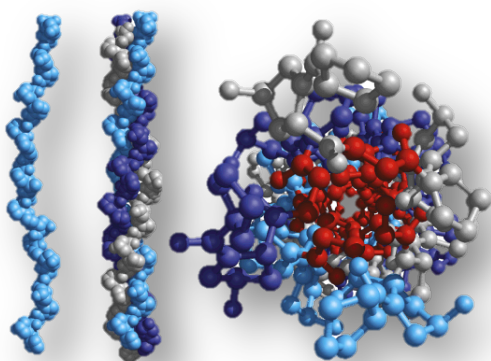


## TEMA 4

### AS PROTEÍNAS

#### 1.- AS 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.

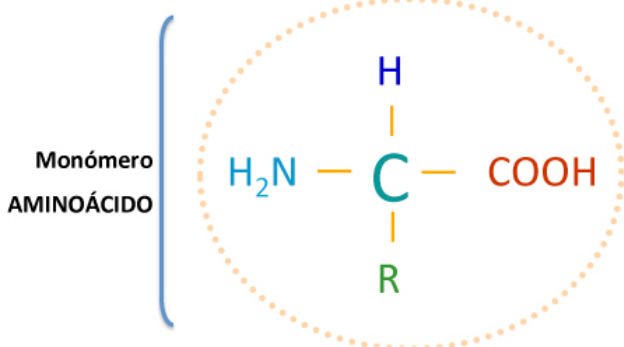


Outra importante característica das proteínas e a súa **especificidade**, o que significa que cada individuo pode ter algunhas proteínas exclusivas que serven para marcar a súa identidade biolóxica.

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 máis de 10 aminoácidos.

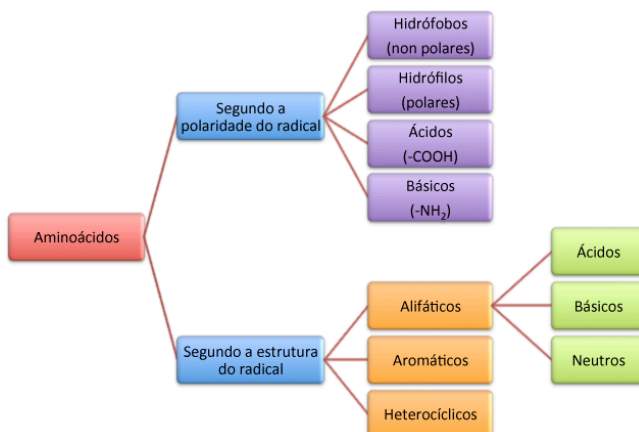
#### 2.- OS AMINOÁCIDOS

Os **aminoácidos** son biomoléculas orgánicas, de baixa masa molecular, e todas teñen en común estar formadas



por un **grupo ácido** (carboxilo) (**-COOH**) e un **grupo amino** (**-NH<sub>2</sub>**).

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

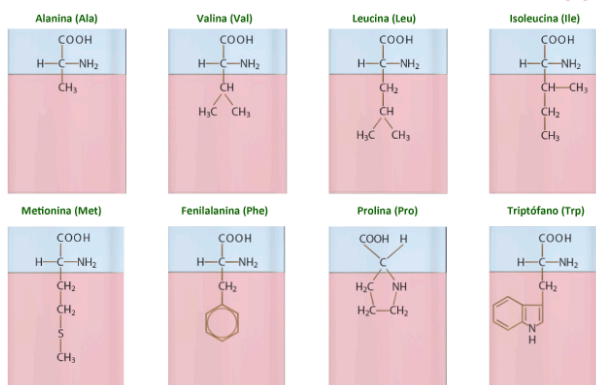


As propiedades xerais dos aminoácidos con interese biolóxico son as seguintes: son substancias sólidas, cristalinos, incolores ou abrancazados, moitos solubles en auga xa que son polares e só algúns apolares, con diversos sabores (doce, amargos, insípidos) cun punto de fusión elevado e con actividade óptica.

