

## Tema 5: Proteínas.

### 1. Que é unha proteína?

As proteínas son macromoléculas de elevada masa molecular, constituídas esencialmente por átomos de carbono, hidróxeno, oxíxeno e nitróxeno. Tamén aparecen cantidades de xofre, e elementos como fósforo, ferro ou selenio, entre outros. Constitúen arredor do 50% do peso seco das células.

Desde o punto de vista estrutural, as proteínas son polímeros lineais non ramificados, formados pola unión de 20 tipos diferentes de aminoácidos, cada un dos cales posúe estrutura e características particulares. A súa diferente combinación dá lugar á extraordinaria variedade de proteínas.

A proteómica é o estudo do conxunto de proteínas ou proteoma, que é o resultado da expresión da información xenética do ADN.

### 2. As funcións das proteínas.

Entre as funcións das proteínas, destacan:

1. Función estrutural: forman estruturas do corpo. Necesarias para medrar e reparar os tecidos.
2. Función de transporte: transportan moléculas. É o caso da hemoglobina, que transporta o  $O_2$  polo sangue, ou as de membrana.
3. Función contráctil: son responsables da contracción muscular e do movemento celular, como a actina e a miosina.
4. Función de defensa: defenden ao organismo das infeccións, como o caso dos anticorpos.
5. Función hormonal: transmitir sinais e mensaxes entre as células, como a tiroxina ou rodopsina (na retina).
6. Función reguladora: <sup>ou enzimática</sup> é o caso das enzimas, proteínas que aceleran e facilitan as reaccións bioquímicas.

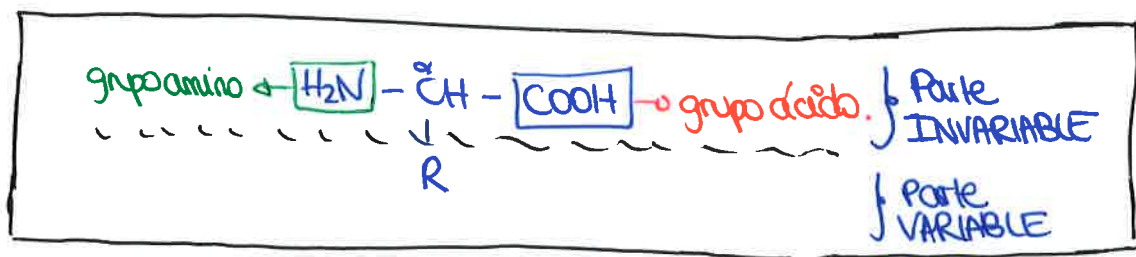
7. Función de almacenamiento <sup>ou reserva:</sup>: funcionan como reserva de aminoácidos, como la ovalbúmina no ovo ou a caseína no leite.

### 3. Os aminoácidos.

Os aminoácidos son moléculas caracterizadas por posúeren un grupo ácido (-COOH), un grupo amino (-NH<sub>2</sub>) e unha cadea lateral ou grupo R.

#### 3.1. Estrutura dos aminoácidos.

- o grupo ácido do aminoácido é sempre terminal, mentres que
- o grupo amino pode ocupar distintas posicións. Denomínaráselle ao aminoácido  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ou  $\delta$  segundo estea unido ao carbono 1, 2, 3 ou 4.



