

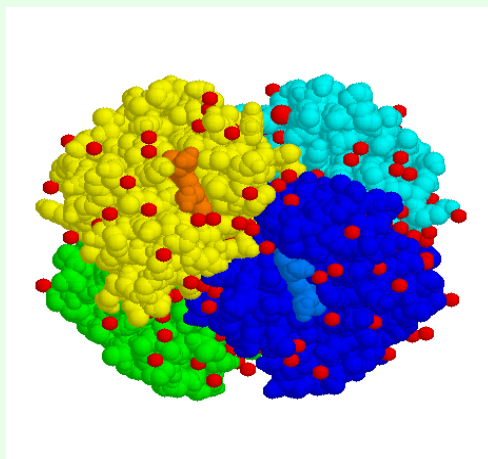
UNIDADE 5. MOLÉCULAS ORGÁNICAS: PROTEÍNAS

CONTIDOS

PROTEÍNAS

INTRODUCCIÓN

1. **PROTEÍNAS**
Concepto. Composición química
2. **AMINOÁCIDOS**
Propiedades. Estrutura. Clasificación
3. **PROTEÍNAS**
Estrutura. Propiedades. Clasificación
4. **IMPORTANCIA BIOLÓXICA DAS PROTEÍNAS**



INTRODUCCIÓN.

Proteínas de fai 80 millóns de anos.

Este é o que veñen de atopar un grupo de investigadores estadounidenses, que logrou *aillar aminoácidos oriXinais do tecido brando e dos vasos sanguíneos* dun “*Brachylophosaurus canadiensis*”, un dinosauro, do grupo dos hadrosaurios (dinosaurios herbívoros de 4 a 15 m de lonxitude que viviron en Norteamérica, Europa, Ásia.. e que presentaban como distintivo un pico similar ao pico dos patos, crestas na cabeza e craneos planos); consideranse que tamén foron antepasado das aves, como o famoso “*Tiranosaurus rex*”.

As proteínas son a base de como a bioloxía fai as cousas.

Como enzimas, son a forza motora detrás de todas as reaccións bioquímicas que fan funcionar a bioloxía. Como elementos estruturais, son os constituintes principais dos ósos, dentes, tecido conectivo, tendóns, músculos, pelo, pel, vasos sanguíneos... Como os anticorpos, recoñecen aos elementos invasores e permiten ao sistema inmunolóxico desfacerse dos non desexados. Para enviar mensaxes entre as células interveñen hormonas de natureza proteica ...

1. PROTEÍNAS

Concepto. Composición química

As proteínas son principios inmediatos orgánicos compostos basicamente por carbono (C), osíxeno (O), hidróxeno (H) e nitróxeno (N); ademais, poden conter xofre (S) e mesmo fósforo (P), ferro (Fe), cobre (Cu), magnesio (Mg), iodo (I), etc. Teñen un elevado peso molecular, polo que se consideran “**macromoléculas**”. Algunhas proteínas son solubles en auga destilada, outras son só solubles en disolucións salinas diluídas.

As unidades básicas estruturais das moléculas de proteína son os **aminoácidos**. Os aminoácidos únense por medio de **enlaces peptídicos** para dar primeiro **péptidos** e logo **proteínas**, que poden presentar centos ou miles de aminoácidos. Non existe un número definido de aminoácidos que sinale o límite para diferenciar péptidos e polipéptidos de proteínas, en xeral para diferenciarlos recórrese ao peso molecular: se este é inferior a 10.000 denomínase péptido ou polipéptido e se é superior proteína.

As proteínas son unhas moléculas fundamentais na organización celular, forman parte de case a metade do peso seco da célula, representan o 16% no total do corpo humano e **desempeñan funcións moi variadas**.