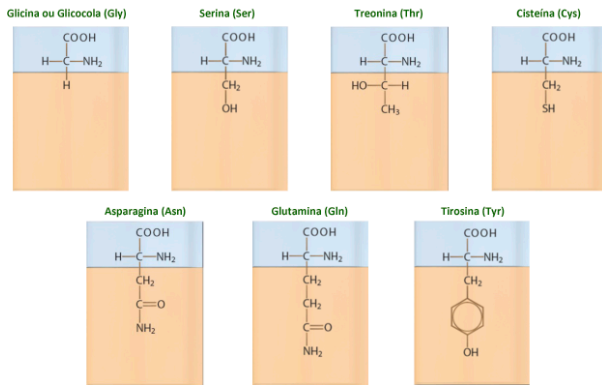
Os aminoácidos que constitúen as proteínas, teñen unha masa molecular media de 120 u e presentan o grupo amino unido ao mesmo carbono ao que se une o grupo carboxilo, o chamado **carbono α**, polo que se denominan aminoácidos de tipo **α**. Os outros dous enlaces do carbono α únense cun átomo de H e 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.

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

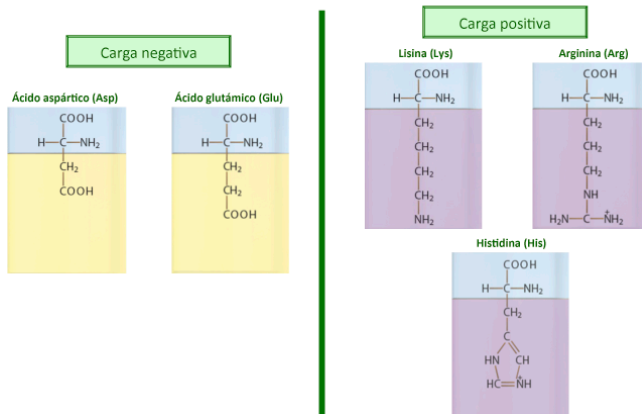
#### OS AMINOÁCIDOS NON POLARES OU HIDROFÓBICOS (8)



### OS AMINOÁCIDOS POLARES SEN CARGA (7)

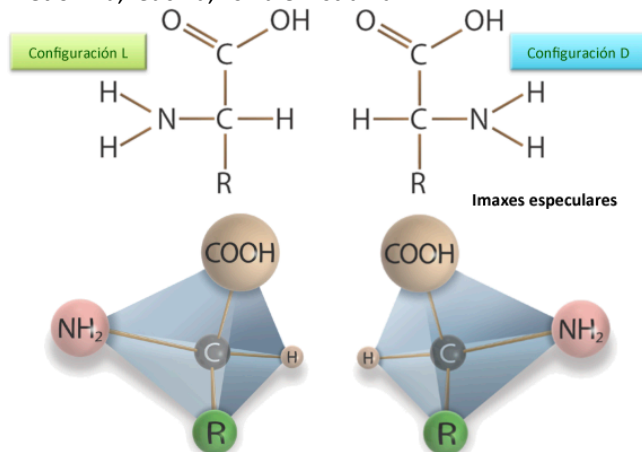


### OS AMINOÁCIDOS POLARES CON CARGA (2+3)



noméase «Gly» e a alanina «Ala».

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.



Os aminoácidos poden presentar dúas configuracións distintas. Teñen **configuración L** se, situado o grupo -COOH arriba, o grupo -NH<sub>2</sub> queda á esquerda mentres que posúe unha **configuración D**, se o -NH<sub>2</sub> se encontra á dereita.

#### 2.1.- Actividade óptica

En todos os aminoácidos, menos na 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, **levoxíro** 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.

