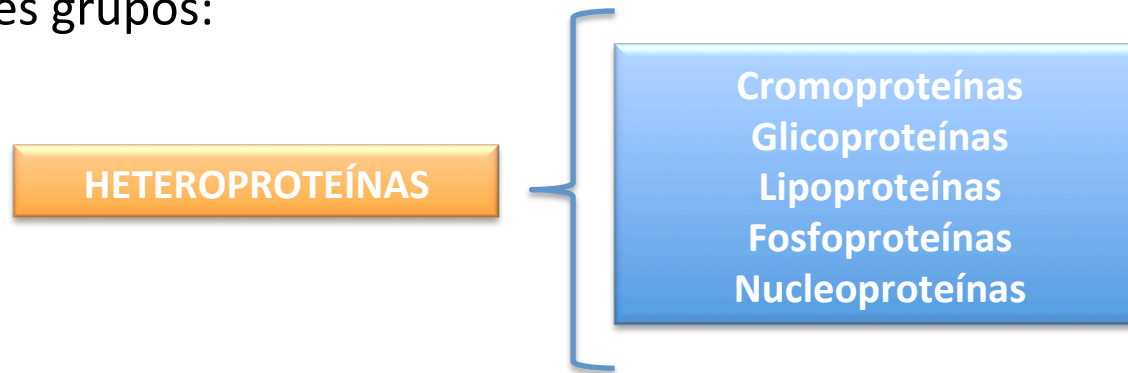


gametogénesis masculina



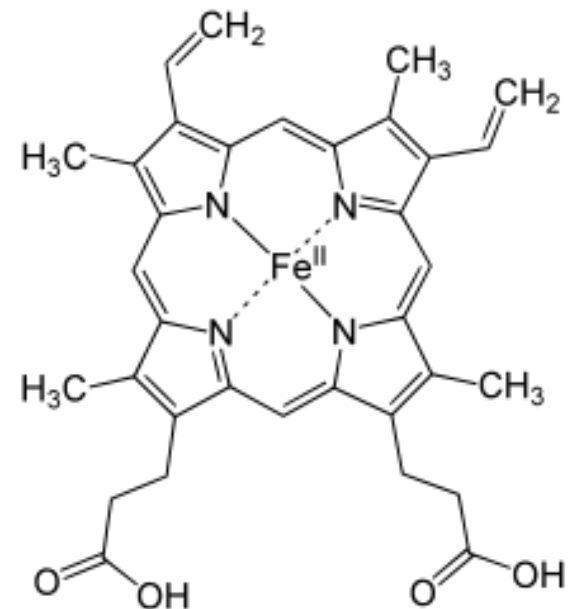
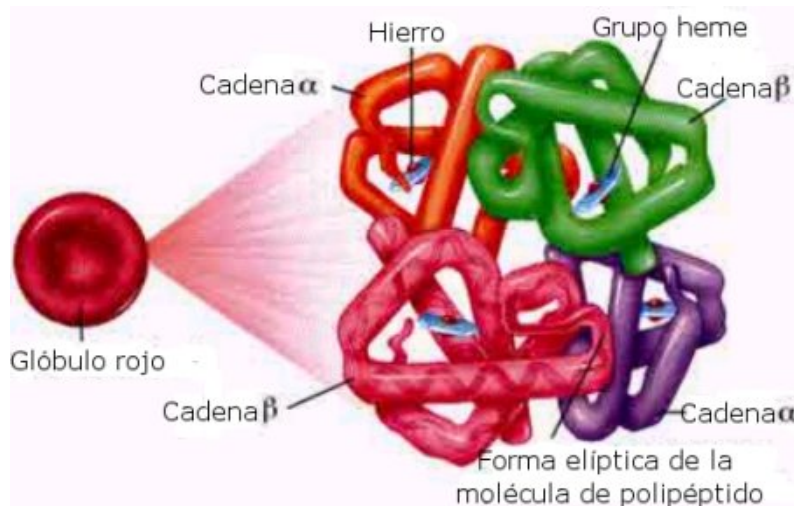
HETEROPROTEÍNAS

- As **heteroproteínas** ou **proteínas conxugadas** están compostas pola **cadea polipeptídica** e outra **parte non proteica** que leva o nome de **grupo prostético**. Segundo a tipo de grupo prostético divídense en cinco grandes grupos:



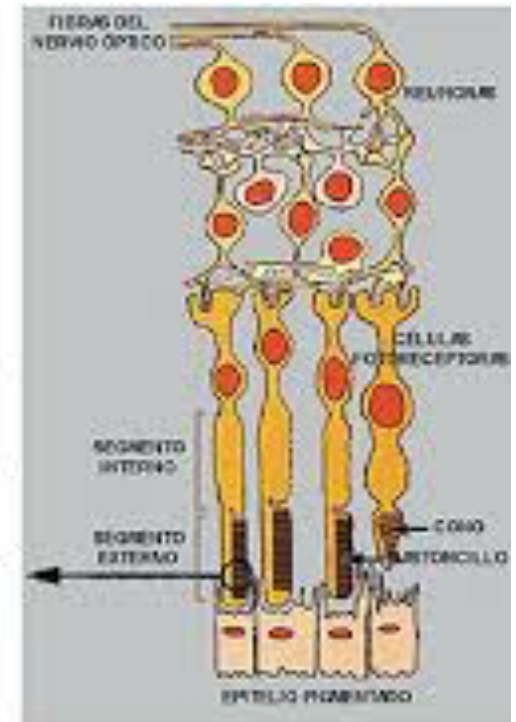
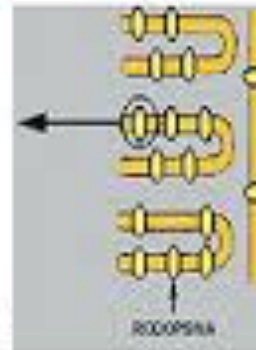
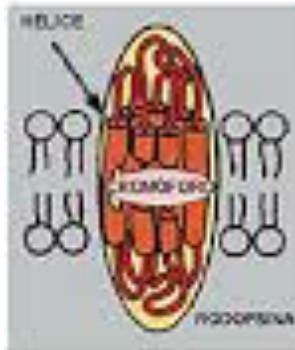
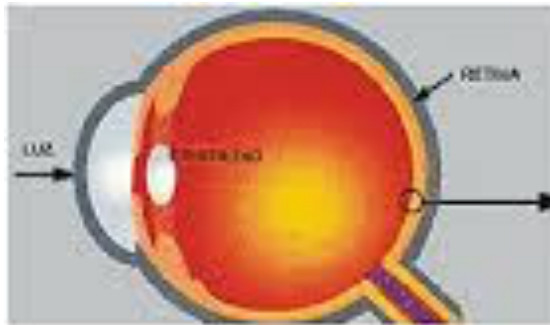
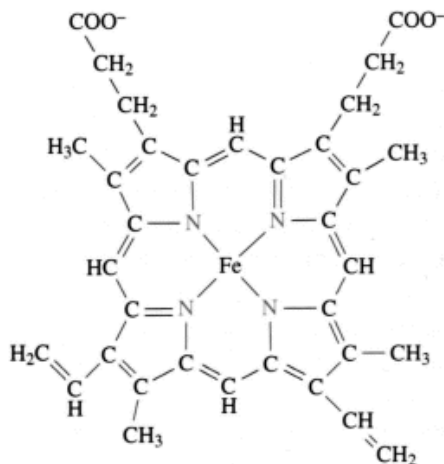
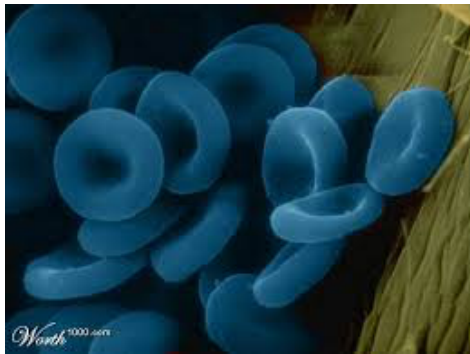
TIPOS DE HETEROPROTEÍNAS