PROTEINAS NO CORPO HUMANO = 16%

2. AMINOÁCIDOS.

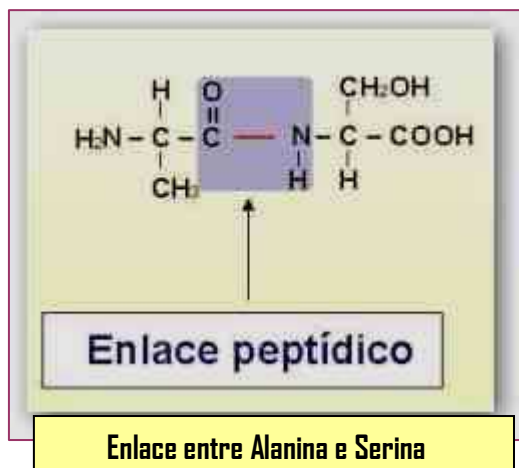
Dende o punto de vista químico os aminoácidos son substancias solubles en auga e en bases ou ácidos diluídos. Son compostos orgánicos estables que presentan un grupo amino ($-NH_2$) e un grupo carboxilo ou ácido ($-COOH$), de aí o nome de aminoácidos.

Coñécense 20 tipos de aminoácidos distintos tipo alfa -os aminoácidos poden ser alfa, beta, gamma, delta, segundo o grupo amino se una ao carbono 1, 2, 3 ou 4 respectivamente-, entre os que están: **Glicina, Alanina, Leucina, Isoleucina, Cisteína, Ácido glutámico, Treonina, Valina, Metionina**, etc. Algúns aminoácidos non poden sintetizarse pola especie humana, son os **aminoácidos esenciais**: Valina, Leucina, Isoleucina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptófano e Lisina.

Ademais dos 20 aminoácidos citados coñécense preto de 150 aminoácidos que non forman parte das proteínas, son os aminoácidos non proteicos.

Formación dun enlace peptídico

Debido ao seu carácter anfótero, o grupo carboxilo dun aminoácido pode reaccionar co grupo amino doutro. A reacción realízase con perda dunha molécula de auga e o enlace coñécese co nome de **enlace peptídico** (enlace covalente). O resultado da unión de dous ou máis aminoácidos é un **péptido** (dipéptido se son dous aminoácidos, tripéptidos tres, polipéptidos unión de moitos aminoácidos).



Propiedades. Comportamento químico dos aminoácidos. Clasificación.

O **grupo R** dos aminoácidos representa a cadea lateral e neste grupo reside a diferenza duns aminoácidos respecto a outros. O grupo R é moi importante porque certas propiedades das proteínas, como a súa solubilidade en auga, débense ou veñen determinadas polo tipo de grupo R que presenten.

Alguns aminoácidos presentan:

- a) **Grupos R non polares:** Alanina (A), Valina (V)...
- b) **Grupos R polar sen carga:** Glicina (G), Cisteína (C), Tirosina(T)...
- c) **Grupo R polar con carga:** Ácido aspártico (D), Ácido glutámico (E), Lisina, Histidina, Arxinina.

Os aminoácidos son compostos sólidos, cristalinos e con actividade óptica.

Carácter anfótero

O grupo carboxilo (-COOH) presta aos aminoácidos un carácter ácido, mentres que o grupo amino (-NH₂) dálles un carácter básico. Polo tanto, os aminoácidos poden comportarse como ácidos e como bases, e por ter esta propiedade denomínanse **anfóteros ou anfólitos**. Nun medio ácido compórtanse como bases e nun medio básico (abundante en OH⁻) tenden a neutralizar o seu carácter básico (captan OH⁻) e compórtanse como ácidos.

Estrutura

Os aminoácidos son **compostos con actividade óptica**.

Os aminoácidos presentan un carbono asimétrico (excepto a glicina ou glicocola, onde R = H). Teñen, polo tanto, dúas **configuracións, D e L**, por presentar un carbono asimétrico e teñen actividade óptica e desvían a luz polarizada á dereita ou á esquerda, podendo ser: **Dextróxiros ou + e Levóxiros ou -**.

