TEMA 4: LAS PROTEÍNAS Y LA ACCIÓN ENZIMÁTICA

1. INTRODUCCIÓN. CARACTERÍSTICAS GENERALES
2. AMINOÁCIDOS
   a. CLASIFICACIÓN
   b. PROPIEDADES
3. LOS PÉPTIDOS Y EL ENLACE PEPTÍDICO
4. ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS
   a. PRIMARIA
   b. SECUNDARIA
   c. TERCIARIA
   d. CUATERNARIA
5. PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS
6. FUNCIONES DE LAS PROTEÍNAS
7. CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS
8. ENZIMAS
9. LA ACCIÓN ENZIMÁTICA
10. CINÉTICA ENZIMÁTICA
11. LAS VITAMINAS

1.- INTRODUCCIÓN. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Las proteínas constituyen el grupo de biomoléculas orgánicas más abundante. Suponen el 50% del peso seco de la materia viva. Su nombre proviene del griego *"proteios"* que significa primero.
Las proteínas son macromoléculas orgánicas de elevado peso molecular, constituidas básicamente por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N); aunque pueden contener también azufre (S) y fósforo (P) y, en menor proporción, hierro (Fe), cobre (Cu), magnesio (Mg), yodo (I), etc...

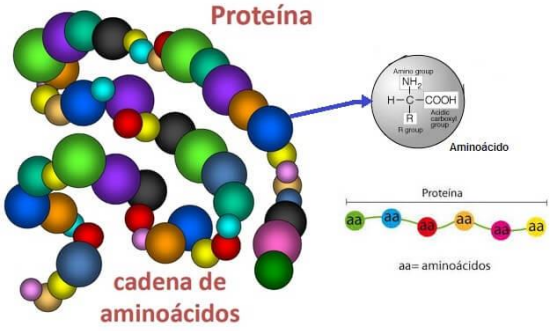
Estos elementos químicos se agrupan para formar unidades estructurales (monómeros) llamados AMINOÁCIDOS, a los cuales podríamos considerar como los "ladrillos de los edificios moleculares proteicos".

Las proteínas son ESPECIFICAS , cada especie tiene sus proteínas que marcan su identidad biológica.

Son polímeros denominados **POLIPÉPTIDOS** .

Tienen una gran variedad de funciones biológicas : **estructurales (** colágeno **) , funcionales, movimiento (** actina y miosina**), hormonal , digestiva , transporte y como catalizadores biológicos.**

NO SE UTILIZAN PARA OBTENER ENERGÍA.



2.- LOS AMINOÁCIDOS

Son las unidades básicas que forman las proteínas. Su denominación responde a la composición química general que presentan, en la que un **grupo amino** ($-NH_2$) y otro **carboxilo** o ácido (-COOH) se unen a un carbono α(-C-). Las otras dos valencias de ese carbono quedan saturadas con un átomo de hidrógeno (-H) y con un grupo químico variable al que se denomina radical (-R).

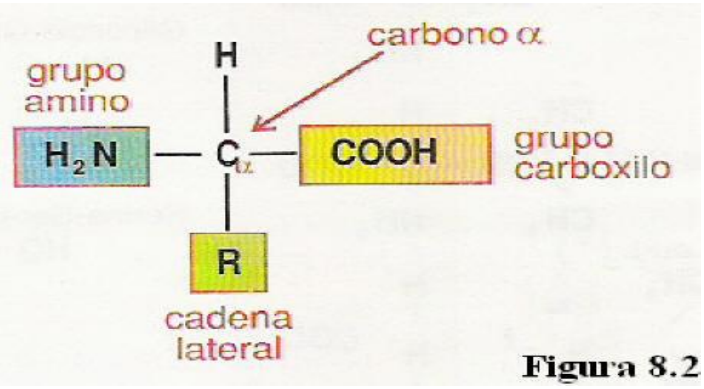


Figura 8.2

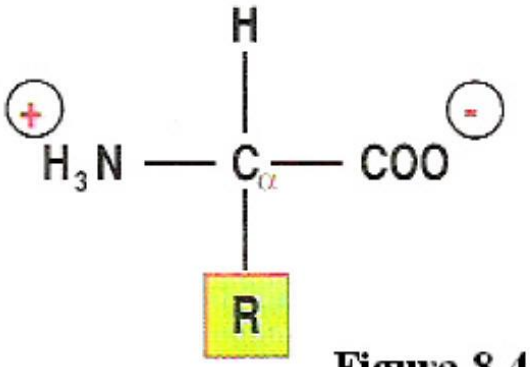


Figura 8.4

CLASIFICACIÓN

Los radicales confieren al aminoácido unas características propias. Por ello, estos radicales se utilizan como criterio de clasificación de los aminoácidos.

Formando parte de las proteínas existen 20 aminoácidos. Existen otros muchos tipos de aminoácidos, pero no se asocian formando macromoléculas.

a) Aminoácidos **con grupo R no polar (neutros apolares):** A pH=7 su carga neta es 0. R hidrófoba (baja solubilidad). Son alanina*, valina*, leucina*, isoleucina*, fenilalanina*, triptófano*, metionina y prolina.

b) Aminoácidos **con grupo R polar sin carga (neutros polares)**: A pH=7 su carga neta es 0. R hidrófila (alta solubilidad). Son serina, treonina*, cisteína, tirosina, asparagina, glutamina y glicina.

c) Aminoácidos **con grupo R con carga positiva (básicos).hidrófilo** : A pH=7 su carga neta es +. R lleva un grupo amino ionizado. Son lisina*, arginina e histidina.

d) Aminoácidos **con grupo R con carga negativa (ácidos)**. **Hidrófilo** .A pH =7 su carga neta es -. R lleva un grupo carboxilo ionizado. Son glutámico y aspártico.

Los aa señalados con un (*) son esenciales para la especie humana y, por tanto, deben ser suministrados con la dieta.