- **Cromoproteínas.** Levan unido un pigmento que pode ser de dous tipos:
 - Pigmentos porfirínicos.** Teñen como grupo prostético unha **porfirina**, é dicir cun conxunto de catro aneis pirrólicos que deixan no centro un **ión metálico**. Se é un catión ferroso (Fe^{2+}), a porfirina denomínase **grupo hemo**. Pertencen a este grupo a **hemoglobina**, encargada de transportar o osíxeno no sangue e a **mioglobina**, que exerce a mesma función nos músculos. Nalgunhas moléculas, como nos **citocromos**, o ión ferroso (Fe^{2+}) pódese oxidar a **férrico** (Fe^{3+}) e transportan electróns na cadea respiratoria. Diversas encimas, como as **peroxidases** e as **catalases** tamén levan ferro.



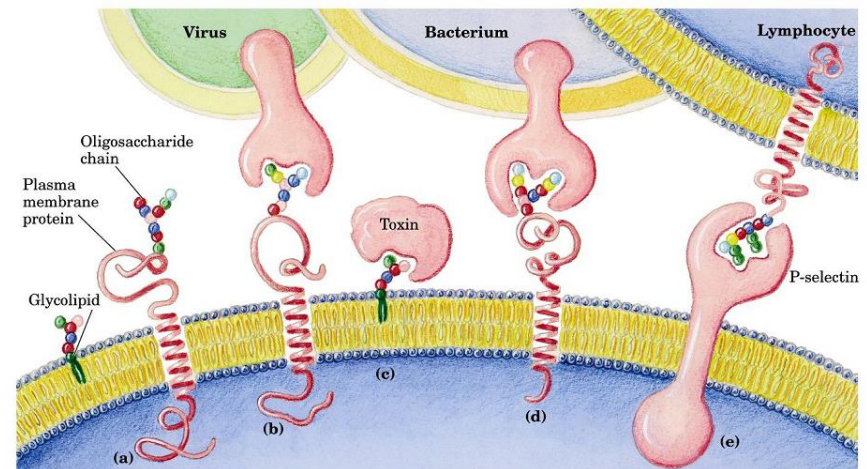
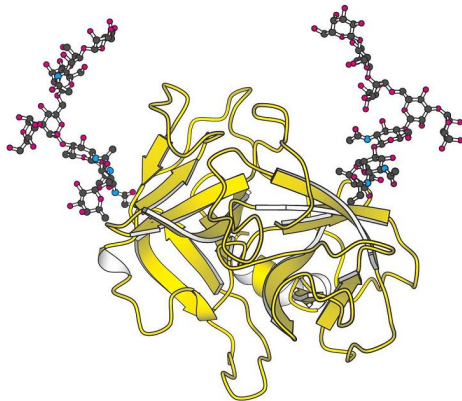
TIPOS DE HETEROPROTEÍNAS

-**Pigmentos non porfirínicos.** . Non teñen porfirina e levan tamén un **ión metálico** como por exemplo, a **hemocianina**, que transporta osíxeno na sangue dos moluscos e crustáceos e a **hemeritina** que contén ferro e está presente en bivalvos e anélidos mariños. Tamén a **rodopsina**, que é unha proteína característica das células da retina.



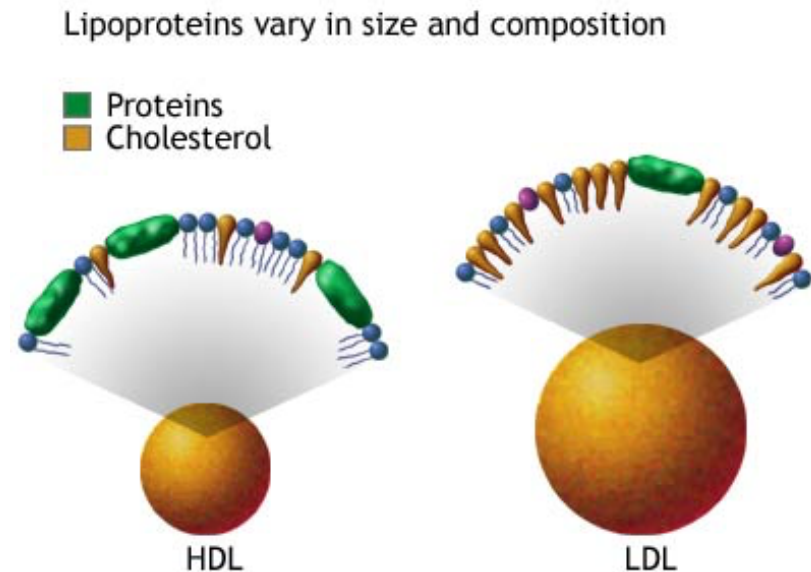
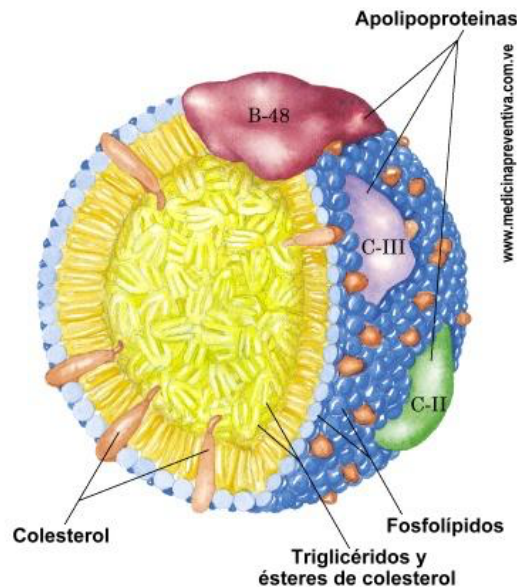
TIPOS DE HETEROPROTEÍNAS

- **Glicoproteínas.** O seu grupo prostético é un **glícido** oligosacárido e realizan gran variedade de funcións. A parte proteica é estable, mentres que a parte glicídica presenta unha gran variabilidade na secuencia de oligosacáridos. Por exemplo, os **diversos grupos sanguíneos** son debidos ás diferentes variacións que presenta a cadea glicídica das glicoproteínas da membrana plasmática dos eritrocitos. Pertencen a este grupo: a **hormona estimulante do folículo** (FSH) e **hormona luteinizante** (LH), os **proteoglicanos do líquido sinovial, dos tendóns, ósos e cartilaxes**, as **glicoproteínas sanguíneas**, como a **protrombina** e o **fibrinóxeno**, **glicoproteínas das membranas celulares que forman o glicocálix** e Algunhas **encimas** como a **ribonuclease**. As **immonoglobulinas** tamén son.