• Clasificación dos aminoácidos

Os aminoácidos poden clasificarse en:

Alifáticos	Aromáticos	Heterocíclicos
Se o radical é unha cadea aberta e lineal de grupos $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-}$.	Se o radical é unha cadea pechada, normalmente relacionada co grupo benceno.	Se o radical é unha cadea pechada e con cadeas abertas.

Tamén podemos clasificalos en:

Ácidos: R= grupos carboxilo	Básicos: R= grupos amino	Neutros polares: R= grupos polares (pontes hidróxeno)	Neutros apolares: R= grupos hidrófobos (forzas v. der Waals)
---------------------------------------	------------------------------------	---	--

Clasificación dos aminoácidos, dependendo da natureza da cadea lateral -R

Grupo R Non polar	Grupo R polar sen carga	Grupo R polar con carga
ALANINA Ala= A VALINA Va= V LEUCINA Leu= L ISOLEUCINA Ile= I PROLINA Pro= P FENILALANINA Phe= F TRIPTÓFANO Trp= W METIONINA Met= M	GLICINA Gly= G SERINA Ser= S TREONINA Thr= T CISTEÍNA Cys= C TIROSINA Tyr= T ASPARAXINA Asn= N GLUTAMINA Gln= Q	ÁCIDO GLUTÁMICO Glu= E ÁCIDO ASPÁRTICO Asp= D HISTIDINA His= H ARXININA Arx= R LISINA Lys= K

3. PROTEÍNAS

Estrutura das proteínas

Cada proteína ten unha estrutura tridimensional específica e esta dálle unha actividade biolóxica concreta. Existen catro niveis distintos de complexidade crecente na estrutura das proteínas e cada un pode construírse a partir do anterior. A composición e forma dunha proteína vén definida pola **estrutura primaria, secundaria, terciaria e cuaternaria**. A semellanza entre a secuencia de aminoácidos é unha medida do grao de parentesco entre individuos.

Niveis de organización estrutural das proteínas

Estrutura 1ª	Estrutura 2ª	Estrutura 3ª	Estrutura 4ª
Disposición lineal dos aminoácidos. Refírese á secuencia de aminoácidos.	Refírese á configuración da molécula no plano: Conformacións *Hélice alfa *Lámina beta	Refírese á configuración no espazo. Conformación tridimensional: *Globular: combinacións de hélice alfa e lámina beta. *Fibrosa	Ensamblaxe de dúas ou máis cadeas peptídicas. Forman oligómeros. Dímeros Tetrámeros

Estrutura primaria

Cada proteína caracterízase por ter uns determinados aminoácidos, ordenados segundo unha secuencia (a primeira proteína que se secuenciou a mediados do século XX foi a insulina). A secuencia de aminoácidos determina a estrutura primaria. Calquera alteración na orde de aminoácidos determina outra proteína distinta. Con 20 aminoácidos podemos ter 400 dipéptidos distintos.

A proteína formada por Leucina-Valina-Isoleucina...é distinta da formada por Valina-Leucina-Isoleucina...

A estrutura primaria determina os pregamentos estruturais e utilízase para estudos evolutivos.

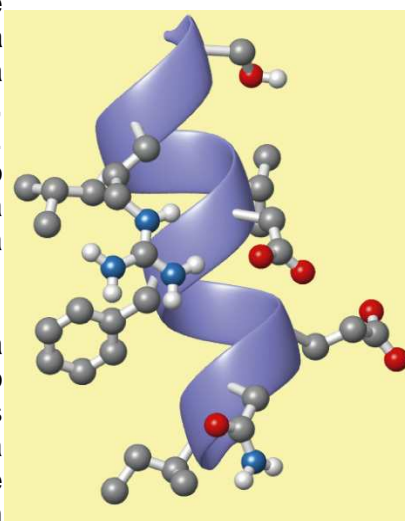
Estrutura secundaria

As cadeas polipéptidicas non son lineares, senón que se atopan enroladas sobre si mesmas ou pregadas. A estrutura secundaria fai referencia a estes enrolamentos e/ou pregamentos que pode presentar a cadea de aminoácidos. Toda inflexión regular ou case regular da cadea polipeptídica (provocada pola formación de enlaces hidróxeno entre N-H e C=O) denomínase estrutura secundaria. Atopamos tres tipos de pregamentos ou estruturas secundarias: Hélice-alfa, Beta laminar ou Lámina pregada e Hélice do coláxeno.