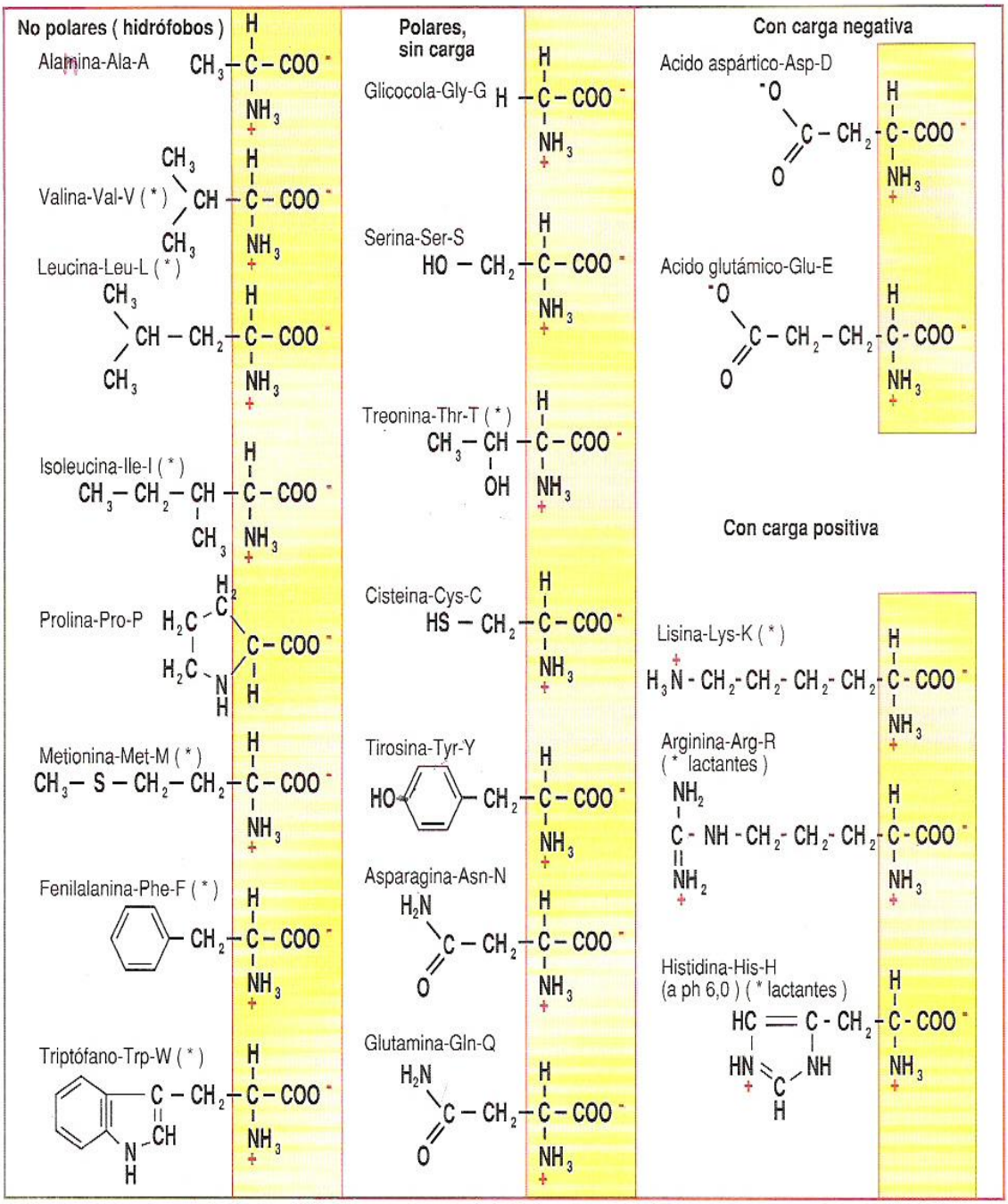


Tabla 8.1

PROPIEDADES

Los aminoácidos son compuestos de bajo PM, sólidos, incoloros, cristalizables, de elevado punto de fusión (habitualmente por encima de los 200 ºC) y solubles en agua. Además presentan estereoisomería, actividad óptica y comportamiento anfótero.

1. COMPORTAMIENTO ANFÓTERO: Los aminoácidos presentan cargas. Los aminoácidos pueden captar o ceder protones al medio, dependiendo del pH de la disolución en la que se encuentren. Si la disolución es ácida, los aminoácidos captan protones y se comportan como una base. Si la disolución es básica, ceden protones y se comportan como un ácido. Por tener este

comportamiento, se dice que los aminoácidos son **anfóteros**. (pueden actuar como sistema tampón)

2. ACTIVIDAD ÓPTICA: La actividad óptica se manifiesta por la capacidad de desviar el plano de luz polarizada que atraviesa una disolución de aminoácidos, y es debida a la asimetría del carbono α, ya que se halla unido (excepto en la glicina) a cuatro radicales diferentes. Esta propiedad hace clasificar a los aminoácidos en Dextrógiros (+) si desvían el plano de luz polarizada hacia la derecha, y Levógiros (-) si lo desvían hacia la izquierda. La actividad óptica es independiente de que el aa sea D o L.

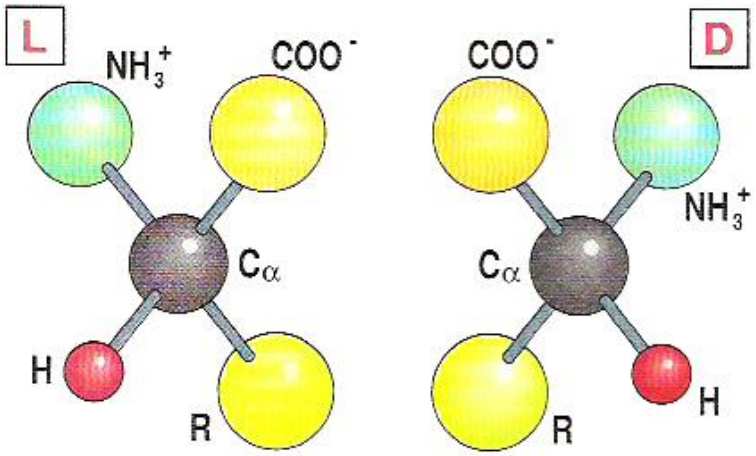


Figura 8.3

3. ESTEREOISOMERÍA: Todos los aa, excepto la glicina, tienen un carbono asimétrico (C α). Son posibles 2 estereoisómeros: D y L. Por convenio se denominan D los que presentan el grupo amino a la derecha y L los que lo presentan a la izquierda. Estos estereoisómeros son enantiómeros (imágenes especulares). La configuración natural de los aa es la L. (**racemización**)

El **punto isoeléctrico** es el valor de pH al que el aminoácido presenta una carga neta igual al cero. Es una propiedad específica de cada aa. (electroforesis separa aminoácidos por su carga)

El comportamiento anfótero de los aa los capacita para actuar como **amortiguadores del pH o sistemas tampón.**

3.- LOS PÉPTIDOS Y EL ENLACE PEPTÍDICO

Los péptidos son cadenas lineales de aminoácidos unidos por enlaces peptídicos.

a) Oligopéptidos.- si el nº de aminoácidos es menor 10.