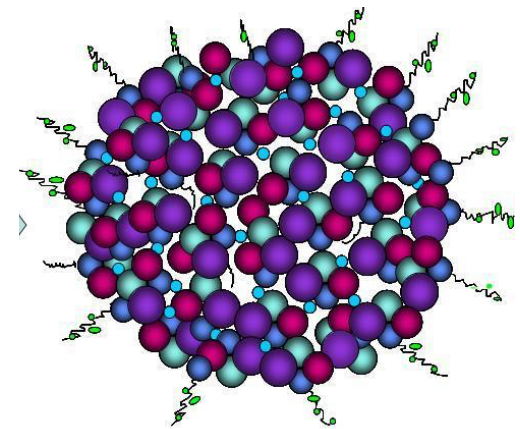
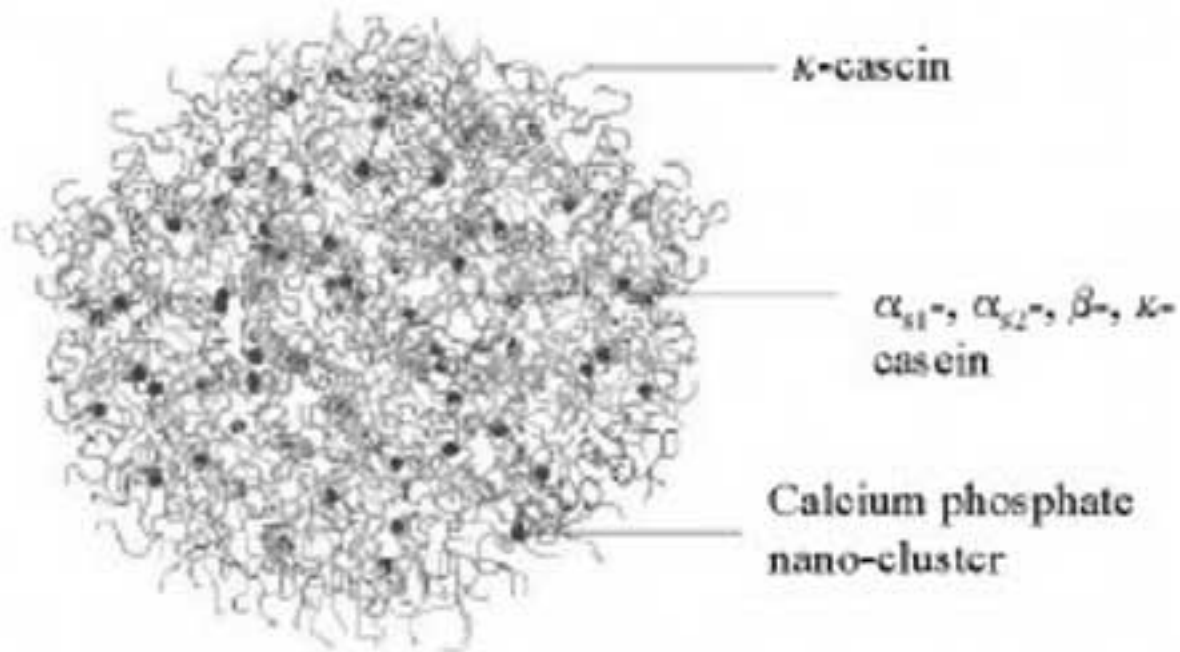
TIPOS DE HETEROPROTEÍNAS

- **Lipoproteínas.** O grupo prostético está formado por **ácidos graxos**. Unhas encóntranse na estrutura das membranas ou no plasma sanguíneo e transportan lípidos insolúveis, como as **LDL** e **HDL** que transportan o **colesterol**, ou os **quilomicróns**.



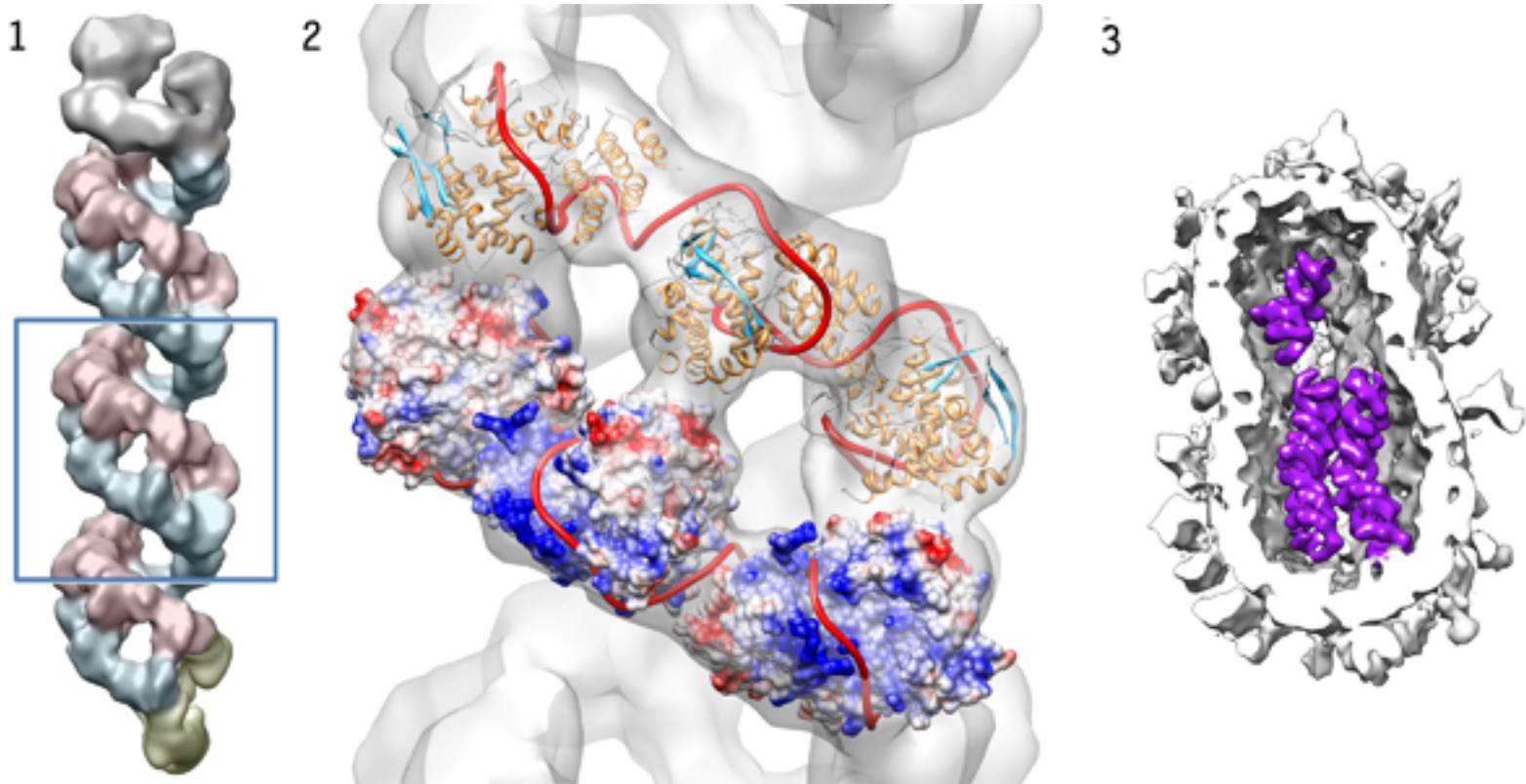
TIPOS DE HETEROPROTEÍNAS

- **Fosfoproteínas.** Presentan como grupo prostético **alguns resíduos de aminoácidos fosforilados**. Pertencen a este grupo a **caseína** do **leite** e a **vitelina** da **xema do ovo**.