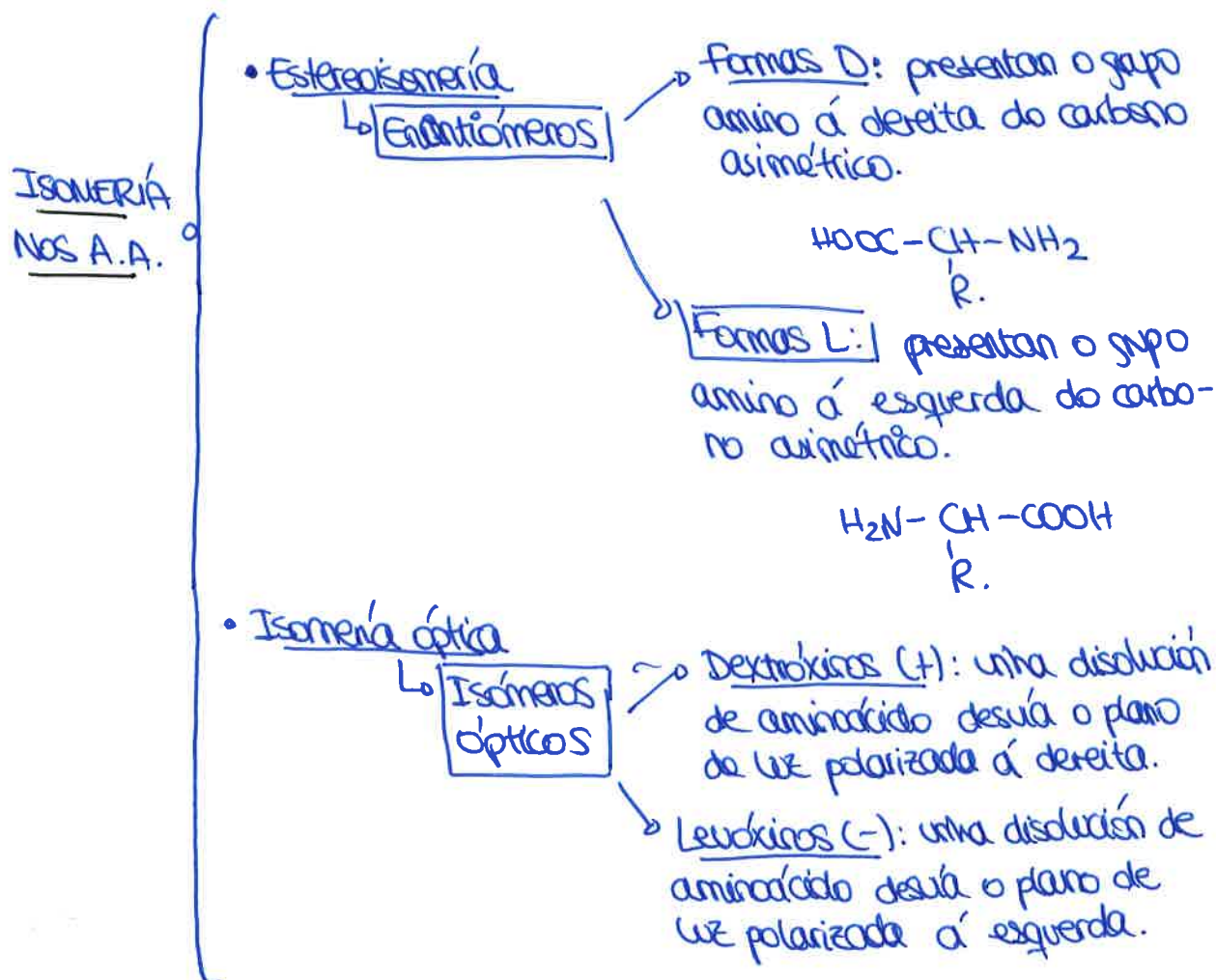
Existen uns 200 aminoácidos, mais só 20 forman parte das proteínas:

- Os aminoácidos proteicos, caracterízense por seren  $\alpha$ -aminoácidos, é dicir, o grupo amino está unido ao carbono contiguo ao carboxilo. As proteínas están constituídas por 20 aminoácidos diferentes, que se caracterizan pola cadea R, que determina as súas propiedades químicas e biolóxicas e condicionan as propiedades e mais as funcións das proteínas.
- Os aminoácidos non proteicos, non forman parte das proteínas e atópanse localizados en distintos tecidos. Desempeñan diversas funcións biolóxicas, ao seren neurotransmisores, precursores do metabolismo, etc.