- Dipéptidos.- si el nº de aminoácidos es 2.
- Tripéptidos.- si el nº de aminoácidos es 3.
- Tetrapéptidos.- si el nº de aminoácidos es 4.
- etc...

b) Polipéptidos o cadenas polipeptídicas.- si el nº de aminoácidos es mayor 10.

Cada péptido se suele escribir, convencionalmente, de izquierda a derecha, empezando por el extremo N-terminal que posee un grupo amino libre y finalizando por el extremo C-terminal en el que se encuentra un grupo carboxilo libre.

PÉPTIDOS DE IMPORTANCIA BIOLÓGICA

Entre ellos cabe citar algunas hormonas como la ***oxitocina*** (nueve residuos aminoácidos), que estimula las contracciones del útero durante el parto, o la ***bradiquinina*** (nueve residuos), que inhibe la inflamación de los tejidos. También son dignas de mención las ***encefalinas***, péptidos cortos sintetizados en el sistema nervioso central que actúan sobre el cerebro produciendo analgesia (eliminación del dolor). Los **venenos** extremadamente tóxicos producidos por algunas setas como *Amanita phaloides* también son péptidos, al igual que muchos **antibióticos**, vasopresinas (oligopétidos)

*El término **proteína** se asigna a polipéptidos de elevado PM que suelen estar formados por más de una cadena polipeptídica. Más de cien aminoácidos se considera una proteína. Incluso, si el número de aminoácidos es menor que cien, pero el peso molecular es mayor que 5.000 Daltons, la molécula sería una proteína.*

El **enlace peptídico** es un enlace covalente y se establece entre el grupo carboxilo (-COOH) de un aminoácido y el grupo amino ($-NH_2$) del aminoácido contiguo inmediato, con el consiguiente desprendimiento de una molécula de agua.

CARACTERÍSTICAS DEL ENLACE PEPTÍDICO

1. Enlace covalente tipo amida.
2. Presenta **resonancia** (carácter parcial de doble enlace), lo que le proporciona rigidez ya que no permite giros.

Una pareja de electrones se desplaza continuamente desde el grupo carbonilo (C=O) al enlace y viceversa.

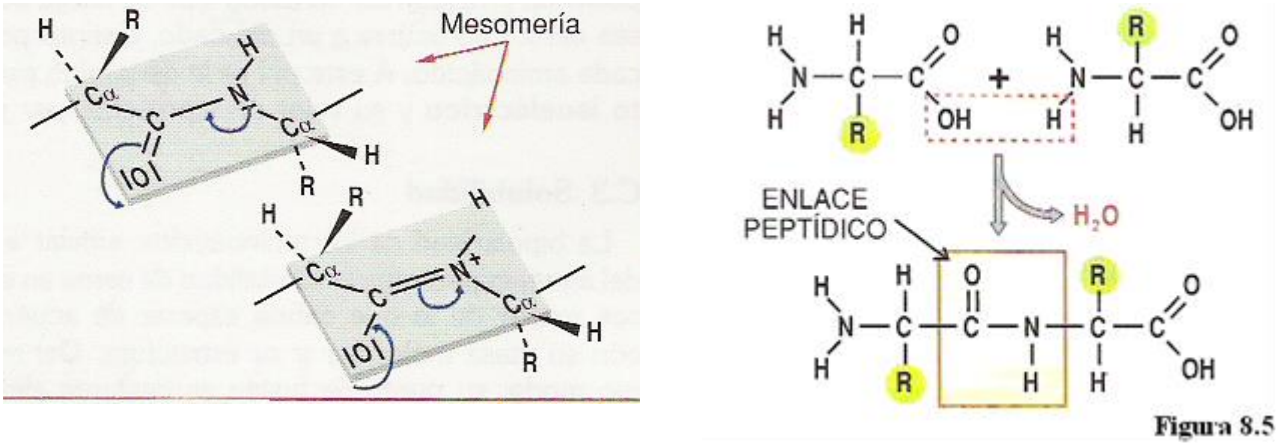


Figura 8.5

3. Los enlaces del C ∝ sí se pueden girar.
4. El O del grupo carbonilo y el H del grupo amino se sitúan en lados opuestos del enlace (**configuración trans**)

4.- ESTRUCTURA DE LAS PROTEÍNAS

La estructura tridimensional de una proteína es un factor determinante en su actividad biológica. La cadena sufre **plegamientos** que la capacitan para realizar su función biológica. Tiene un carácter jerarquizado, es decir, implica **unos niveles de complejidad** creciente que dan lugar a 4 tipos de estructuras: primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria.

Cada uno de estos niveles se construye a partir del anterior.

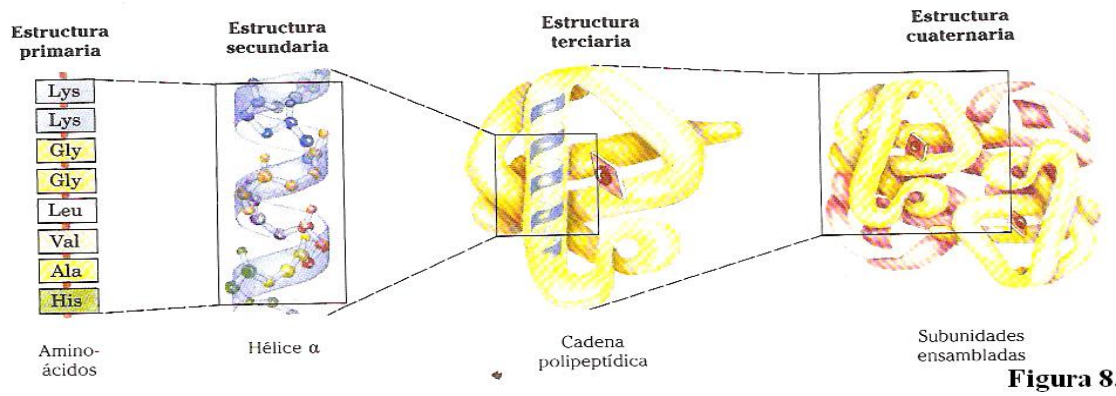


Figura 8.6

La **ESTRUCTURA PRIMARIA** está representada por la sucesión lineal de aminoácidos que forman la cadena peptídica y por lo tanto indica qué aminoácidos componen la cadena y el orden en que se encuentran. El ordenamiento de los aminoácidos en cada cadena peptídica, no es arbitrario sino que obedece a un plan predeterminado en el ADN.