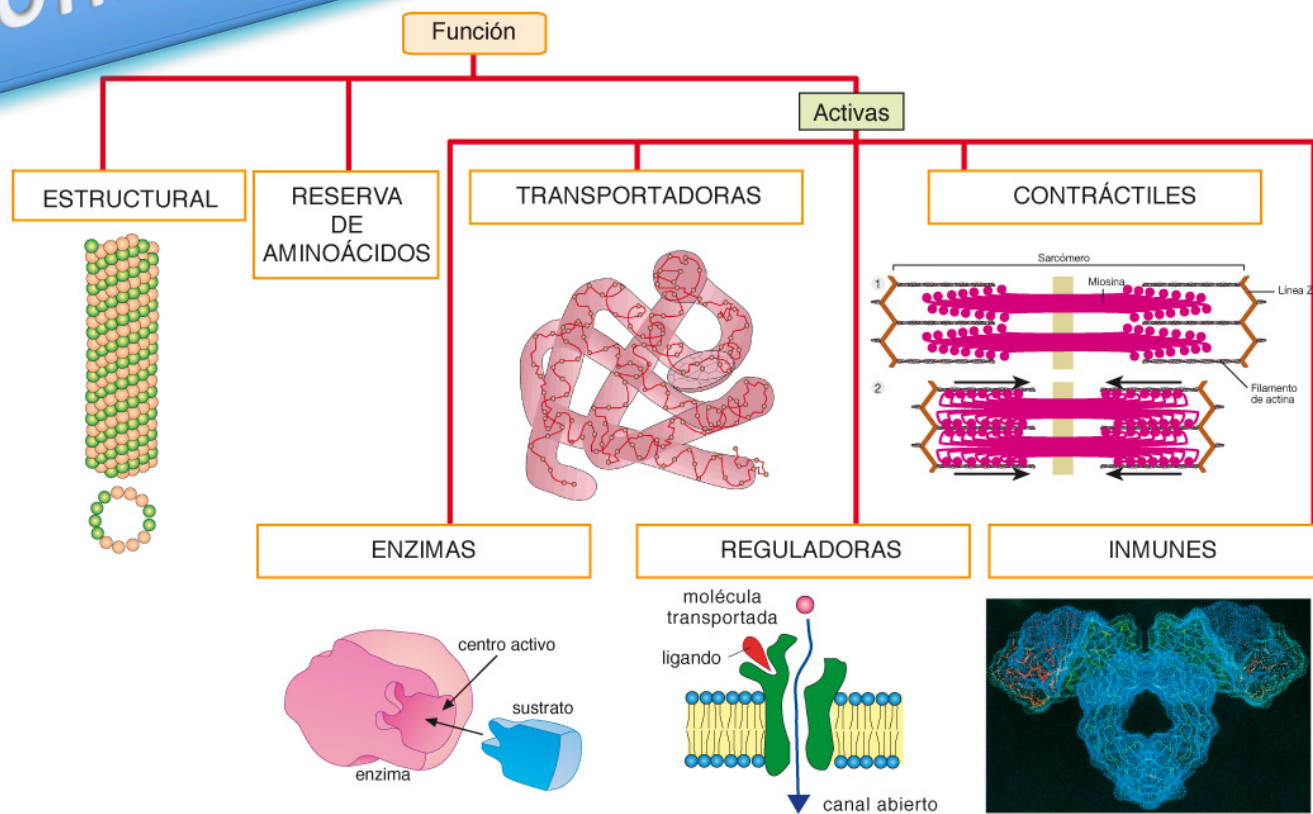


TIPOS DE HETEROPROTEÍNAS

- **Nucleoproteínas.** Teñen un **ácido nucleico** como grupo prostético. Asóciase as moléculas de ADN coas histonas ou protaminas e forman estruturas como os cromosomas, as fibras de cromatina ou os ribosomas.