### 3.2. Propiedades dos aminoácidos.

Os aminoácidos son compostos sólidos, hidrosolubles, de elevado punto de fusión, con isomería espacial e con comportamento químico anfótero.

#### • Isomería nos aminoácidos:

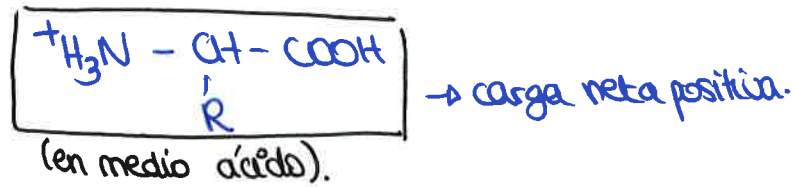


Tódolos aminoácidos presentan un carbono asimétrico a excepción da glicina ( $\text{NH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ). Na natureza, tódolos aminoácidos son de configuración L, aínda que podemos atopar D-aminoácidos en certos antibióticos e nas paredes bacterianas.

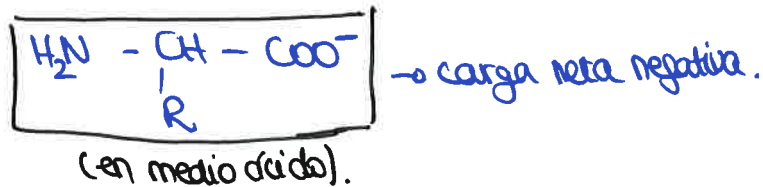
#### • Comportamento químico:

Os aminoácidos en disolución acuosa teñen comportamento anfótero, e comportanse como ácidos ou bases en función do pH do medio.

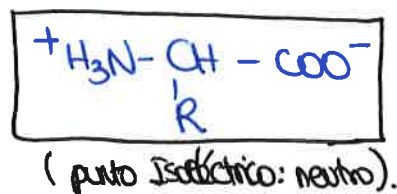
a) En medio ácido (pH ácido); o aminoácido comporta-se como base, isto é, acepta  $H^+$  o grupo amino e queda coa seguinte estrutura:



b) En medio básico (pH base); o aminoácido comporta-se como ácido, isto é, o grupo  $-COOH$  libera  $H^+$  e queda coa seguinte estrutura:



c) Se o aminoácido berada o seu punto isoeléctrico (pI), o pH = neutro para cada aminoácido, o aminoácido adquire estrutura de ión zwitterion, estrutura dobremente ionizada, onde o  $NH_2 \rightarrow NH_3^+$  e o  $COOH \rightarrow COO^-$ .



### A ELECTROFORESE:

Técnica que se basea no movemento de moléculas cargadas a través dun campo eléctrico, que se emprega para separar moléculas ~~como grup~~ con grupos ionizables.

Os aminoácidos ~~desprázanse~~ con carga positiva desprázanse cara o cátodo; e os cargados negativamente, cara o ánodo; e os con carga neta nula, non se desprazan.

### 3.3. Os aminoácidos essenciais.

Son aminoácidos essenciais aqueles que non se poden sintetizar no metabolismo, e polo tanto, deben ser ingeridos na dieta. Na especie humana son esenciais a valina, leucina, metionina, etc.

### 3.4. O valor biolóxico das proteínas.

O valor biolóxico das proteínas fai referencia á cantidade e tipo de aminoácidos que unha proteína contén. Unha proteína terá alto valor biolóxico cando dispoña de todos os aminoácidos esenciais en cantidade abondo para satisfacer as nosas necesidades.

Por exemplo, as proteínas de orixe animal teñen maior valor biolóxico que as de orixe vexetal.