Esta estructura define la especificidad de cada proteína.

Si analizamos en detalle la estructura primaria de una proteína observaremos, dado que el enlace peptídico implica a los grupos amino y carboxilo de cada aminoácido, y que éstos están unidos a su vez al mismo átomo de carbono (C_α), el esqueleto de la cadena polipeptídica es una sucesión monótona de estos tres tipos de enlace:

C_α ------- $C_{carboxílico}$

C_{carbox} --- N_{amino}(enlace peptídico)

N_{amino} ---- C_α

También observamos que las cadenas laterales o grupos R, que no están implicadas en el enlace peptídico, surgen lateralmente a uno y otro lado de este esqueleto monótono.

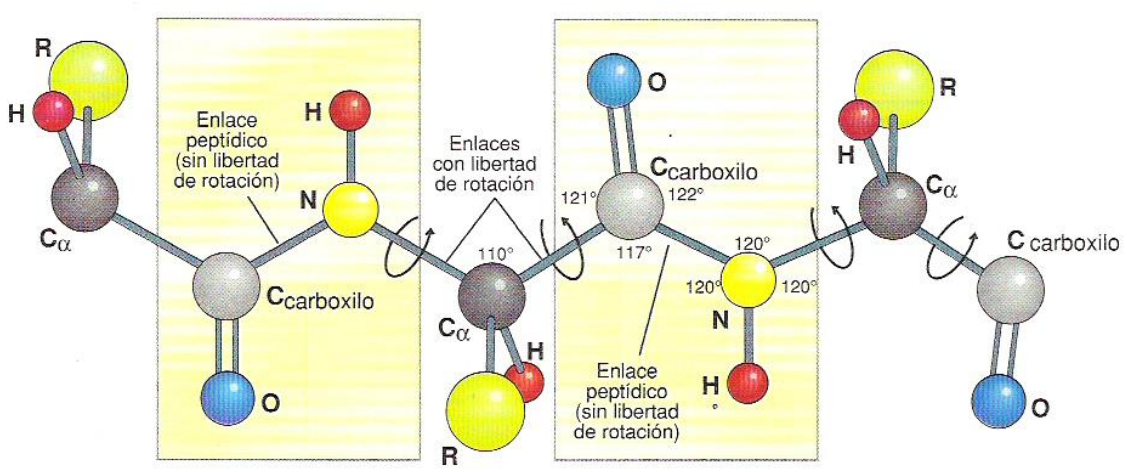


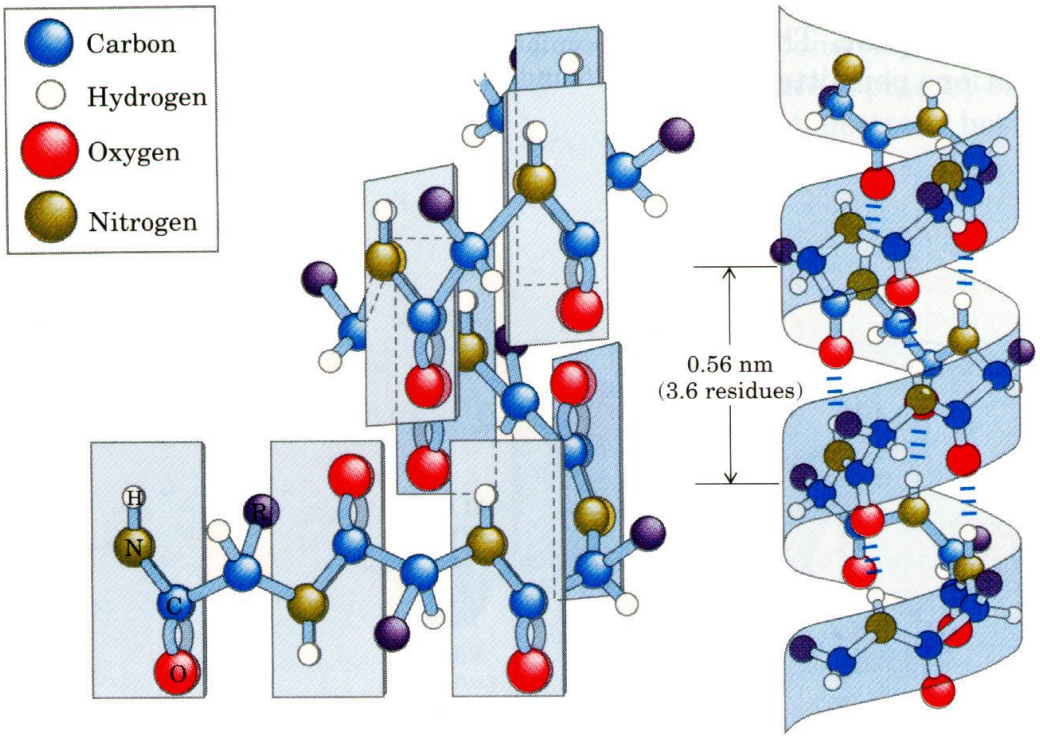
Figura 8.7

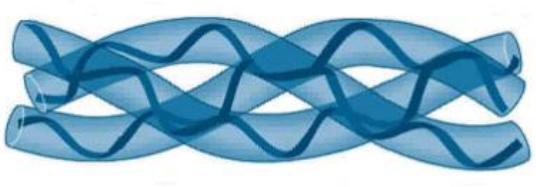
La **ESTRUCTURA SECUNDARIA** está representada por la disposición espacial que adopta la cadena peptídica (estructura primaria) a medida que se sintetiza en los ribosomas. Es debida a los giros y plegamientos que sufre como consecuencia de la capacidad de rotación del C α y de la formación de enlaces débiles (puentes de hidrógeno imtracatenarios).