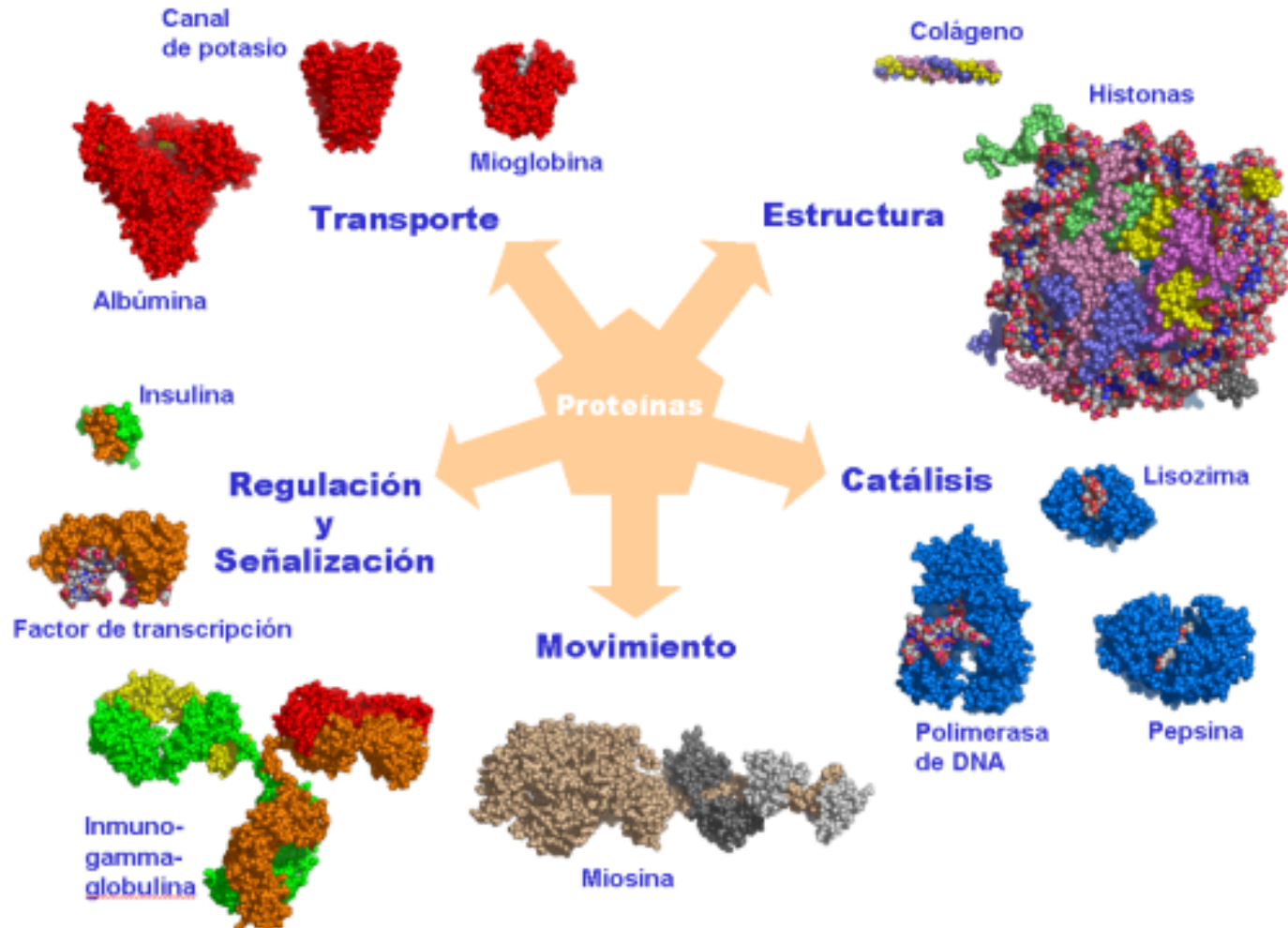


As funci3ns das prote3nas



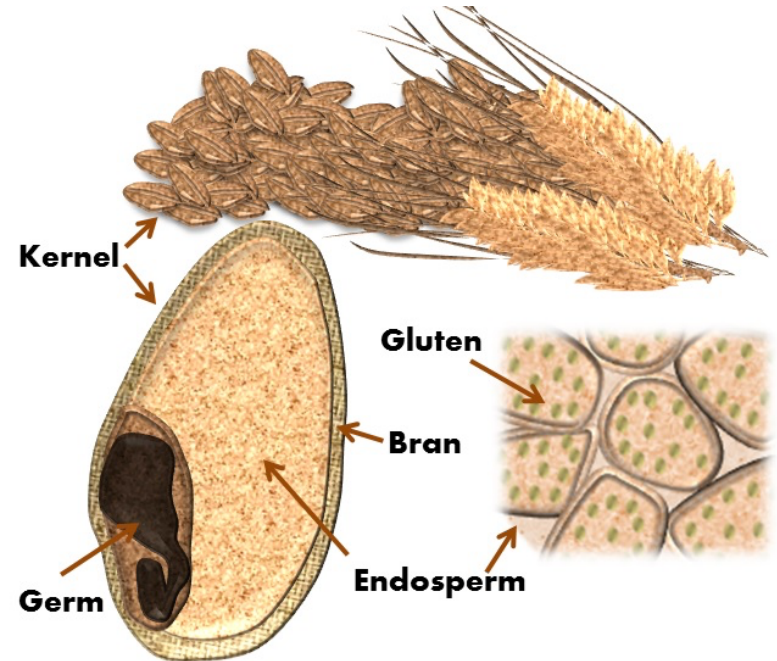
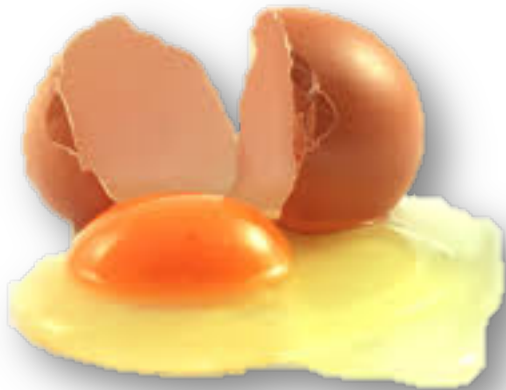
AS FUNCIONES DAS PROTEÍNAS

- As proteínas son moléculas cunha extraordinaria diversidade de estruturas que levan a cabo numerosas funcións, entre as que destacan:



A FUNCIÓN DE RESERVA

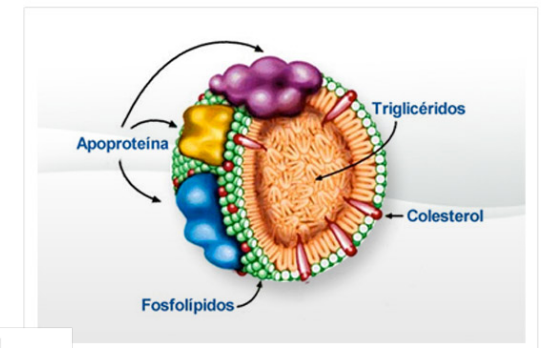
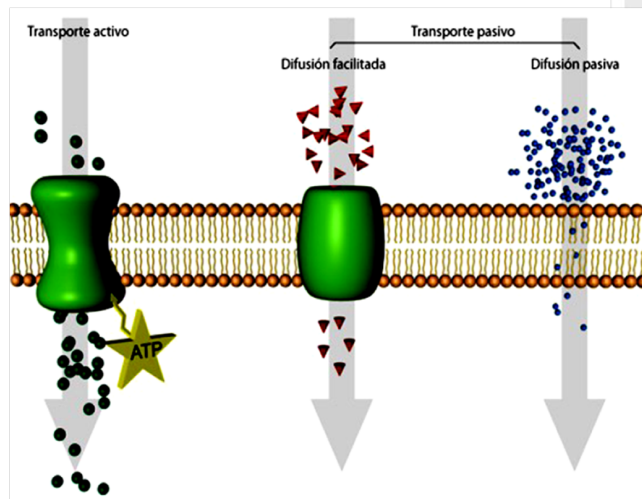
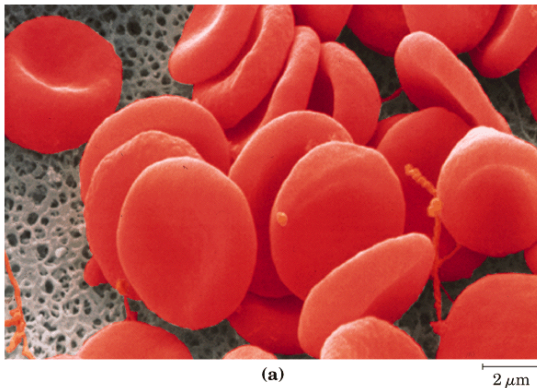
- Exercen esta función a ovo **albumina** da **clara de ovo**, a **caseína** do leite, a **zeína** do millo, o **glute** da **semente do trigo**, etc.



The Gluten protein is mainly found in the endosperm of grain Kernel (seed)

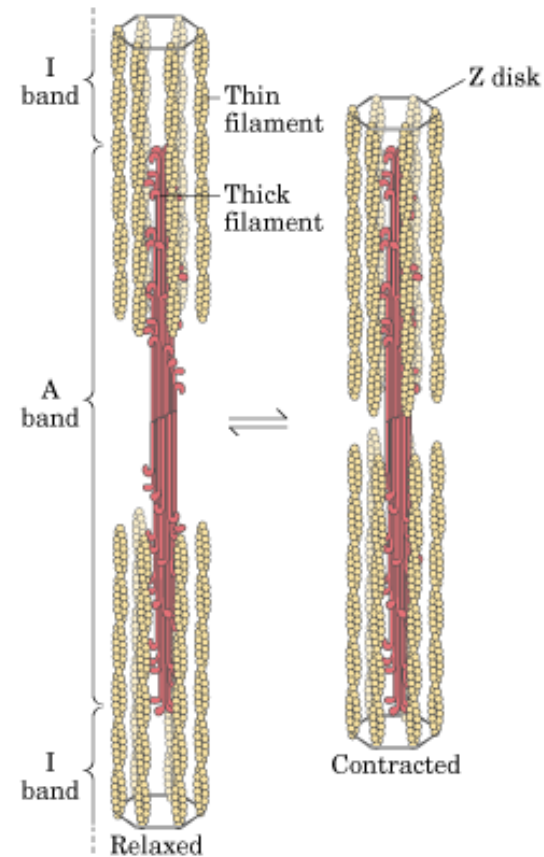
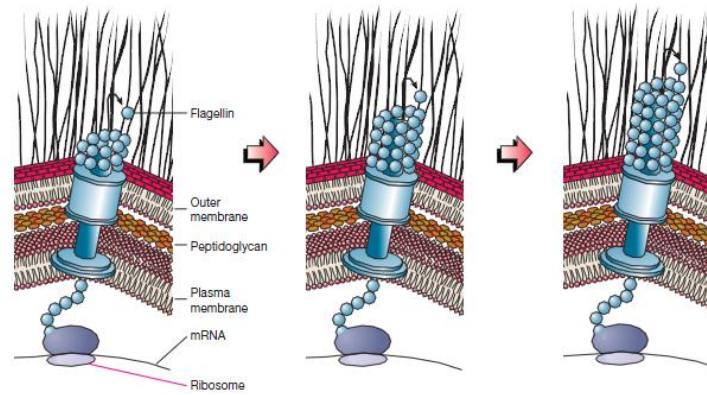
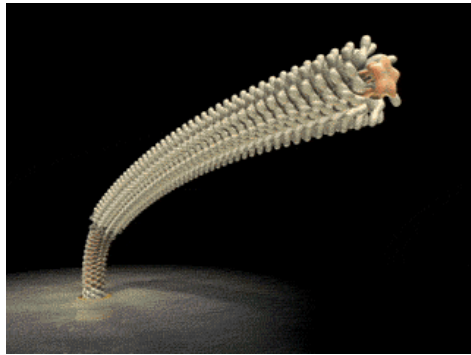
A FUNCIÓN DE TRANSPORTE