### 3.4. Clasificación dos aminoácidos.

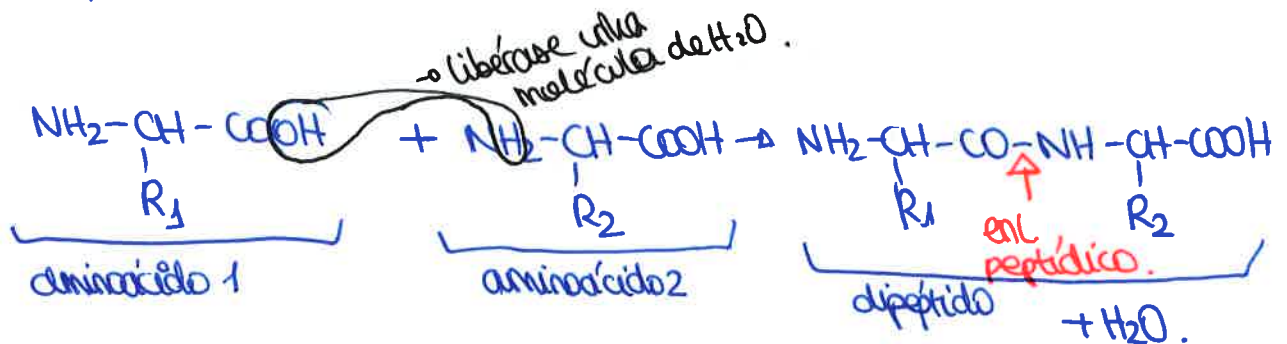
Os aminoácidos clasifícanse pola natureza dos radicais R, do que derivan as súas propiedades químicas e biolóxicas. Clasifícanse en 4 grupos:

- Radicais apolares: a cadea lateral é hidrocarbonada e polo tanto hidrófoba. Ex: alanina (Ala), valina (Val), etc.
- Radicais polares: poseñen radicais con grupos hidrófilos, mais non ionizables. Ex: serina (Ser), glutamina (Gln), etc.
- Radicais básicos: poseñen grupos amino na cadea lateral. É o caso da lisina (Lys), arginina (Arg) e histidina (His).
- Radicais ácidos: poseñen grupos carboxílicos na cadea lateral. É o caso do ácido aspártico (Asp) e do ácido glutámico (Glu).

A cisteína (Cys) e a metionina (Met), aminoácidos proteicos que conteñen xofre, poden ser considerados por algúns autores como ~~estes~~ aminoácidos con radicais polares.

## 4. O enlace peptídico.

Os aminoácidos únense entre si mediante o enlace peptídico, que se dá entre o -OH do grupo carboxílico e un hidróxeno doutro aminoácido. Neste proceso libérase unha molécula de auga, polo que este enlace é hidrolizable (enzimas peptidasas).



De xeito análogo, <sup>(5.0.0)</sup> os péptidos posúen un punto isoeléctrico no cal adquiren unha estrutura dobremente ionizada (nos grupos libres, isto é, o ~~gr~~ grupo amino do primeiro carbono e o grupo carboxílico do último carbono; ademais dos grupos que podían aparecer na cadea lateral).

O enlace peptídico ten carácter parcial de dobre enlace, polo que é relativamente ríxido. Os átomos que forman o enlace, C, O, H e N, sitúanse no mesmo plano de maneira que non poida haber rotación entre eles. Só ten liberdade de xiro o carbono  $\alpha$ .

### 4.1. Tipos de péptidos.

A unión de dúas moléculas de aminoácidos, dá lugar a un dipeptido, de tres, a un tripeptido; de catro, a un tetrapeptido e así sucesivamente. Como cada péptido segue tendo un grupo amino e un grupo carboxílico libre, a cadea pode seguir prolongándose.

Considéranse:

- Oligopéptidos: contéñen entre dous e doce aminoácidos.
- Polipéptidos: o número de aminoácidos oscila entre 12 e 100.
- Proteínas: teñen un número ~~(superior)~~ de aminoácidos superior a 100.