Las formas que pueden adoptar son:

a) **α- hélice** Es una estructura helicoidal dextrógira, es decir, que las vueltas de la hélice giran hacia la derecha. Adquieren esta estructura proteínas que poseen elevado número de **aminoácidos con radicales grandes o hidrófilos**, ya que las cargas interactúan con las moléculas de agua que la rodean. Cada vuelta sucesiva de la hélice α se mantiene unida a las vueltas adyacentes mediante varios puentes de hidrógeno *intracatenarios* que, actuando cooperativamente, proporcionan a la estructura una considerable estabilidad.

b) **lámina- β** También se denomina hoja plegada o lámina plegada. Es una estructura en forma de **zig-zag**, forzada por la rigidez del enlace peptídico y la **apolaridad de los radicales** de los aminoácidos que componen la molécula. Se estabiliza creando **puentes de Hidrógeno (intercatenarios)** entre distintas zonas de la misma molécula, doblando su estructura. De este modo adquiere esa forma plegada.





c)TRIPLE Hélice de colágeno



Es una estructura helicoidal, formada por **tres hélices más abiertas y rígidas** que en la estructura de alfa-hélice. Esto es debido a la existencia de gran número de aminoácidos Prolina e Hidroxiprolina. Estos aminoácidos tienen una estructura ciclada, en forma de anillo, formando una estructura, también rígida, en el carbono asimétrico, lo que le imposibilita girar.

La **ESTRUCTURA TERCIARIA** (una cadena) está representada por los superplegamientos y enrollamientos de la estructura secundaria, constituyendo formas tridimensionales geométricas muy complicadas que se mantienen por enlaces fuertes (puentes disulfuro entre dos cisteínas) y otros débiles (puentes de hidrógeno; fuerzas de Van der Waals; interacciones iónicas e interacciones hidrofóbicas).

La estructura terciaria es la forma que manifiesta en el espacio una proteína. Depende de la estructura de los niveles de organización inferiores. Puede ser una conformación redondeada y compacta, adquiriendo un aspecto globular. También puede ser una estructura fibrosa y alargada. La conformación espacial de la proteína condiciona su función biológica.

A la estructura terciaria se la denomina **conformación** y se distinguen dos tipos:

- **Conformación globular**: La estructura secundaria se pliega y adopta una forma tridimensional compacta más o menos esférica. Proteínas solubles en agua (Mioglobina, muchos enzimas).
- **Conformación fibrosa**: La estructura secundaria no se pliega y la proteína tiene una forma alargada. Proteínas insolubles idóneas para realizar funciones estructurales. Entre ellas, las más conocidas son el colágeno de los huesos y del tejido conjuntivo; la queratina del pelo, plumas, uñas, cuernos, etc...; la fibroína del hilo de seda y de las telarañas y la elastina del tejido conjuntivo, que forma una red deformable por la tensión.

La **ESTRUCTURA CUATERNARIA** está representada por el acoplamiento de varias cadenas polipeptídicas, iguales o diferentes, con estructuras terciarias (**protómeros**) que quedan autoensambladas por enlaces débiles, no covalentes. Esta estructura no la poseen todas las proteínas. Un ejemplo es la hemoglobina, formada por cuatro protómeros

Como conclusión podemos afirmar que ***la secuencia de aminoácidos (estructura primaria) contiene la información necesaria y suficiente para determinar la conformación tridimensional de una proteína a sus diferentes niveles de complejidad (estructuras secundaria, terciaria y cuaternaria)***

5.- PROPIEDADES DE LAS PROTEÍNAS

Las propiedades que manifiestan las proteínas dependen de los grupos radicales de los aminoácidos que las componen.

- **Solubilidad**: los radicales de los aminoácidos permiten a las proteínas interaccionar con el agua. Si abundan radicales **hidrófobos**, la proteína será poco o nada soluble en agua. Si predominan los radicales **hidrófilos**, la proteína será soluble en agua. Las proteínas son solubles en agua cuando adoptan una conformación globular. La solubilidad es debida a los radicales (-R) libres de los aminoácidos que, al ionizarse, establecen enlaces débiles (puentes de hidrógeno) con las moléculas de agua.
- **Especificidad**: Es una de las propiedades más características y se refiere a que cada una de las especies de seres vivos es capaz de fabricar sus propias proteínas (diferentes de las de otras especies) y, aún, dentro de una misma especie hay diferencias proteicas entre los distintos individuos. Esto no ocurre con los glúcidos y lípidos, que son comunes a todos los seres vivos. La especificidad de las proteínas explica algunos fenómenos biológicos como la compatibilidad o no de transplantes de órganos; injertos biológicos; sueros sanguíneos; etc... o los procesos alérgicos e incluso algunas infecciones.
- **Capacidad amortiguadora**: Las proteínas tienen un comportamiento anfótero y esto las hace capaces de neutralizar las variaciones de pH del medio, ya que pueden comportarse como un ácido o una base y por tanto liberar o retirar protones (H^+) del medio donde se encuentran
- **Desnaturalización**: La desnaturalización de una proteína se refiere a la ruptura de los enlaces que mantenían sus estructuras cuaternaria, terciaria y secundaria, conservándose solamente la primaria. En estos casos las proteínas se transforman en filamentos lineales y delgados que se entrelazan hasta formar compuestos fibrosos e insolubles en agua. Los agentes que pueden desnaturalizar a una proteína pueden ser: calor excesivo; sustancias que modifican el pH; alteraciones en la concentración; alta salinidad; agitación molecular; etc... El efecto más visible de éste fenómeno es que las proteínas se hacen menos solubles o insolubles y que pierden su actividad biológica. Si el cambio de estructura es **reversible**, el proceso se llama **renaturalización**.

6.- FUNCIONES DE LAS PROTEÍNAS

FUNCIÓN	EJEMPLOS
ESTRUCTURAL	**Glucoproteínas** forman parte de las membranas celulares, actúan como receptores o facilitan el transporte de sustancias. **Histonas**, forman parte de los cromosomas. **Colágeno** del tejido conjuntivo fibroso. **Elastina** del tejido conjuntivo elástico. **Queratina** de uñas y pelo. **Fibroína** de las telarañas o los capullos de seda.