#### 2.2. Comportamento químico dos aminoácidos

Os aminoácidos en disolución acuosa compórtanse á vez como ácidos e como bases o que se denomina **comportamento anfótero**. Iso débese a que o grupo ácido ou carboxilo libera protóns ( $\text{-COOH} \Rightarrow \text{-COO}^- + \text{H}^+$ ), mentres que o grupo básico ou amino capta protóns ( $\text{-NH}_2 + \text{H}^+ \Rightarrow \text{NH}_3^+$ ). Orixínase as: 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:

- Se se acidifica o medio en que se encontra a forma dipolar, é dicir, se se engaden protóns ( $\text{H}^+$ ), o grupo carboxilo ionizado capta estes protóns, ao comportarse como unha base ( $\text{-COO}^- + \text{H}^+ \Rightarrow \text{-COOH}$ ) e amortece esa acidificación.
- Se se basicifica o medio en que se encontra a forma dipolar, é dicir, se diminúe o número de protóns ou ións hidróxeno ( $\text{H}^+$ ), o grupo amino ionizado libera protóns, ao comportarse como un ácido ( $\text{-NH}_3^+ \Rightarrow \text{-NH}_2 + \text{H}^+$ ) e amortece a basicificación.

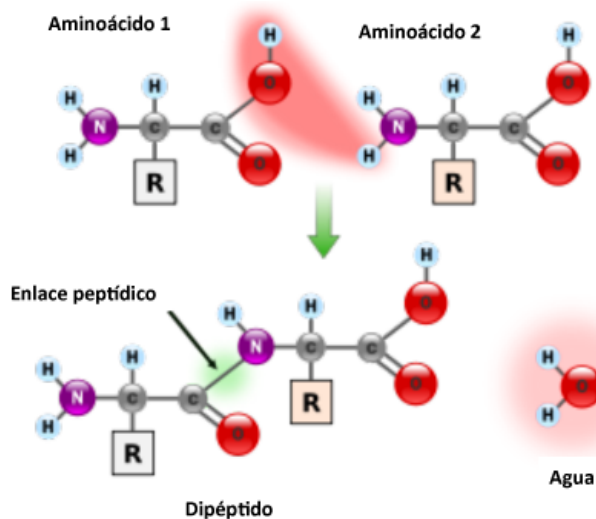
O pH no cal un aminoácido tende a adoptar unha forma dipolar neutra, con tantas cargas positivas coma negativas, denomínase **punto isoeléctrico**.

#### 3.- O ENLACE PEPTÍDICO

A unión entre aminoácidos realízase mediante un enlace químico chamado **enlace peptídico**, e dá lugar a cadeas que reciben o nome de **peptidos**.

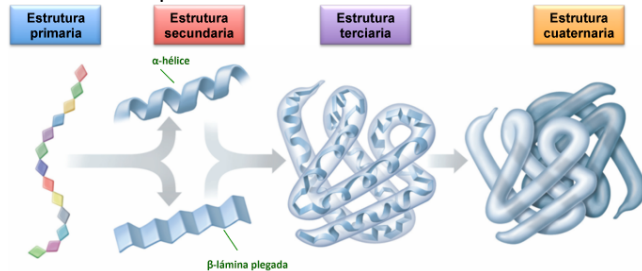
O enlace peptídico é un enlace covalente que se establece entre o grupo carboxilo dun aminoácido e o grupo amino do seguinte, coa formación dunha molécula de auga. A disposición no espazo dun enlace peptídico fai que os átomos do grupo carboxilo e do grupo amino se sitúen nun mesmo plano, con distancias e ángulos fixos. Ademais, presenta unha certa rixidez que inmoviliza no plano os átomos que o forman.

Cando se unen dous aminoácidos fórmase un **dipeptido**; se se unen tres, un **tripeptido**, etc. Se é inferior a dez, denomínase **oligopeptido**, e se é superior a dez, recibe o nome de **polipeptido**.



#### 4.- A ESTRUCTURA DAS PROTEÍNAS

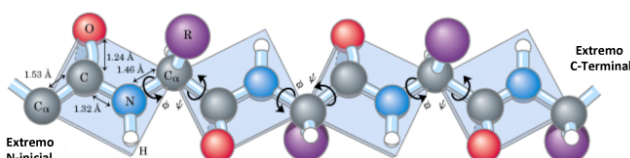
Unha **proteína** é un polipéptido constituído por máis de cincuenta aminoácidos. Debido a iso, a súa masa molecular é igual ou superior a 5000 u. Algunhas proteínas conteñen, ademais de aminoácidos, outro tipo de moléculas. A organización dunha proteína vén determinada por catro niveis estruturais: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



##### 4.1. Estrutura primaria das proteínas

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

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.