## 4.2. Funcións biolóxicas dos péptidos.

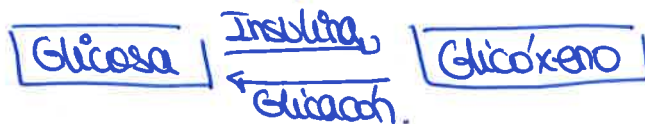
Alguns péptidos desempeñan importantes funcións nos organismos:

• Hormonas: teñen estrutura peptídica:

→ A oxitócina, un péptido segregado pola neurohipófise, que provoca a contracción uterina e a secreción de leite pola glándula mamaria.

→ A antidiurética (ADH), que controla a reabsorción de auga no ril.

→ A insulina e o glucagón, hormonas segregadas nas células  $\beta$  e  $\alpha$  do páncreas, respectivamente. As súas funcións son contrarias:



• Antioxidantes.

• Neurotransmisores.

• Antibióticos.

## 5. Estrutura das proteínas.

Existe gran diversidade de proteínas con diferentes niveis de organización. Os enlaces da cadea polipeptídica, fan, que en teoría as proteínas poidan acadar un elevado número de formas e conformacións.

Isto non sucede así debido ás interaccións febles que teñen lugar nas cadeas laterais dos aminoácidos, xa sexa entre elas ou co medio, adoptando unha única configuración.

• ESTRUTURA PRIMARIA:

Está determinada polos aminoácidos que forman a proteína e a orde na que se dispoñen no <sup>cadea polipeptídica</sup> espazo. Os distintos aminoácidos que integran a <sup>secuencia</sup> polimérica dos aminoácidos determinará os demais niveis estruturais, ao establecer un plegamento tridimensional específico.

O tipo de enlace que se dá nesta estrutura é unicamente o enlace peptídico.

A conformación dunha proteína é a organización espacial ou tridimensional das proteínas, consecuencia das súas estruturas secundaria e terciaria.

## • ESTRUTURA SECUNDARIA:

Informa da disposición espacial da estrutura primaria, é dicir, indica como se dispoñen no espazo os distintos aminoácidos que integran o polímero. Os tipos máis frecuentes de ordenación son:

- Ordenación  $\alpha$ -hélice: ten forma de espiral que xira en sentido horario (á dereita); onde en cada espiral da hélice se sitúan un promedio de 3,6 aminoácidos. Esta estrutura mantense no espazo grazas ó enlace ponte de hidróxeno.
- Ordenación  $\beta$ -lámina ou de folia pregada: está formada pola interacción entre polipeptidos situados en posición paralela ou antiparalela, segundo se dispoñan no mesmo ou distinto sentido. Esta estrutura mantense no espazo grazas ó enlace ponte de hidróxeno.
- Hélice de coláxeno: o coláxeno forma parte da composición dos tecidos conectivos, coma é no caso dos tendóns, que está feito de feixes paralelos de moléculas de coláxeno. Diferénciase da hélice- $\alpha$  en que esta hélice é unha hélice levógiroa, que xira cara a esquerda. Ademais, como está formada por aminoácidos con cadeas laterais moi voluminosas, que dificultan a formación de pontes de hidróxeno, fan que a hélice se atope máis estendida.

## • ESTRUTURA TERCIARIA:

Informa sobre a conformación da estrutura secundaria no espazo. Nela coexisten, normalmente, as dúas primeiras estruturas anteriormente sinaladas. As conformacións máis frecuentes son:

- a) Globular: proteínas de forma esférica e (hidrosolúbles). Solúbles en auga e disolucións salinas. Tíñen funcións dinámicas. Nesta estrutura, as cadeas laterais apolares quedan para dentro.
- b) Fibrilamentosa ou fibrilar: proteínas de forma lineal, insolúbles na auga e en disolucións salinas. Tíñen funcións estruturais.