TEMA 3: LAS PROTEÍNAS
Biología 2º BACHILLERATO

ENZIMÁTICA	Las proteínas con función enzimática son las más numerosas y especializadas. Actúan como biocatalizadores de las reacciones químicas del metabolismo celular.
HORMONAL	**Insulina y glucagón** (que regulan los niveles de glucosa en sangre) Hormonas segregadas por la hipófisis como la del **crecimiento** o la **adrenocorticotrópica** (que regula la síntesis de corticosteroides) o la **calcitonina** (que regula el metabolismo del calcio).
REGULADORA	Algunas proteínas regulan la expresión de ciertos genes y otras regulan la división celular (como la **ciclina**).
HOMEOSTÁTICA	Algunas mantienen el equilibrio osmótico y actúan junto con otros sistemas amortiguadores para mantener constante el pH del medio interno.
DEFENSIVA	Las **inmunoglogulinas** actúan como anticuerpos frente a posibles antígenos. La **trombina** y el **fibrinógeno** contribuyen a la formación de coágulos sanguíneos para evitar hemorragias. Las **mucinas** tienen efecto germicida y protegen a las mucosas. Algunas **toxinas bacterianas**, como la del botulismo, o **venenos de serpientes**.
TRANSPORTE	La **hemoglobina** transporta oxígeno en la sangre de los vertebrados. La **hemocianina** transporta oxígeno en la sangre de los invertebrados. La **mioglobina** transporta oxígeno en los músculos. Las **lipoproteínas** transportan lípidos por la sangre. Los **citocromos** transportan electrones.
CONTRÁCTIL	La **actina** y la **miosina** constituyen las miofibrillas responsables de la contracción muscular. La **dineina** está relacionada con el movimiento de cilios y flagelos.
DE RESERVA	La **ovoalbúmina** de la clara de huevo, la **gliadina** del grano de trigo y la **hordeina** de la cebada, constituyen la reserva de aminoácidos para el desarrollo del embrión. La **caseína** de la leche.

7.- CLASIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS

<table>
<tr><td colspan="2">Holoproteínas</td><td>Heteroproteínas</td></tr>
<tr><td>Esferoproteínas</td><td>Escleroproteínas</td><td rowspan="2">Cromoproteínas
Glucoproteínas
Lipoproteínas
Fosfoproteínas
Nucleoproteínas</td></tr>
<tr><td>Protaminas
Histonas
Albúminas
Globulinas</td><td>Colágenos
Elastinas
Queratinas
Fibroínas</td></tr>
</table>

Las **holoproteínas** están constituidas exclusivamente por aa, mientras que las **heteroproteínas** presentan una parte proteica unida covalentemente a otra de naturaleza distinta y que recibe el nombre de *grupo prostético*.

Las **esferoproteínas** tienen estructura globular (solubles) y las **escleroproteínas** son fibrosas (insolubles).

La **actina** es una proteína globular que se ensambla formando filamentos.

<table>
<tr><td colspan="4">HETEROPROTEÍNAS</td></tr>
<tr><td>NOMBRE</td><td>GRUPO PROSTÉTICO</td><td colspan="2">EJEMPLOS</td></tr>
<tr><td rowspan="2">CROMOPROTEÍNAS</td><td rowspan="2">Molécula coloreada</td><td>Porfirínicas</td><td>Hemoglobina
Mioglobina
Citocromos</td></tr>
<tr><td>No porfirínicas</td><td>Hemocianina</td></tr>
<tr><td>GLUCOPROTEÍNAS</td><td>glúcido</td><td colspan="2">Fibrinógeno
Inmunoglobulinas
Gonadotropas
Mucoproteínas</td></tr>
</table>

LIPOPROTEÍNAS	lípido	Proteínas de membrana Quilomicrones VLDL LDL HDL
FOSFOPROTEÍNAS	Ácido fosfórico	Caseína Vitelina
NUCLEOPROTEÍNAS	Ácido nucleico	Asociación de los ácidos nucleicos con histonas y protaminas

8.- ENZIMAS

Los enzimas son moléculas de elevado PM y naturaleza proteica con actividad catalítica (biocatalizadores). La **catálisis** se define como la aceleración de una reacción química por efecto de una sustancia o catalizador.

En una reacción enzimática, las moléculas que reaccionan reciben el nombre de **sustratos**, y las sustancias formadas se denominan **productos**.

Los enzimas poseen las mismas propiedades que las proteínas (solubilidad, capacidad amortiguadora, desnaturalización y especificidad) y además las siguientes:

- **Gran actividad catalítica**: Aceleran la reacción entre 10^6 y 10^{14} veces.
- **Especificidad de sustrato**: Actúan sobre uno o pocos sustratos catalizando un tipo de transformación concreto.
- Actúan en condiciones de **pH y temperaturas suaves**.
- **Pueden regularse** por estímulos intra o extracelulares.

Según su naturaleza se clasifican en dos grupos: **Holoproteínas** (constituidos exclusivamente por aa) y **holoenzimas** (presentan una parte no proteica).

TEMA 3: LAS PROTEÍNAS
Biología 2º BACHILLERATO

HOLOENZIMAS

Presentan una parte proteica o **apoenzima** y una no proteica o **cofactor**.

El cofactor puede ser un **ión metálico** o un **coenzima** (molécula orgánica compleja: NAD+, FAD+, CoA).

Si el cofactor se une permanentemente al apoenzima se denomina grupo prostético (heteroproteínas).

El apoenzima es responsable de la especificidad de sustrato y el cofactor es necesario para que se produzca la reacción. Por separado son inactivos.

9.- LA ACCIÓN ENZIMÁTICA

- **Energía de activación**: Para que se produzca una reacción química es necesario alcanzar un nivel mínimo de energía que se denomina energía de activación. Los enzimas actúan bajando este nivel formando una asociación pasajera con los sustratos de la reacción. De esta forma consiguen que la reacción suceda más rápidamente.

- **Centro activo**: En las reacciones enzimáticas el enzima (E) se une al sustrato (S) para formar el complejo (ES). Tras la reacción se obtienen los productos (P) y el enzima queda libre (E). La unión tiene lugar en una pequeña parte del enzima que se denomina centro activo.

El centro activo tiene forma de hueco y se adapta perfectamente a la forma del sustrato. Se localizan dos tipos de aa: **de unión** (con grupos hidrófobos o cargas que permiten la unión del sustrato) y **catalíticos** (responsables de la transformación).

En los holoenzimas el cofactor se encuentra en el centro activo.



- **Especificidad enzimática**: Las características del centro activo y la necesaria complementariedad del sustrato determinan la especificidad enzimática.

    - **De acción**: Un enzima sólo realiza un tipo de transformación (oxidación, reducción, descarboxilación, polimerización, etc.)

    - **De sustrato**: Cada enzima actúa sobre un solo tipo de sustrato o sobre un nº reducido de ellos.