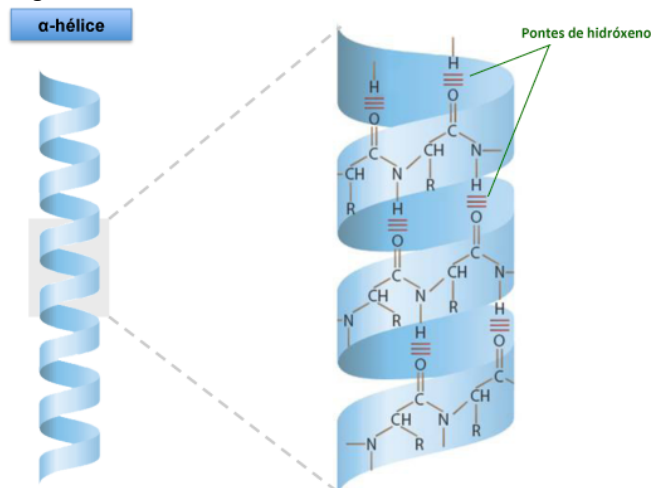
##### 4.2. Estrutura secundaria das proteínas

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.

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 constituíen. 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**.

###### 4.2.1. Estrutura en α-hélice

A estrutura secundaria en α-hélice fórmase ao enrolarse a estrutura primaria helicoidalmente sobre si mesma cun xiro dextrogiro. 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.

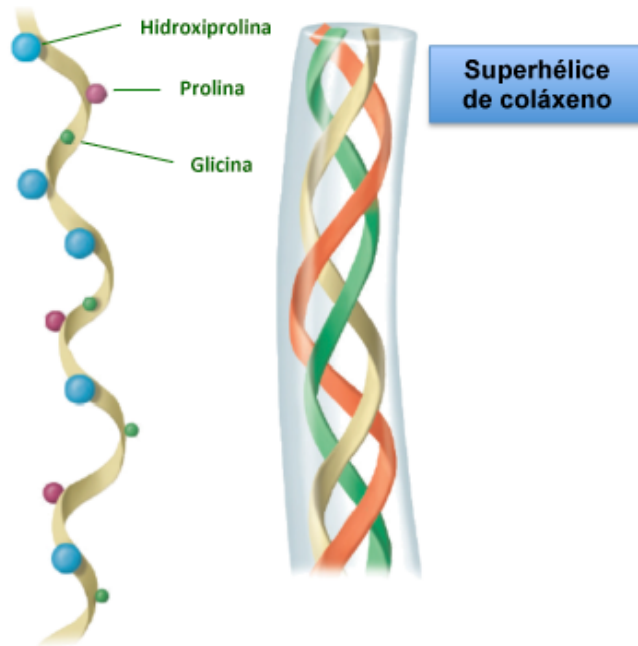


A formación espontánea destes enlaces de hidróxeno fai que todos os osíxenos dos grupos -CO- queden orientados no mesmo sentido, mentres que todos os hidróxenos dos grupos -NH- quedan orientados en sentido contrario. Fórmase así unha hélice que presenta 3,6 aminoácidos por volta. A α-queratina é unha proteína que presenta estrutura en α-hélice.

###### 4.2.2. Estrutura da hélice do 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.

Os radicais destas dúas moléculas teñen unha estrutura que dificulta a formación de enlaces de hidróxeno, polo