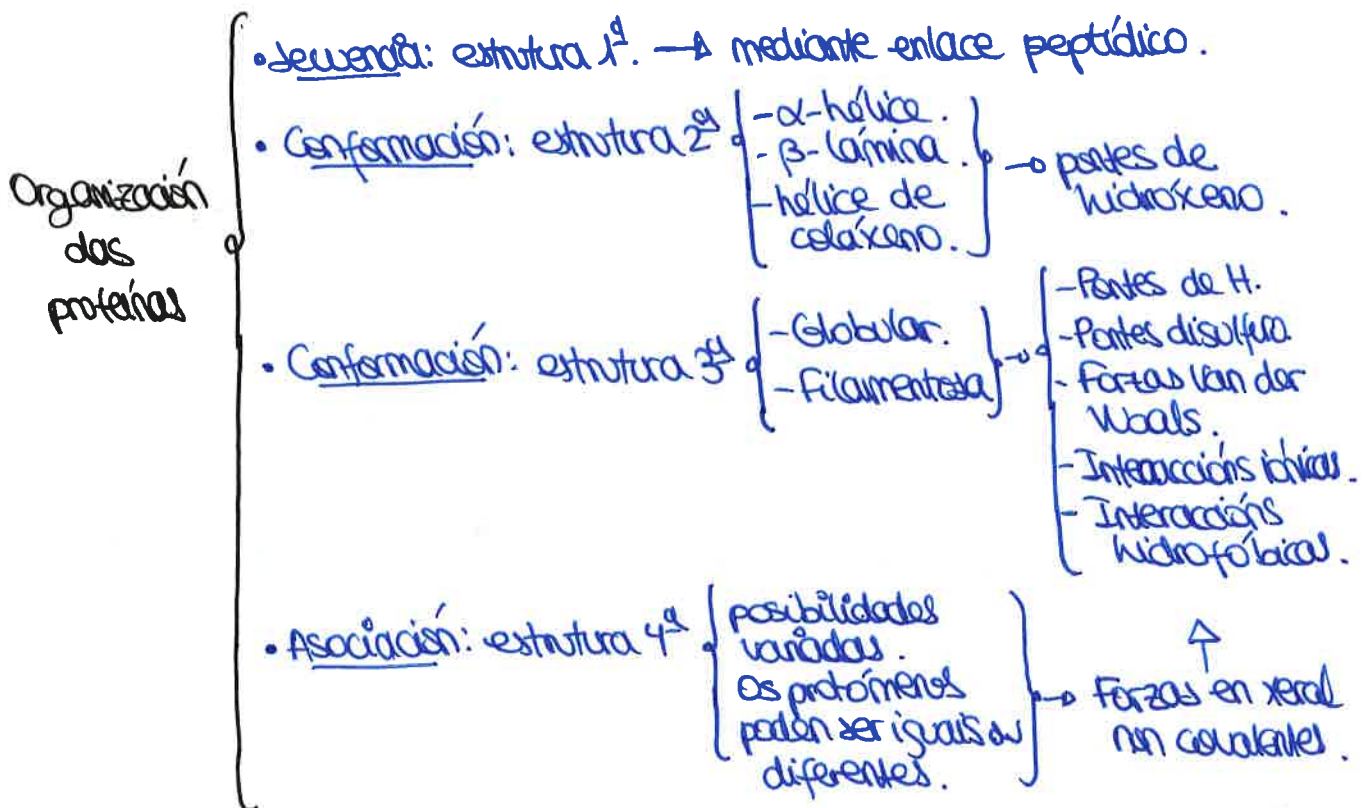


Os enlaces que estabilizan a estrutura terciaria son:

- Pontes de hidróxeno.
- Pontes disulfuro, que se dan entre os grupos -SH de dous restos de cisteína (Cys), e tamén entre os grupos -SH de restos de metionina (Met).
- Ferzas Van der Waals.
- Interaccións iónicas.
- Interaccións hidrofóbicas.

• ESTRUTURA CUATERNARIA:

Ao contrario da estrutura primaria, que era unha secuencia; e das estruturas secundaria e terciaria, que eran conformacións; a estrutura cuaternaria é unha asociación que se produce ao se unen varias cadeas polipeptídicas con estrutura terciaria, existindo unha agrupación de diferentes subunidades, chamadas monómeros ou protoímeros que se asocian mediante enlaces múltiples de baixa enerxía. Exemplos de proteínas con esta estrutura son a hemoglobina, enzimas ou anticorpos; que son funcionais con esta estrutura. *alostéricas*



O estado nativo dunha proteína é a conformación máis estable, nas condicións celulares, específica de cada proteína, da que dependen as súas características e funcións biolóxicas.