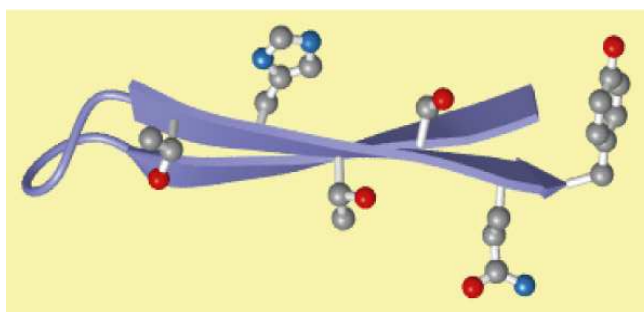
1. Hélice-alfa: é a configuración xeométrica que adquire a secuencia de aminoácidos. Foi descuberta nas moléculas de alfa queratina que forman os pelos, plumas, uñas, pel, etc. consiste nun enrolamento helicoidal da cadea polipéptidica (rizo ou escaleira de caracol).



Por cada volta de hélice-alfa atopamos 3,6 aminoácidos e o paso de volta é de 5,4 Å. Os enlaces que manteñen unida a estrutura son as pontes de hidróxeno que se establecen cada catro aminoácidos.



2. Beta - Laminar ou Lámina pregada: A cadea polipeptídica dispónse en zigzag como nunha folla pregada. A molécula presenta pontes de Hidróxeno que a fan flexible e resistente ao estiramento, como sucede na proteína da seda coñecida como fibroína.



3. Hélice do coláxeno. O coláxeno é a proteína máis abundante dos vertebrados (25% do total), está presente na pel, ósos, dentes, tecido conectivo, tendóns... A unión de tres hélices alongadas dá lugar a unha molécula de coláxeno.

Unha proteína pode ter unha única estrutura ou ben diferentes estruturas en tramos distintos.

Os límites entre o que se considera estrutura secundaria e terciaria non están definidos. O que importa é a forma funcional das proteínas, chamándose **conformación** á forma tridimensional característica dunha proteína.

- **Estrutura terciaria**

Fai referencia á disposición no espazo da cadea polipeptídica, e á conformación global das proteínas. Se a hélice alfa estivese en toda a cadea, a proteína sería filbrilar. Nas proteínas globulares (estrutura máis ou menos esférica) as cadeas polipeptídicas están pregadas sobre si mesmas, constituíndo o que se denomina estrutura terciaria. En certos puntos, ao retorcerse a molécula, a estrutura de hélice alfa non é posible. Neses puntos existen cambios de dirección, polo que se producen unha especie de “lazos”.

As conformacións que máis frecuentemente adoptan as proteínas son:

* **Conformación globular:** As cadeas polipeptídicas préganse e dan formas globosas; a este tipo de proteínas pertencen a maior parte das proteínas celulares e circulantes: albuminas, encimas, anticorpos, algunhas hormonas, hemoglobina...

* **Conformación filamentosa:** Cadeas de polipéptidos ordenadas ao longo dun eixe. O coláxeno é unha proteína fibrosa con tres cadeas polipeptídicas retorcidas para formar unha hélice complexa e resistente. Atópamola nos tendóns e ligamentos do corpo humano e na queratina da seda.