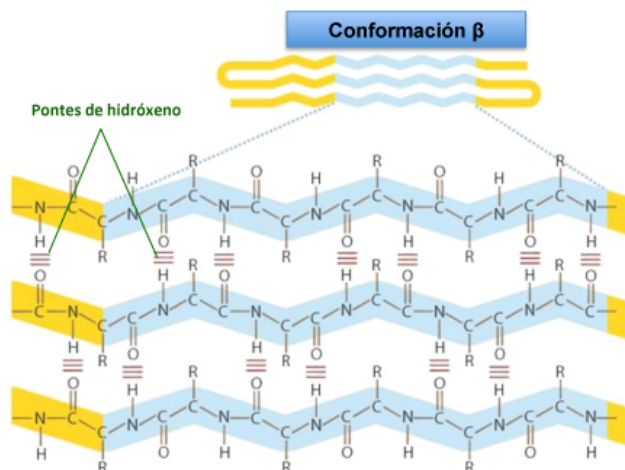
que non se forma unha  $\alpha$ -hélice, senón unha hélice máis distendida, que presenta tres aminoácidos por volta. O coláxeno é unha proteína moi estable formada por tres hélices que orixinan unha superhélice ou molécula completa de coláxeno. As tres hélices únense por medio de enlaces covalentes e por enlaces débiles de tipo enlace de hidróxeno.

#### 4.2.3.- Conformación- $\beta$

Na conformación- $\beta$  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.

Se a cadea con conformación- $\beta$  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  **$\beta$ -lámina pregada**.

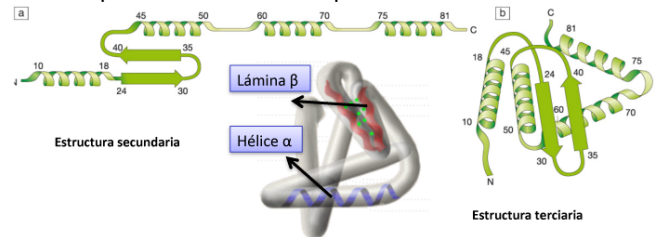
Esta estrutura en lámina pregada tamén se pode formar entre dúas ou máis cadeas polipeptídicas diferentes. Por exemplo, a fibroína ou  $\beta$ -queratina da seda ten conformación- $\beta$ .



#### 4.3.- Estrutura terciaria das proteínas

A **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.

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

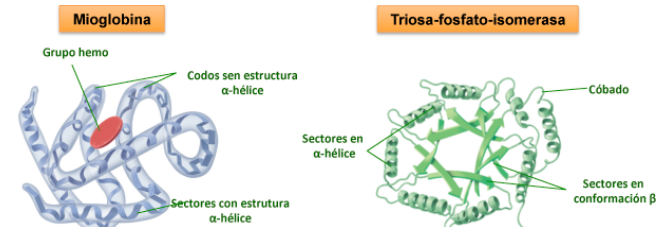


##### 4.3.1. Conformación interna e dominios estruturais

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

| Enlace disulfuro | Enlace de hidróxeno | Interaccións iónicas | Forzas de Van der Waals | Interaccións hidrofóbicas |
|------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| Enlace forte     | Enlace débil        | Enlace débil         | Enlace débil            | Enlace débil              |
|                  |                     |                      |                         |                           |

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.



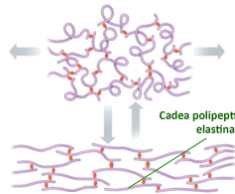
Desde unha perspectiva evolutiva, considérase que os dominios estruturais son "clixés estruturais" de elevada eficacia biolóxica e que, por iso, serviron como unidades modulares de diferentes proteínas.

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

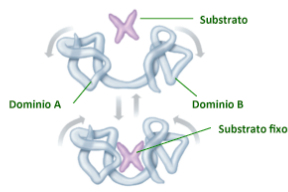


exercen funcións esqueléticas. As máis coñecidas son: o coláxeno dos ósos e do tecido conxuntivo, a  $\alpha$ -queratina do pelo, plumas, uñas, cornos, etc., a  $\beta$ -queratina ou fibroína da seda, e a elastina do tecido conxuntivo, que forma unha rede deformable pola tensión.