## 6. Propiedades das proteínas.

As propiedades físicas e químicas das proteínas dependen da natureza dos radicais R dos aminoácidos situados na superficie, que a súa vez, derivan da conformación xeométrica da cadea polipeptídica.

- Especificidade: é a propiedade máis característica das proteínas.ponse de manifesto nas enzimas (existe un complexo para cada substancia) e nas inmunoglobulinas (cada antígeno xera un anticorpo específico).  
Cada especie, incluso cada individuo, ten as súas propias proteínas; aínda que as proteínas que desempeñan a mesma función en diferentes especies teñen unha composición e estrutura semellantes. Denomínanse proteínas homólogas. A análise das semellanzas entre as proteínas permite establecer o parentesco evolutivo das especies.
- Solubilidadade: as proteínas globulares forman dispersións coloidais en solucións acuosas debido á interacción dos aminoácidos hidrófilos cos dipolos das moléculas de auga. Créanse pontes de hidróxeno e arredor da proteína créase unha capa de moléculas de auga, denominada capa de solvatación. Isto impide que poidan precipitar. Se se lle engaden sales, a capa de solvatación desaparece e a proteína precipita.
- Desnaturalización: consiste na ruptura dos enlaces que manteñen a conformación espacial característica da súa molécula, cando é sometida a proteína a condicións desfavorables. O estado nativo pérdese, polo que a estrutura tamén e en consecuencia, a proteína deixa de ser funcional. A desnaturalización débese á acción de axentes desnaturalizantes físicos (presión e temperatura) e químicos (substancias que alteran o pH).  
En certos casos, se se elimina o axente desnaturalizante, e se non se produciu un dano irreversible, prodúcese a renaturalización, a recuperación da estrutura característica e polo tanto, da súa función.

- Capacidade amortecedora: as proteínas, igual que os aminoácidos, teñen un comportamento anfótero, xa que se comportan como bases ou ácidos en función do medio no que estean. Isto permite que poidan amortecer as variacións de pH do medio no que se atopan.

## 7. Clasificación das proteínas.

1 → Holoproteínas ou proteínas simples: formadas exclusivamente por aminoácidos.

- **A** Filamentosas ou fibrilares: caract.
  - ↳ Insolubles en auga.
  - ↳ Funcións estruturais. Aparecen nos animais.
- ↳ Fibrina: interveñ na coagulación sanguínea. Obtense a partir do fibrinóxeno.
- ↳ Coláxeno: proteína que forma parte do tec. conectivos.
- ↳ Elastina: moi elásticas. Atópase nos vasos sanguíneos, tendóns e pulmóns.
- ↳ Fibroína: resistente e flexible. Producidas por insectos e ouriños.
- ↳ Miosina: responsable da contracción muscular.

- **B** Globulares: características.
  - ↳ Solubles en auga.
  - ↳ Funcións dinámicas.
- ↳ Actina: xunto coa miosina, é responsable da contracción muscular.

- ↳ Protamínas: asociadas ao ADN nos espermatozoides (clupeína, salmíno).

- ↳ Histonas: asociadas ao ADN, forman parte da cromatina.

- ↳ Albúminas: proteínas grandes que desempeñan funcións de transporte ou de reserva de a.a.

Seroalbúminas  
(no sangue)

Ovoalbúminas  
(no ovo)

Lactoalbúminas  
(no leite).

- ↳ Globulinas: son as proteínas máis grandes. A súa forma globular é perfecta.

Seroglobulina  
Fibrinóxeno  
(no sangue)

Lactoglobulina  
(no leite)

Ovoglobulina  
(no ovo).