- Ademais das **permeases** que **regulan o paso de moléculas a través da membrana celular**, existen numerosas proteínas que transportan substancias a nivel pluricelular, como por exemplo, os pigmentos respiratorios (**hemoglobina, hemocianina**, etc.) **que transportan o osíxeno**; a **seroalbumina**, **que transporta un gran número de substancias** e as **lipoproteínas**, **que transportan lípidos**.



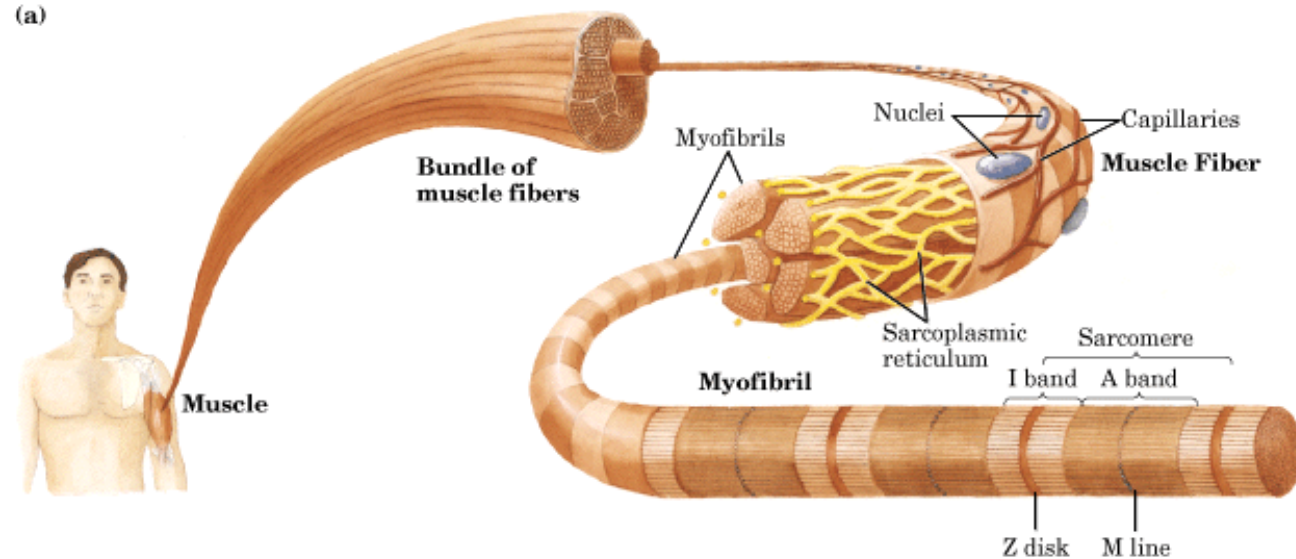
FUNCIÓN CONTRÁCTIL

- Grazas a esta función de contracción posibilitase a **movilidad**. A **flaxelina**, que **forma parte do flaxelo bacteriano**, permite a **movilidad** das bacterias. Outras proteínas como a **actina** e a **miosina** ao moverse entre si provocan a **contracción** e a **relaxación do músculo**.



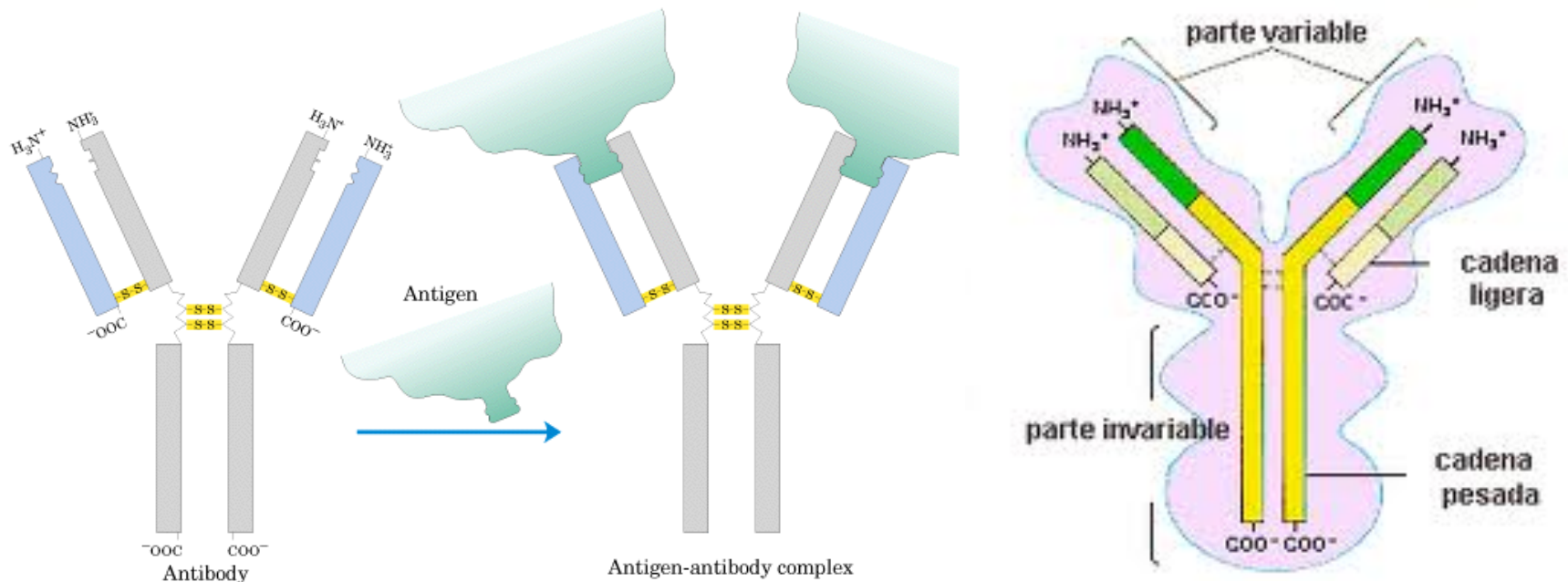
(a)

(a)