Elastina en estado relaxado e estendido

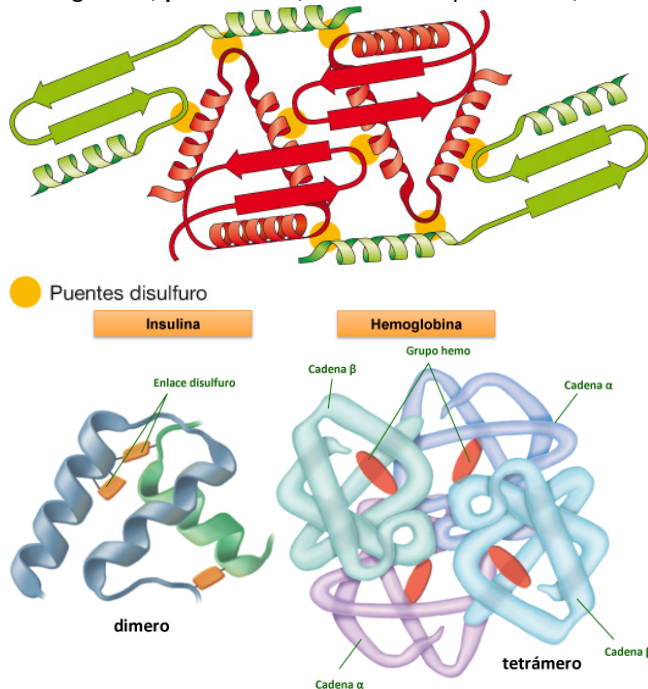


Proteína simple con dous dominios estruturais



#### 4.4. Estrutura cuaternaria das proteínas

A **estrutura cuaternaria** 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.



#### 5.- AS PROPIEDADES DAS PROTEÍNAS

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

As principais propiedades son:

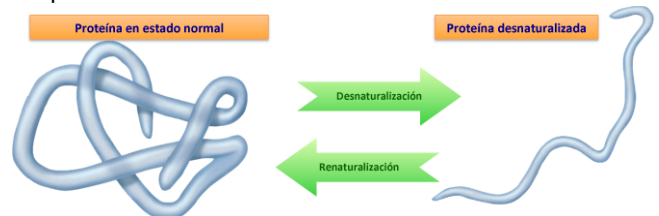
- **Solubilidade.** A solubilidade das proteínas débese á elevada proporción de aminoácidos con radicais polares, sobre todo, se teñen carga elevada. Estes radicais establecen enlaces de hidróxeno coas moléculas de auga e, así, cada radical queda recuberto dunha capa de

moléculas de auga que impide que se poida unir a outras moléculas proteicas, o que provocaría a súa precipitación.

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.** 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.

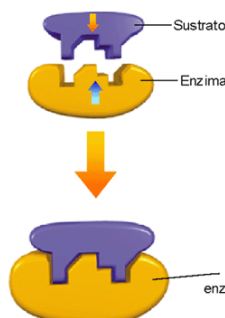


Cando unha proteína se desnaturaliza, xeralmente adopta unha conformación filamentosa e precipita. Isto débese a que a capa de moléculas de auga xa non recobre totalmente as moléculas proteicas, e entón estas tenden a unirse e dan lugar a grandes condensacións que precipitan. As proteínas desnaturalizadas non poden realizar funcións de tipo encimático, transportador ou hormonal. 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**.

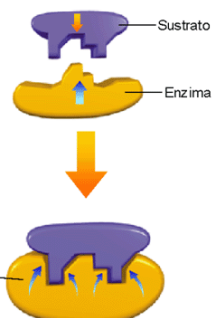
- **Especificidade.** As proteínas que interactúan con outras moléculas presentan unha estrutura tridimensional específica e uns aminoácidos concretos en lugares determinados, que lles permiten diferenciar unhas moléculas doutras semellantes. Por exemplo, as **proteínas encimáticas** que actúan como 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)

MODELO DE LLAVE-CERRADURA



MODELO DE ACOPLAMIENTO INDUCIDO

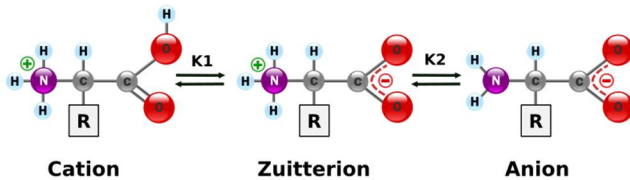


denomínase **centro activo**.

As proteínas homólogas, que 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. Isto deu lugar, durante o proceso 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.

• **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**.