\* Cando se produce a coagulación sanguínea, o fibrinóxeno (soluble), transformase en fibrina (insoluble), que se deposita en forma de fibras entrecruzadas → COÁGULO.

- Gluteninas (dentro das globulinas)
- Gluteninas: abundan en sementes.
    - Gluten (trigo)
    - Orizamina (arroz).

2. Heteroproteínas: formadas por un grupo proteico + grupo non proteico → grupo PROSTÉTICO. Segundo a natureza do grupo PROSTÉTICO, divídense en:
- (A) Fosfoproteínas: teñen como grupo prostético o ácido fosfórico.
    - Caseína (leite).
    - Vitelina (xema do ovo).
  - (B) Nucleoproteínas: o grupo prostético é un ácido nucleico.
    - Exemplos
      - HISTONAS ⊕ filamentos de ADN.
      - PROTAMINAS ⊕ filamentos de ADN.
  - (C) Lipoproteínas: o grupo prostético é un lípido.
    - Exemplos
      - Lipoproteínas das memb. celulares.
      - Lipoproteínas sanguíneas (HDL e LDL).
      - Tromboplastina: inicia a coagulación.
  - (D) Glucoproteínas: teñen como grupo prostético restos glucídicos. Presentan gran heteroxeneidade.
    - Mucinas: función protectora. Protexen da desecación dos animais blandos (leimas) e constitúen o mucus dos aparatos dixestivo e respiratorio.
    - Hormonas gonadotróficas: FSH e LH.
    - Peptidoglicanos: mureína (paredes bacteriana).
    - Inmunoglobulinas: os anticorpos.
  - (E) Cromoproteínas: o seu grupo prostético é unha substancia coloreada que pode ser a porfirina. Nas máis importantes, existe como elemento fundamental un catión metálico.

## → CROMOPROTEÍNAS PORFIRÍNICAS:

- Hemoglobinas: pigmentos respiratórios encargados do transporte de  $O_2$  no sangue dos vertebrados e de alguns invertebrados (minúsculos). Nos vertebrados atópase nos glóbulos vermelhos e nos invertebrados, dissolta no plasma. Gr. prostético Hemo: porfirina +  $Fe^{2+}$
- Myoglobina: grupo prostético hemo. Transporta  $O_2$  pelos músculos.
- Citocromos: grupo prostético hemo. Levan  $Fe$  capaz de oxidarse ou reducirse. Importante na respiración aeróbica e na fotosíntese.
- Catalasas e peroxidases: enzimas importantes. (peroxisomas)
- ↳ Cloroplastina: o seu grupo prostético é a clorofila: magnesioporfirina.

## → CROMOPROTEÍNAS NON PORFIRÍNICAS:

- Hemocianinas: pigmentos respiratórios de alguns invertebrados. Con  $Cu$ .
- Flavoproteínas: o grupo prostético é un derivado da vit.  $B_{12}$ . Interven na cadea respiratoria de transporte de  $e^-$ .
- Carotenoproteínas: rodopsina, pigmento fotosensível dos bastons da retina. Constitúese por: opsina + gr. prostético de natureza carotenóide (rel. coa Vit. A).

## PREGUNTAS DE SELECTIVIDADE:

- x Que é unha proteína?
- x Funcións das proteínas.

### x AMINOÁCIDOS:

- Que é?
- Propiedades: ISOMERÍA e comportamento iónico ANFÓTERO.
- Punto isoelectrónico, ion zwitterion.
- Aminoácido esencial.
- Valor biolóxico dunha proteína.
- Clasificación dos aminoácidos proteicos (D e L).

## X ENLACE PEPTÍDICO:

- ¿Qué es?
- Características.
- Formación e hidrólisis de enlaces peptídicos.
- Tipos de péptidos.
- Función biológica de los péptidos.

## X Estructura de las proteínas.

- X Conformación e estado nativo de una proteína.
- X Saber que enlaces mantienen estables las estructuras de las proteínas.
- X Propiedades de las proteínas.
- X Clasificación de las proteínas.