        - **Absoluta**: Sobre un único sustrato.

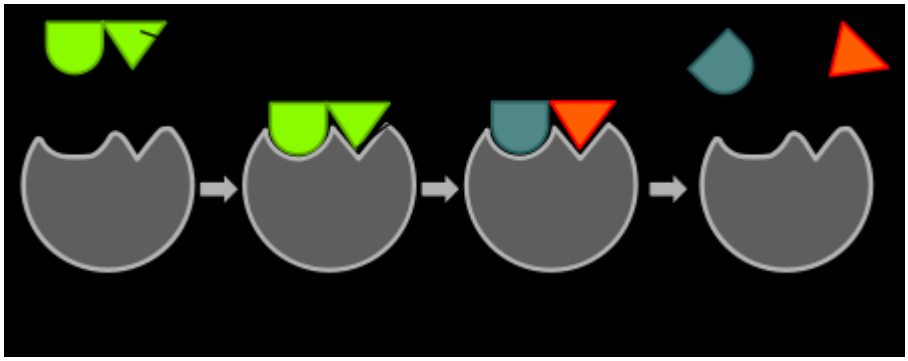
        - **De grupo**: Sobre un grupo de sustratos que presentan un tipo de enlace concreto.

- **Estereoquímica**: Sobre un tipo de estereoisómero (D o L)

HIPÓTESIS DEL AJUSTE INDUCIDO

La unión entre enzima y sustrato puede compararse con la existente entre una mano y un guante.

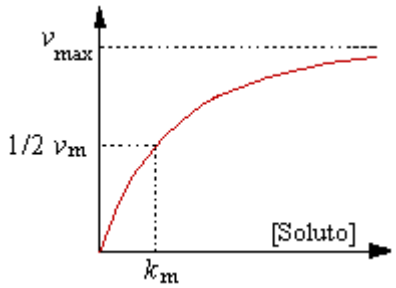
1. Inicialmente, la forma del centro activo y del sustrato no son exactamente complementarias.
2. La cercanía del sustrato provoca un cambio en la estructura del enzima que permite el acoplamiento entre ellos.
3. El sustrato es transformado, se liberan los productos y el enzima recupera su conformación original.



10.- CINÉTICA ENZIMÁTICA

Estudia la velocidad de la catálisis. Esta velocidad depende de algunos factores como la concentración de sustrato, el pH, la temperatura y los inhibidores.

1. **Concentración de sustrato**: Si la concentración de sustrato aumenta y se mantiene constante la concentración del enzima, la velocidad de la reacción aumenta. Al principio este aumento es exponencial y luego se hace más lento hasta alcanzar una velocidad máxima que ya no varía aunque sigamos aumentando la concentración de sustrato.



$$v = \frac{v_{max} \cdot [S]}{[S] + k_m}$$

Constante de Michaelis (Km): Concentración de sustrato (en milimoles por litro) necesaria para que la reacción alcance la mitad de la velocidad máxima. Valores altos indican poca afinidad enzima-sustrato, y valores bajos indican lo contrario.

2. **Efecto del pH**: Lo enzimas presentan un pH óptimo en el cual su actividad es máxima (velocidad máxima y Km mínima). Pequeñas variaciones de pH provocan un descenso brusco en la actividad porque se alteran las cargas del centro activo y del sustrato afectando la unión ES. Si la variación de pH es muy acusada, el enzima se desnaturaliza perdiendo su funcionalidad.

3. **Efecto de la temperatura**: Un pequeño incremento de Tª aumenta la velocidad de la reacción. Valores superiores a 40ºC provocan la desnaturalización del enzima.

4. **Inhibidores**: Son sustancias químicas que disminuyen o bloquean la actividad enzimática. La inhibición puede ser irreversible o reversible. Cuando la inhibición es reversible pueden darse dos casos:

    a. **Inhibición competitiva**: El inhibidor compite con el sustrato por el centro activo. Un aumento de la concentración de sustrato aminora el efecto del inhibidor.

    b. **Inhibición no competitiva**: El inhibidor se une al enzima por un lugar distinto al centro activo provocando un cambio en su conformación que impide la unión del sustrato. Un aumento en la concentración de sustrato no afecta a la acción del inhibidor.

11.- LAS VITAMINAS

Son sustancias orgánicas, de naturaleza y composición variada.

Se necesitan en pequeñas cantidades, aunque su presencia es imprescindible para el desarrollo normal del organismo. Tienen una **función reguladora**.

Las necesidades vitamínicas varían según las especies, con la edad y con la actividad.

Los vegetales, hongos y microorganismos son capaces de elaborarlas por sí mismos. Los animales, salvo algunas excepciones, carecen de esta capacidad, por lo que deben obtenerlas a partir de los alimentos de la dieta (son **micronutrientes esenciales**).

En algunos casos los animales obtienen algunas vitaminas a través de sus paredes intestinales, cuya flora bacteriana simbionte las producen (vitamina K en humanos)

Ciertas vitaminas son ingeridas como **provitaminas** (inactivas) y posteriormente el metabolismo animal las transforma en activas (en el intestino, en el el hígado, en la piel, etc.), tras alguna modificación en sus moléculas.

Son sustancias lábiles, ya que se alteran fácilmente por cambios de temperatura y pH, y también por almacenamientos prolongados.

Los trastornos orgánicos en relación con las vitaminas se pueden referir a:

- **Avitaminosis.-** si hay carencia de una o varias vitaminas (enfermedades carenciales)

- **Hipervitaminosis**.- si existe un exceso por acumulación de una o varias vitaminas, sobre todo las que son poco solubles en agua y, por tanto, difíciles de eliminar por la orina.

Las vitaminas se designan utilizando letras mayúsculas, el nombre de la enfermedad que ocasiona su carencia o bien el nombre de su constitución química.

Clásicamente se establecen 2 grupos según su capacidad de disolución en agua o en las grasas o disolventes de éstas. Así, se habla de: vitaminas **hidrosolubles y liposolubles** respectivamente.

VITAMINAS LIPOSOLUBLES

Son vitaminas no solubles en agua y químicamente se trata de lípidos insaponificables (TERPENOS O ESTEROIDES), caracterizados por su incapacidad para formar jabones, ya que carecen en sus moléculas de ácidos grasos unidos mediante enlaces éster.