## 6.- A 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.

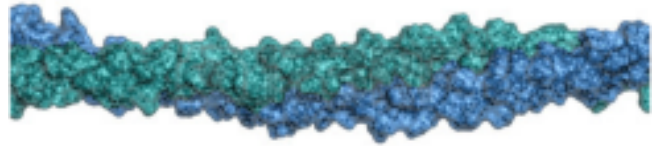
### 6.1.- Holoproteínas

As **holoproteínas** ou proteínas simples, de natureza exclusivamente polipeptídica, é dicir, formadas exclusivamente por aminoácidos. Clasifícanse en dous grandes grupos, atendendo á súa estrutura:

• **Fibrilares ou proteínas filamentosas.** Son de estrutura filamentosa ou alongada e son insolubles en auga. Aparecen nos animais. Xeralmente os polipéptidos destas proteínas están enrolados nunha soa dimensión, formando fibras paralelas. Pertencen a este grupo:

- **Coláxenos.** Atopámolos mantendo a estrutura nos

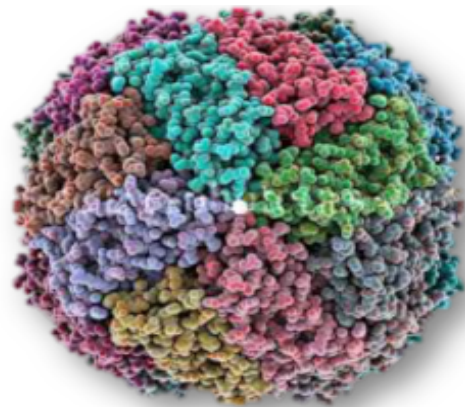
tecidos conectivos como no tecido conxuntivo, cartilaxinoso, tegumentario e óseo. Presentan unha gran resistencia ao estiramento.



- **Queratinas.** Forman estruturas dérmicas. As  **$\alpha$ -queratinas** que forman o cabelo, as uñas, a la, os cornos, os pezuños, as plumas, etc. As  **$\beta$ -queratinas** ou **fibróinas** encóntranse no fío de seda.

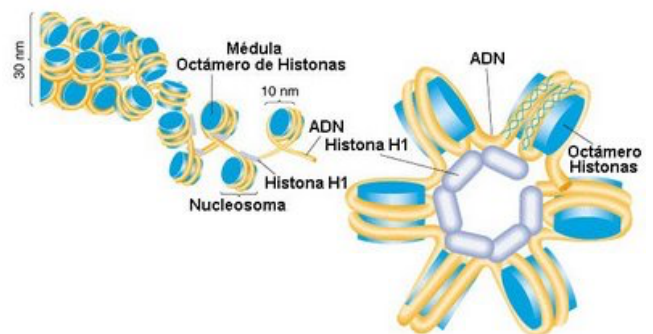
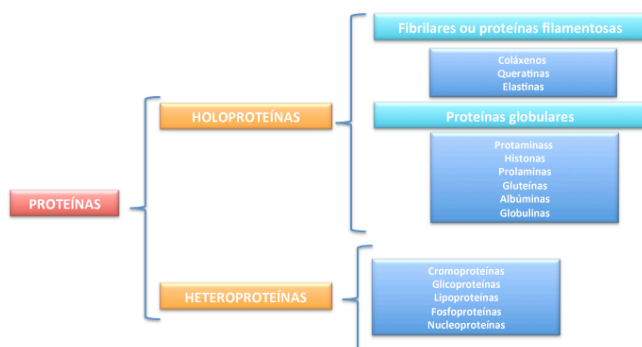
- **Elastinas.** Son flexibles e elásticas e se atopan nas fibras musculares, en tendóns e vasos sanguíneos. A súa grande elasticidade que lles permite recuperar a súa forma tras a aplicación dunha forza.