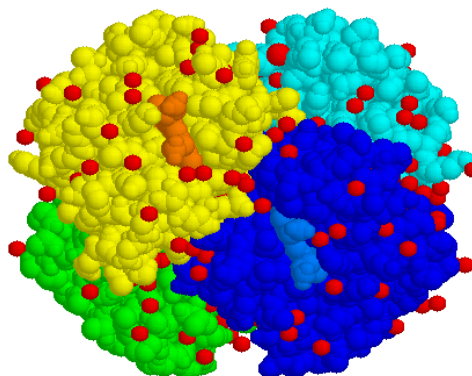
A estrutura terciaria (e mesmo a secundaria) estabilízanse grazas aos enlaces:

Pontes de hidróxeno	Pontes disulfuro ou enlace covalente disulfuro: -S-S-	Interaccións hidrofóbicas e forzas de van der Waals	Forzas electrostáticas
Establécense entre átomos veciños que pertencen aos grupos polares: -OH, -NH-, -CO-...	Establécense entre dúas rexións da cadea onde se atopan os grupos -SH (grupos tiol).	Cando interaccionan entre si os restos de aminoácidos apolares situados no interior da proteína.	Establécense entre grupos con cargas opostas: -NH ₃ ⁺ ----OOC ⁻ .

Os rizos do pelo débense a pontes disulfuro entre cisteínas (alfa-queratina). Determinados produtos químicos utilizados en peiteado (nos moldeados, por exemplo) rompen estas pontes e utilízanse outros que favorecen a aparición de novos enlaces disulfuro.

- **Estrutura cuaternaria**

Algunhas proteínas, ademais da estrutura primaria, secundaria e terciaria, presentan a estrutura cuaternaria. Varias cadeas polipeptídicas unidas orixinan a estrutura cuaternaria. A agregación de subunidades- monómeros- forma un oligómero. Moitas proteínas son funcionais cando se alcanza a estrutura terciaria, pero algunhas só chegan a ser funcionais cando presentan a estrutura cuaternaria, como é o caso da hemoglobina do sangue, formada por catro cadeas polipeptídicas- tetrámero-, etc.



Propiedades das proteínas.

As proteínas son substancias de peso molecular moi elevado, chegando a ser comparativamente como outras moléculas de tamaño xigantesco. **As propiedades físicas e químicas das proteínas dependen sobre todo dos radicais R libres** e de que estes poidan interrelacionarse co seu medio.

Solubilidad.

As proteínas, cando adoptan a conformación **globular**, son solubles en medios acuosos; as proteínas **fibrosas** son insolubles en auga. Algunhas proteínas son solubles en auga destilada ou en solucións salinas, ao disolverse dan lugar a dispersións coloidais. Se a concentración de sales nun medio acuoso é moi elevada, redúcese a solubilidad das proteínas e precipitan.

Desnaturalización.

É a perda da estrutura das proteínas. A estrutura primaria mantida con enlaces peptídicos (covalentes) é moi estable, mentres que as estruturas secundaria e terciaria son máis fáciles de destruír (ao presentar enlaces non covalentes: pontes de H, forzas de van der Waals...).

As proteínas, por acción dos ácidos, das bases, das altas temperaturas, das solucións salinas concentradas, da electricidade, da axitación, da



radiación ultravioleta, dos deterxentes... perden a súa estrutura terciaria e precipitan. Esta precipitación é irreversible e coñécese co nome de **Desnaturalización**. *A desnaturalización leva consigo a perda das propiedades biolóxicas e a proteína deixa de ser funcional.*

O pelo, co lavado, sofre unha desnaturalización temporal e unha renaturalización. Estírase cando está húmido e volve á súa posición inicial ao secar. Un ovo ao fritilo ou cocelo sofre unha desnaturalización, pero neste caso é irreversible. Tamén é unha desnaturalización proteica a formación de maionesa.

Especificidade.