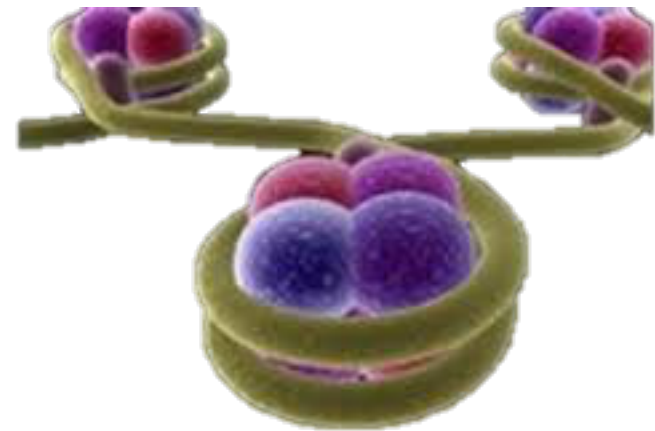
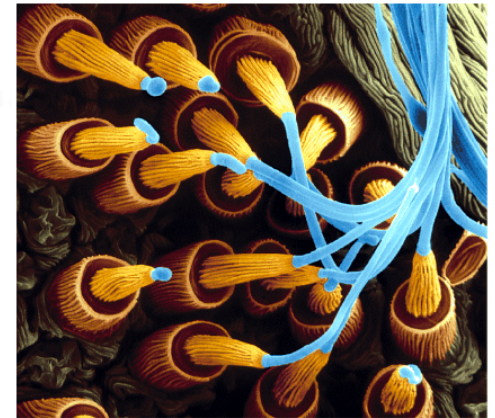
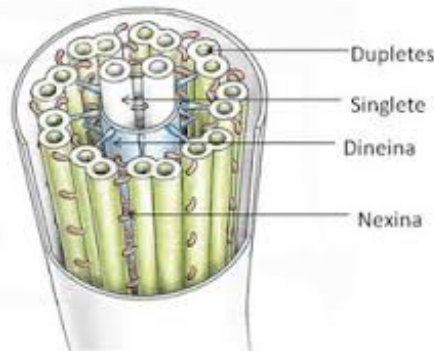
FUNCIÓN DE DEFENSA

- Basicamente, esta función realízana as γ -globulinas ou inmunoglobulinas, que constitúen os **anticorpos**. Os anticorpos son moléculas que se asocian ás substancias estrañas que penetran no organismo, os **antíxenos**, e os neutralizan.
- Tamén teñen unha función defensiva moitos **antibióticos**, que son **péptidos, segregados por bacterias e fungos**, que evitan a competencia doutros microorganismos, impedindo a súa reprodución ou provocando a súa morte.



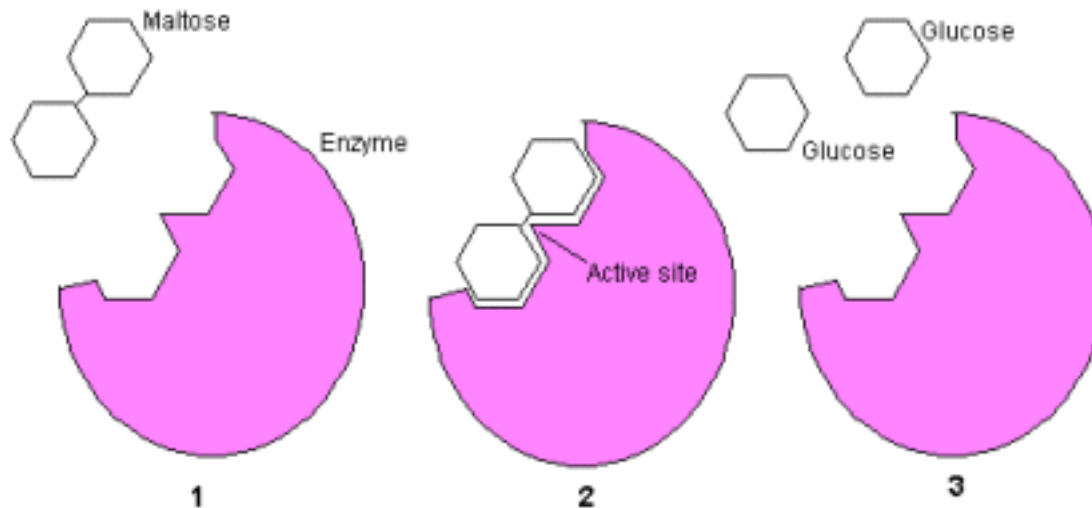
A FUNCIÓN ESTRUCTURAL

- A nivel celular as proteínas forman parte da estrutura da membrana plasmática, constitúen os **cilios** e **flaxelos**, e serven de **soporte ao ADN**. A nivel histolóxico, as **queratinas** son proteínas **que forman estruturas dérmicas**, a **elastina** forma parte **dos tecidos reticulares** e o **coláxeno** dos **tecidos cartilaxinoso, conxuntivo e óseo**.



FUNCIÓN ENCIMÁTICA

- As **encimas** son as proteínas que teñen **acción biocatalizadora**, é dicir, que regulan as reaccións bioquímicas.
- Coñécense aproximadamente tres mil encimas e todas elas teñen un **elevado grao de especialización**. Por exemplo, a **maltasa**, presente no intestino delgado, **converte a maltosa en dúas glicosas** e a **lipasa**, encima intestinal, **disgrega as graxas dos alimentos para facilitar a súa absorción**.

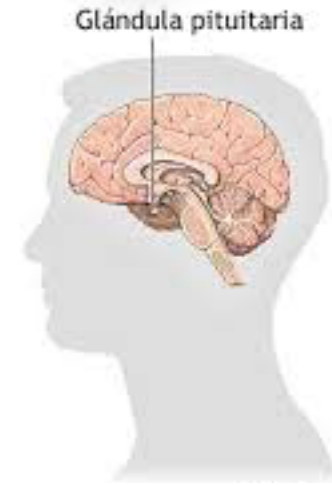
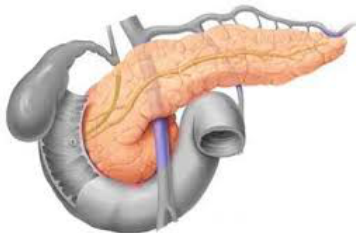
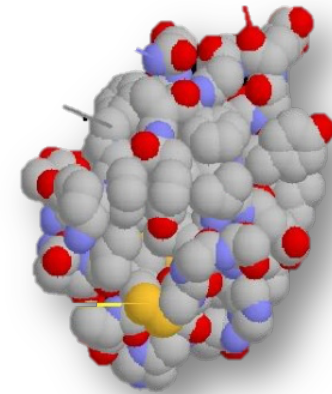
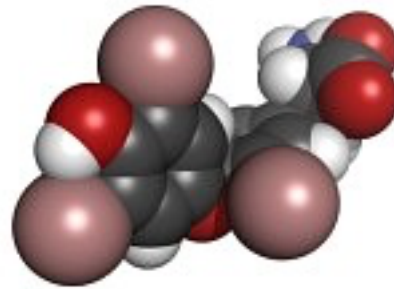


FUNCIÓN HORMONAL

- As hormonas son proteínas transportadas polo medio interno do organismo (o sangue nos animais e o zume nos vexetais), que chegan a determinadas células ás que estimulan para iniciar certas reaccións. Por exemplo, a **insulina** do **páncreas**, a **tiroxina** da **tiroide** e a **hormona do crecemento** da **hipófise**.