- VITAMINA A. Retinol. Antixeroftálmica.
- VITAMINA E. Tocoferol. Antiestéril.
- VITAMINA K. Naftoquinona. Antihemorrágica.
- VITAMINA D. Calciferol. Antirraquítica.

VITAMINAS HIDROSOLUBLES

Son sustancias solubles en agua. Se trata de coenzimas o precursores de coenzimas, necesarias para muchas reacciones químicas del metabolismo.

- VITAMINA C. Acido Ascórbico. Antiescorbútica.
- VITAMINA B1. Tiamina. Antiberibérica.
- VITAMINA B2. Riboflavina.
- VITAMINA B3. Niacina. Acido Nicotínico. Vitamina PP. Antipelagrosa.
- VITAMINA B5. Acido Pantoténico. Vitamina W. Forma parte del CoA.
- VITAMINA B6. Piridoxina.
- VITAMINA B8. Biotina. Vitamina H.
- VITAMINA B9. Acido Fólico.
- VITAMINA B12. Cobalamina.

TEMA 3: LAS PROTEÍNAS
Biología 2º BACHILLERATO

PROPIEDADES: dependen de los radicales de los aminoácidos que componen a la proteína.



- **SOLUBILIDAD**:
  - Si abundan radicales HIDRÓFOBOS → poco o nada soluble en agua
  - Si abundan radicales HIDRÓFILOS → soluble en agua
  - Lo Determinada por los enlaces por ptes de H que hacen los radicales de los aminoácidos con las moléc H_2
  - **DISPERSIONES COLOIDALES**: macroproteínas que no se llegan a disolver en agua. (GLOBULINAS)
- **ESPECIFICIDAD**: cada una de las especies e incluso dentro de la misma especie, los seres vivos son capaces de fabricar sus PROPIAS PROTEÍNAS → Cuanto mayor parentesco, mayor semilitud en la secuencia de aminoácidos de la proteína
  - SECTORES VARIABLES: donde se producen las diferencias en la secuencia de aminoácidos
  - SECTORES FIJOS: iguales para todos los s.v y de ellos depende la FUNCIONALIDAD de la proteína
- **CAPACIDAD AMORTIGUADORA**: debido al comportamiento anfótero pueden comportarse como un ácido o una

ENZIMAS

Son moléculas BIOCATALIZADORAS → **CATÁLISIS**: aceleración de una reacción química por efecto de una sustancia
Las moléculas que reaccionan son los **SUSTRATOS** y las sustancias formadas los **PRODUCTOS**

PROPIEDADES

- Mismas que las proteínas
- Gran ACTIVIDAD CATALÍTICA
- ESPECIFICIDAD DE SUSTRATO: actúan sobre 1o pocos sustratos
- Actúan en condiciones de Tª y PH ÓPTIMOS
- Pueden REGULARSE

CLASIFICACIÓN

- HOLOPROTEÍNAS: constituídas solo por aminoácidos
- HOLOENZIMAS: presentan una parte NO proteica
  - PARTE PROTEICA → APOENZIMA: responsable de la especificidad del sustra
  - PARTE NO PROTEICA → **COFACTOR**: necesario para que se produzca la reacción (en el centro activo)
    - ION METÁLICO (Mg^{2+}, Mn^{2+}, Cu^{2+})
    - COENZIMA (NAD+, FAD+, CoA)
    - GRUPO PROSTÉTICO (cuando se une permanentemente a la apoe
  - Las partes por separado son INACTIVAS

LA ACCIÓN ENZIMÁTICA

- ENERGÍA DE ACTIVACIÓN: nivel mínimo de energía para que se produzca la reacción
- CENTRO ACTIVO: donde se produce la unión ENZIMA + SUSTRATO para dar lugar al PRODUCTO. Tiene forma de HUECO
- ESPECIFICIDAD ENZIMÁTICA:
  - ENZIMAS DE ACCIÓN: solo realizan un tipo de transformación
  - ENZIMAS DE SUSTRATO: actúan sobre 1 tipo de sustrato
    - ABSOLUTA: 1 único sustrato
    - DE GRUPO: un grupo de sustrat
    - ESTEREOQUÍMICA: sobre 1 tipo d estereoisómero (el D o el L)

UNIÓN DE ENZIMA-SUSTRATO

1. HIPÓTESIS DEL AJUSTE INDUCIDO
   - La forma del CENTRO ACTIVO ≠ SUSTRATO
   - Cambio de forma del CENTRO ACTIVO de la ENZIMA
   - Se transforma el SUSTRATO, se liberan los PRODUCTOS y la ENZIMA recupera su forma
2. MODELO LLAVE-CERRADURA → la forma del CENTRO ACTIVO = SUSTRATO



CINÉTICA ENZIMÁTICA: estudia la velocidad de la catálisis

Depende de

- CONCENTRACIÓN DEL SUSTRATO → si la concentración ↑ la velocidad ↑
- EFECTO DEL PH: las variaciones provocan un descenso brusco en la actividad
- EFECTO DE LA Tª: si aumenta, aumenta la velocidad
- LOS INHIBIDORES: disminuyen o bloquean la actividad enzimática

si no son adecuado la parte proteica d la enzima se desn raliza y pierde su función

VITAMINAS: Tienen función REGULADORA
sustancias de naturaleza y composición variada
Los VEGETALES, HONGOS y MICROORGANISMOS las elaboran por sí solos
Los ANIMALES la tienen que incorporar en la dieta → EXCRECIÓN VITAMINA K, puede
podemos obtener de las bacterias de las paredes intestinales
TIPOS
LIPOSOLUBLES
A: Zanahoria, hígado // retina mucosas // xeroftalmia (ceguera nocturna)
K: espinacas // sangre (coagulación) // hemorragias
E: semillas // órganos reproductores, SN // esterilidad
D: lácteos // dientes, huesos // raquitismo
HIDROSOLUBLES
C: cítricos // sangre // escorbuto equimosis
B1: vegetales // crecimiento // beriberi (debilidad muscular, parálisis e insuficiencia cardíac
B3: vegetales // crecimiento // pelagra (manchas en la piel y perturbaciones digestivas y nervios
B6: vegetales // crecimiento // anemia
B9 y B12: grasas y carnes // metabolismo // anemia perniciosa (falta glóbulos rojos)
CARENCIA → AVITAMINOSIS
EXCESO → HIPERVITAMINOSIS
Aveces el organismo no incorpora VITAMINAS INACTIVAS, y es el METABOLISMO el que las ACTIVA
PROVITAMINAS