Cada proteína realiza unha función característica. Mentres os glúcidos e lípidos que aparecen nos seres vivos son case os mesmos, as proteínas son específicas para cada especie e cada individuo presenta unhas proteínas que son “**únicas**” ou exclusivas, o que orixina unha gran diversidade. A especificidade baséase no pregamento particular de cada proteína, que depende fundamentalmente da secuencia de aminoácidos. **Cada cambio que se dea na secuencia orixina modificacións na estrutura secundaria, terciaria e cuaternaria e dá orixe a novas proteínas.**

Clasificación das proteínas

Non hai un criterio científico que permita clasificar as proteínas. Atendendo á asociación con outras substancias, a natureza e a composición, distínguense dous tipos:

1. Proteínas estritas –simples- ou **Holoproteínas**, compostas unicamente por aminoácidos e
2. Proteínas asociadas a outras substancias non proteicas –conxugadas- ou **Heteroproteínas**, compostas polo tanto por aminoácidos e outras substancias.

CLASIFICACIÓN DAS PROTEÍNAS		
Holoproteínas (proteínas estritas)		Heteroproteínas
Esferoproteínas	Escleroproteínas	(proteidos)
<ul style="list-style-type: none"> • Albuminas • Globulinas • Protaminas • Histonas 	<ul style="list-style-type: none"> • Coláxenos • Queratinas • Elastinas • Fibroínas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cromoproteínas • Glicoproteínas • Lipoproteínas • Fosfoproteínas • Nucleoproteínas

Holoproteínas ou proteínas estritas

Compostas unicamente por aminoácidos.

Albuminas: Son proteínas globulares de forma esférica e solubles en disolucións acuosas, mesmo en auga destilada. Abundan no sangue, ovos e leite, reciben o nome de seroalbuminas, ovoalbuminas e lactoalbumina respectivamente. Normalmente son albuminas de reserva e transportadoras.

Globulinas: Son insolubles en auga destilada, solubles en disolucións salinas. Van asociadas a albuminas, teñen forma esférica ou ovoidea (de aí o seu nome). Entre elas temos a Ovoglobulina, Lactoglobulina, Seroglobulina. As gamma globulinas do sangue interveñen na formación de anticorpos e defenden o corpo de microorganismos.

Protaminas e Histonas: Considéranse proteínas inferiores porque o seu peso molecular é baixo, presentan carácter básico. Están no núcleo das células combinadas cos ácidos nucleicos formando as nucleoproteínas.

Coláxeno: Son proteínas fibrosas ou escleroproteínas, insolubles en auga. O coláxeno é unha proteína que forma o tecido de sostén dos animais. Abundante no tecido conxuntivo, cartilaxinoso e óseo. Esta proteína realiza función estrutural de protección e soporte e por cocción transfórmase en xelatina.

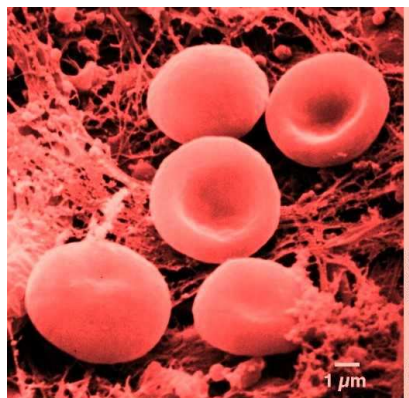
Queratinas: Escleroproteína que forma a parte da capa córnea da epiderme, así como de uñas, cornos, pelos, plumas, pezuños, etc.

Heteroproteínas ou Proteidos

Proteínas constituídas por un grupo proteico (proteína de carácter básico) e un grupo prostético (composto non proteico de carácter ácido). Atendendo ao grupo prostético poden ser:

Hemoglobina: Proteína globular con estrutura cuaternaria, é un tetrámero por constar de catro cadeas polipeptídicas asociadas (dúas cadeas alfa e dúas beta) unidas por interaccións débiles.