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



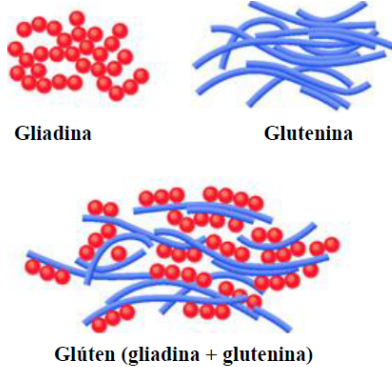
- **Protamínas.** Son pequenas proteínas, ricas no aminoácido básico arxinina, que substitúen ás histonas nas últimas fases da espermatoxénese e pénsase que son esenciais para a condensación e estabilización do ADN nos espermatozoides. Parece que permiten un empaquetado máis denso do ADN no reducido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

- **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.



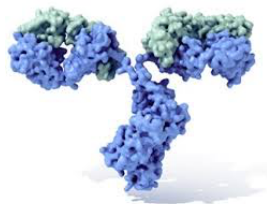
**-Prolaminas.** Son un grupo de proteínas vexetais con gran contido en prolina. Encontranse nos cereais. Son insolubles en auga.

**-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.



**-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.

**-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  **$\alpha$ -globulina**, que se asocia á hemoglobina, e as **inmunoglobulinas**, que constitúen os anticorpos.



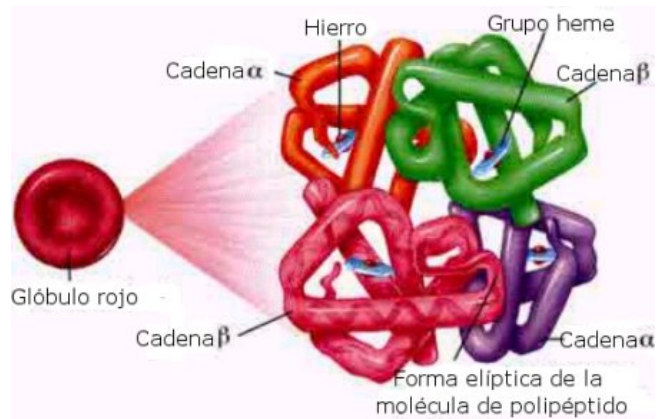
## 6.2. Heteroproteínas

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:

• **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 non centro un ión metálico. Se é un catión ferroso ( $\text{Fe}^{2+}$ ), 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 ( $\text{Fe}^{2+}$ ) pódese oxidar a férrico ( $\text{Fe}^{3+}$ ) e transportan electróns na cadea respiratoria. Diversas encimas, como as **peroxidases** e as **catalases** tamén levan ferro.

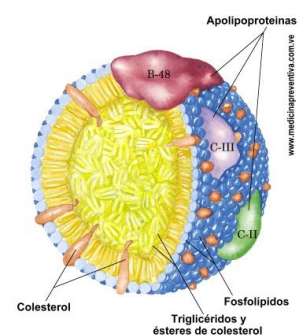
**-Pigmentos non porfirínicos.** Non teñen porfirina e levan tamén un ión metálico como por exemplo, a **hemocianina**,



que transporta osíxeno na sangue dos moluscos e crustáceos e a **hemeritrina** que contén ferro e está presente en bivalvos e anélidos mariños. Tamén a **rodopsina**, que é unha proteína característica das células da retina.

• **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 foliculo** (FSH) e **hormona luteinizante** (LH), os **proteoglicanos** do líquido sinovial, dos tendóns, ósos e cartilaxes, as **glicoproteínas sanguíneas**, como a protrombina, **glicoproteínas das membranas** celulares que forman o glicocálix e Algunhas encimas como a **ribonuclease**.

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



• **Fosfoproteínas.** Presentan como grupo prostético **algúns residuos de aminoácidos fosforilados**. Pertencen a este grupo a **caseína** do leite e a **vitelina** da xema do ovo.

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

## 7.- AS FUNCIÓNS DAS PROTEÍNAS

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

- **Estrutural.** 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.
- **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.
- **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.
- **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.
- **Contráctil.** Grazas a esta función de contracción posibilitase a mobilidade. A flaxelina, que forma parte do flaxelo bacteriano, permite a mobilidade das bacterias. Outras proteínas como a actina e a miosina ao moverse entre si provocan a contracción e a relaxación do músculo.
- **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.
- **Defensa.** Basicamente, esta función realízana as  $\gamma$ -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.
- **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.