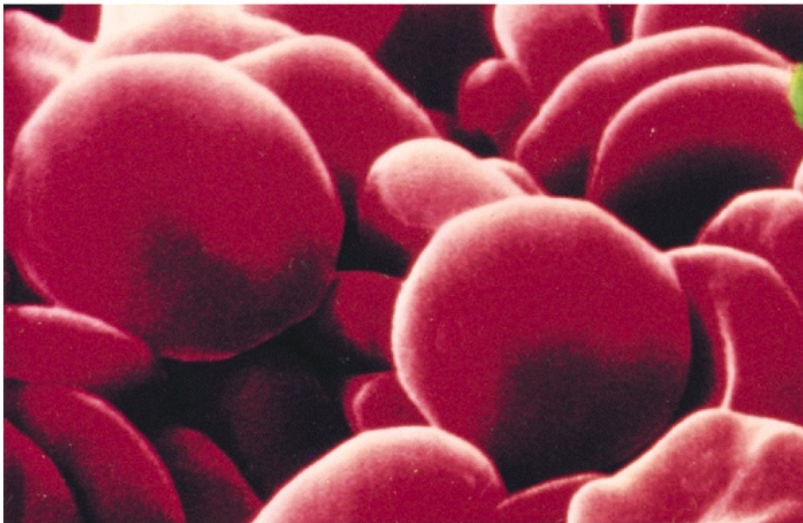


Insulina humana

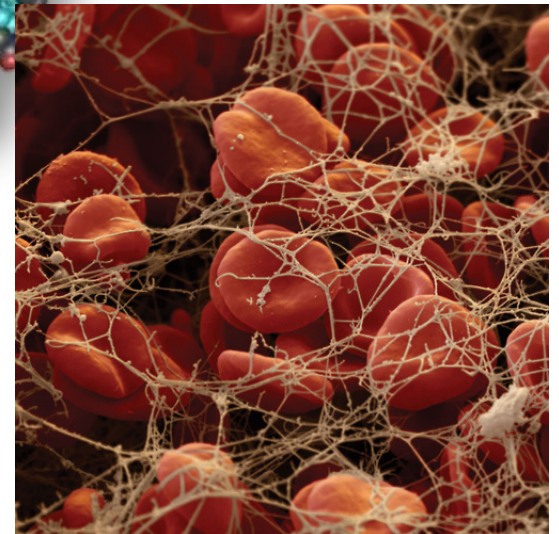
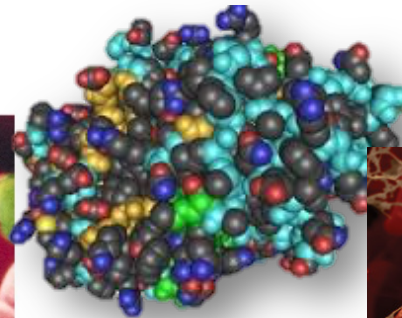


FUNCIÓN HOMEOSTÁTICA

- Esta función consiste en **manter constante os valores de determinadas variables do medio interno**, como son a salinidade, a acidez ou a concentración de glicosa.
- Un exemplo de función homeostática realízana as **proteínas sanguíneas** que participan na regulación do pH grazas á súa capacidade amortecedora e a **trombina** e o **fibrinóxeno**, que participan na **coagulación do sangue** cando se produce a rotura dun vaso sanguíneo.

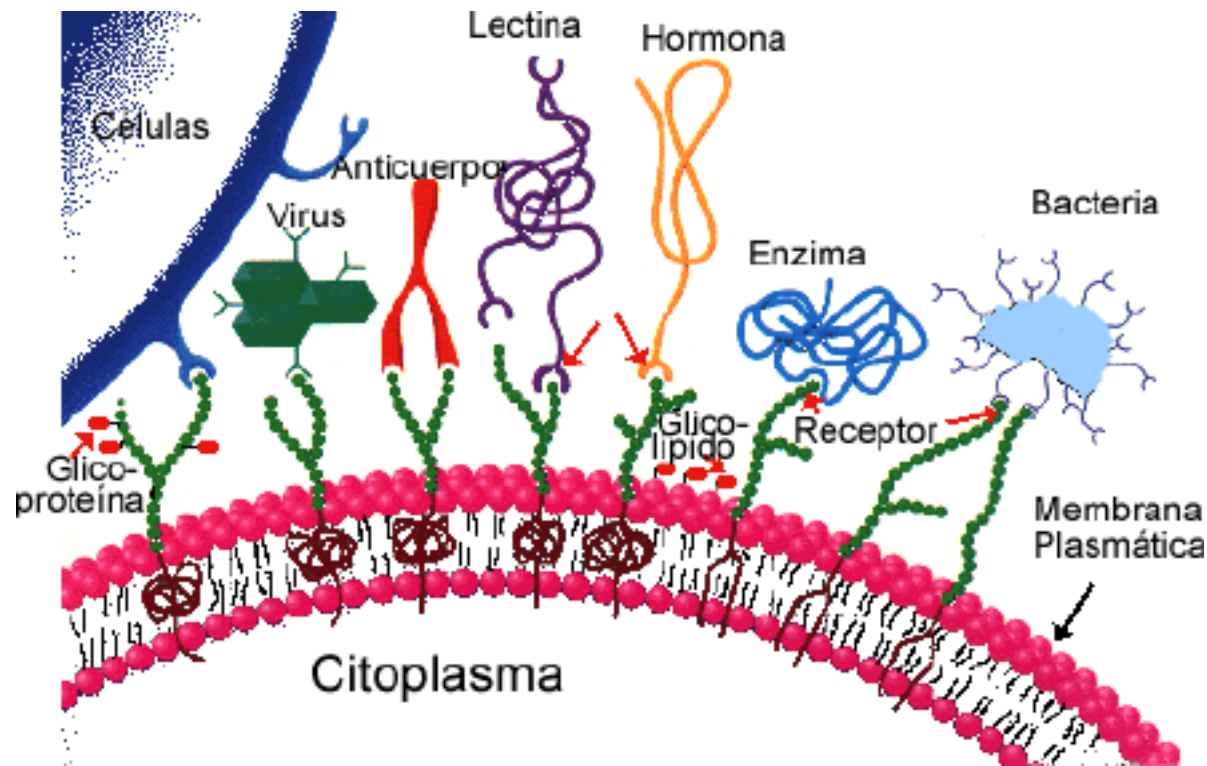


(b)



FUNCIÓN DE RECOÑECIMIENTO DE SINAIS QUÍMICOS

- Situadas na superficie exterior das membranas celulares, existen numerosas proteínas que se encargan do recoñecemento de sinais químicos.
- Hainas capaces de indentificar hormonas, neurotransmisores, anticorpos, virus, bacterias, etc.



EXEMPLOS FUNCIONES DE PROTEÍNAS

DE RESERVA → Ovoalbúmina, caseína, zeína, hordeína...

DE TRANSPORTE → Lipoproteínas, hemoglobina, hemocianina...

CONTRÁCTIL → Actina, miosina, flagelina ...

PROTECTORA O DEFENSIVA → Trombina, fibrinógeno, inmunoglobulinas...

HORMONAL → Insulina, glucagón, somatotropina...

ESTRUCTURAL → Glucoproteínas, histonas, queratina, colágeno, elastina...

ENZIMÁTICA → Catalasa, ribonucleasa...

HOMEOSTÁTICA → Albúmina...

FIN