A hemoglobina é un cromoproteína cun catión de ferro ao que debe a súa cor vermella. Está localizada unicamente nos glóbulos vermellos que circulan polo sangue. Transporta osíxeno dende os pulmóns aos tecidos nunha reacción reversible (hemoglobina + osíxeno = oxihemoglobina) o que permite que a mesma molécula realice esta función numerosas veces. Presenta unha gran avidez polo monóxido de carbono ($\text{CO} + \text{osíxeno} = \text{carboxihemoglobina}$) e forma compostos estables con el, inutilizando a molécula para o transporte de osíxeno (por este motivo este gas pode chegar a ser mortal).



A enfermidade coñecida como **anemia ferropénica** orixínase por falta de ferro, pero a **anemia falciforme** é por cambio dun aminoácido (Ácido glutámico substituído por valina) nunha cadea beta da hemoglobina.

Glicoproteínas: O grupo prostético está formado por un glícido (glicosa, galactosa...) e ácido sulfúrico. Pertencen a este grupo algunhas hormonas (hormonas estimulantes do folículo, hormona estimulante da tiroide) e secrecións mucosas como as mucinas, que forman parte da saliva, das flegmas da gorxa e do nariz, etc. Teñen propiedades filantes (facen fíos) e reteñen auga con gran tenacidade.

Fosfoproteidos: O grupo protético desta molécula é o ácido ortofosfórico. A caseína do leite é unha proteína deste grupo.

Lipoproteínas: Conteñen ácidos graxos, colesterol, fosfolípidos. Atópanse nas membranas celulares.

Nucleoproteínas: As proteínas están asociadas a ácidos nucleicos, como exemplo están as Histonas.

4. IMPORTANCIA BIOLÓXICA DAS PROTEÍNAS

A función das proteínas é moi variada:

1. Función **Estrutural**. As proteínas forman parte da estrutura de orgánulos, células, tecidos... dos seres vivos. Temos proteínas nas membranas celulares (**glicoproteínas**), proteínas que constitúen os cilios, flaxelos, formacións epidérmicas como pelos, uñas (**alfa-queratinas**), fibras de seda (**beta-queratinas**), na cartilaxe, tendóns... (**coláxeno**), proteínas no citoesqueleto celular...
2. Función **Hormonal** (reguladora). Moitas hormonas como a **insulina** (segregada polo páncreas), **tiroxina** (da tiroide), **hormona do crecemento** (hipófise)... son proteínas.
3. Función de **Transporte**. A **hemoglobina** é unha proteína que transporta osíxeno no sistema circulatorio sanguíneo dos vertebrados, a **hemocianina** faíno nos invertebrados, a **mioglobina** no músculo estriado. As **permeasas** son proteínas que regulan o pasos de moléculas a través da membrana celular. As **lipoproteínas** transportan lípidos no plasma, as **seroalbuminas** únense a ácidos graxos.
4. Función **Catalítica ou Encimática**. As proteínas son reguladoras de reaccións vitais, as encimas son proteínas e son biocatalizadores das reaccións químicas que teñen lugar nos seres vivos. Coñécense preto de 2000 (**ptialina, sacarasa, maltasa, lipasas, proteasas...**)
5. Función **Inmunolóxica ou Defensiva**. Algunhas proteínas defenden os organismos contra as infeccións, como sucede coas **gamma globulinas**, que constitúen os anticorpos que se asocian aos antíxenos aglutinándoos e precipitándoos. Outras, como **trombina e fibrinóxeno**, interveñen na coagulación do sangue nas feridas.
6. Función **Contráctil**: As fibras musculares deben a contracción ás proteínas **actina e miosina**.
7. Función de **Protección**: Proteínas como as **queratinas**, presentes nas uñas e pezuños, ademais de estruturais son de protección. As **histonas** tamén rodean e protexen os ácidos nucleicos.
8. Función de **Reserva**: Aínda que as proteínas non son carburantes metabólicos típicos, algunhas presentan función de reserva. Son proteínas con función de reserva as proteínas da clara de ovo de aves **_ovoalbuminas_** e **caseína** do leite.
9. Función **Homeostática**. As proteínas intracelulares e do medio interno interveñen no equilibrio osmótico e manteñen o pH constante.