

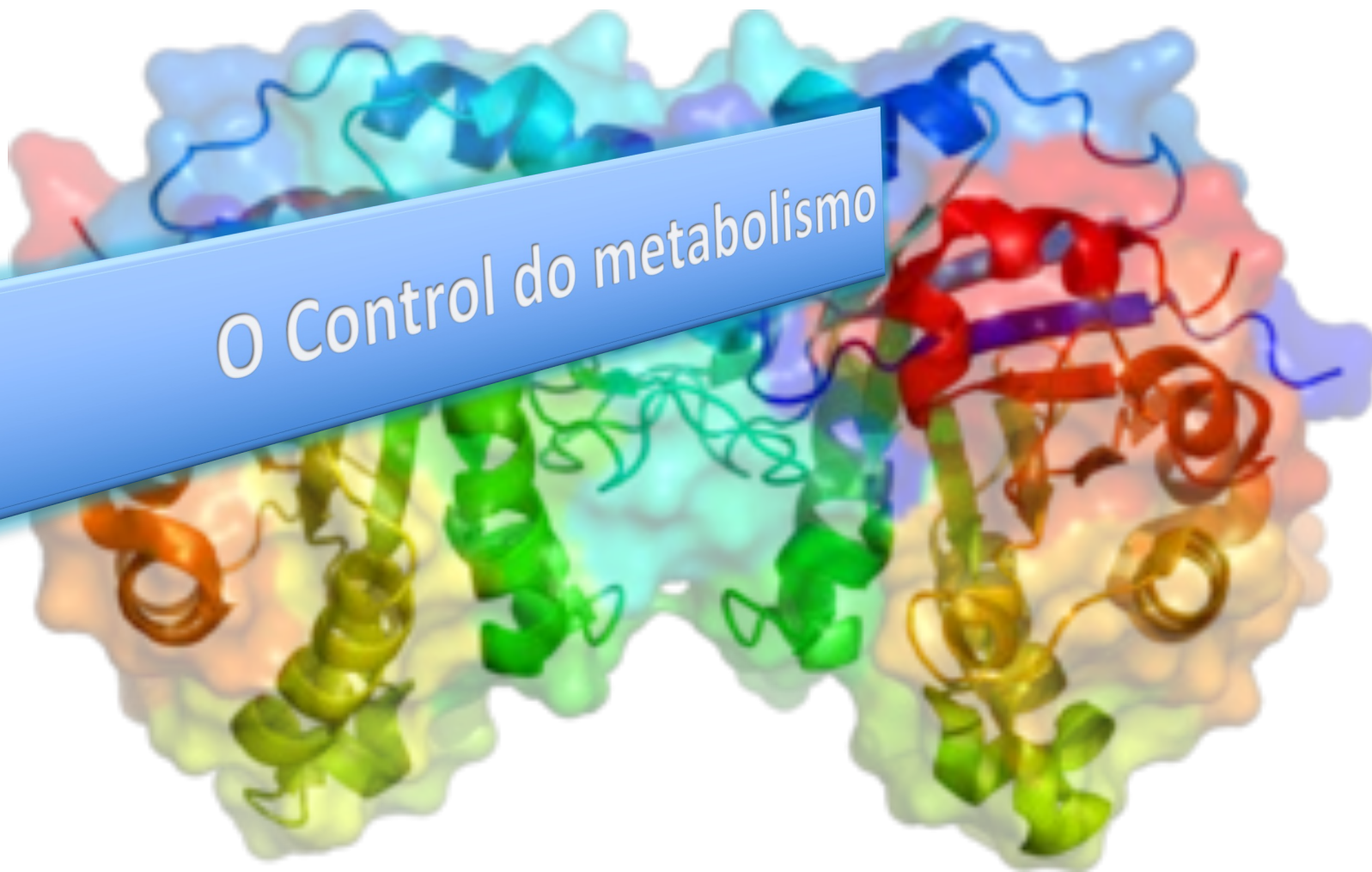
Tema 6



Encimas e Vitaminas

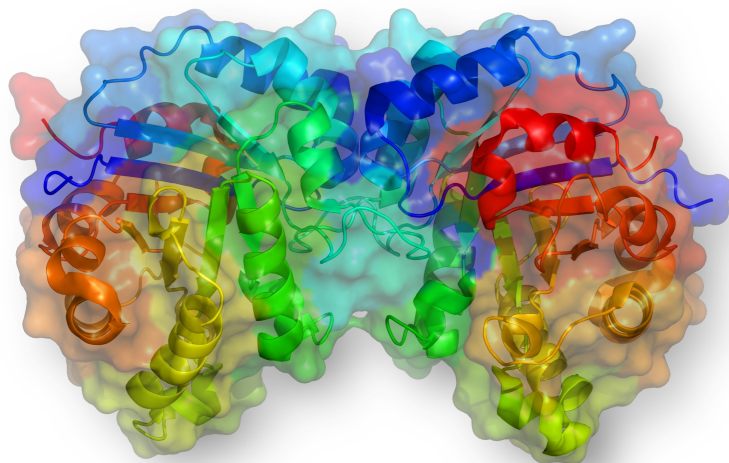


O Control do metabolismo



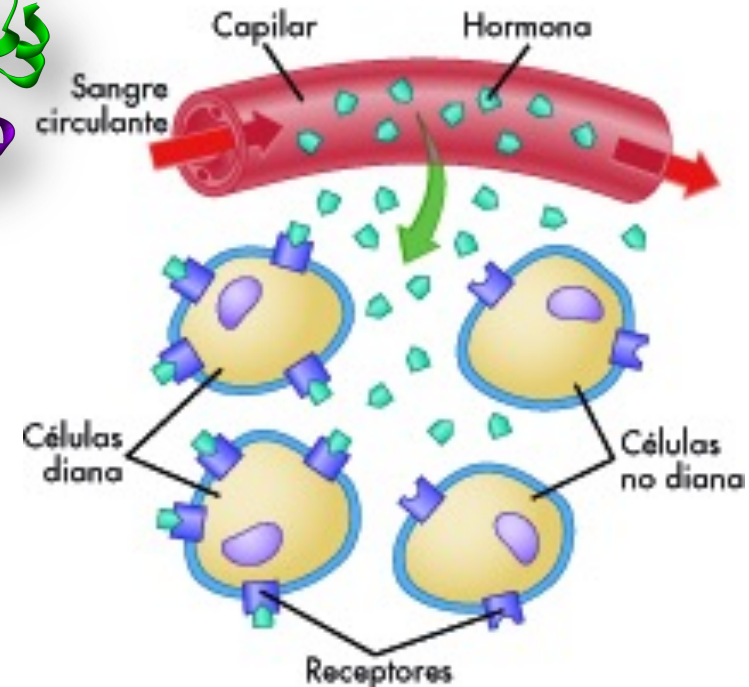
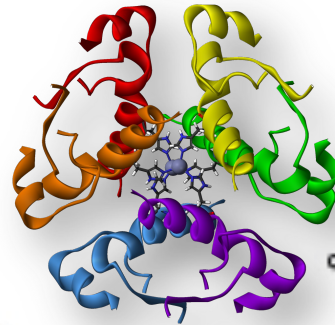
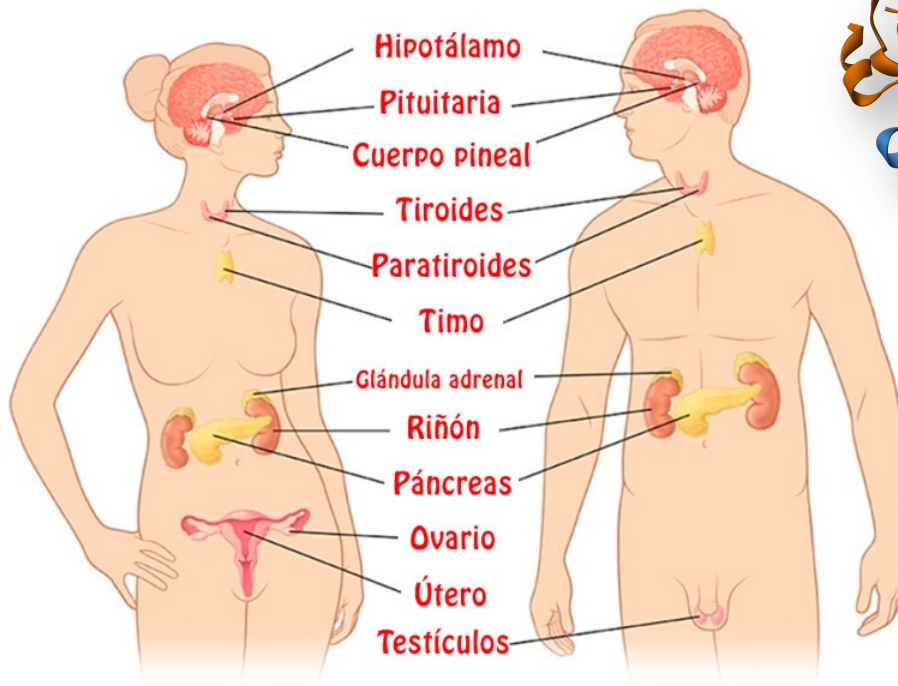
BIOCATALIZADORES OU ENCIMAS

- Nas células prodúcese constantemente **numerosos tipos de reaccións químicas**: unhas están encamiñadas a **sintetizar** novas moléculas, e outras, a **degradar** as xa existentes.
- As substancias que interveñen son moi **estables a temperatura ambiente** e as reaccións celulares ocorren segundo o **control bioquímico do metabolismo**, que **regula o tipo de reaccións e o momento en que deben producirse**. Isto conséguese mediante os **biocatalizadores** ou **encimas**, que son unhas **substancias que posibilitan estas reaccións e regulan as vías metabólicas**.

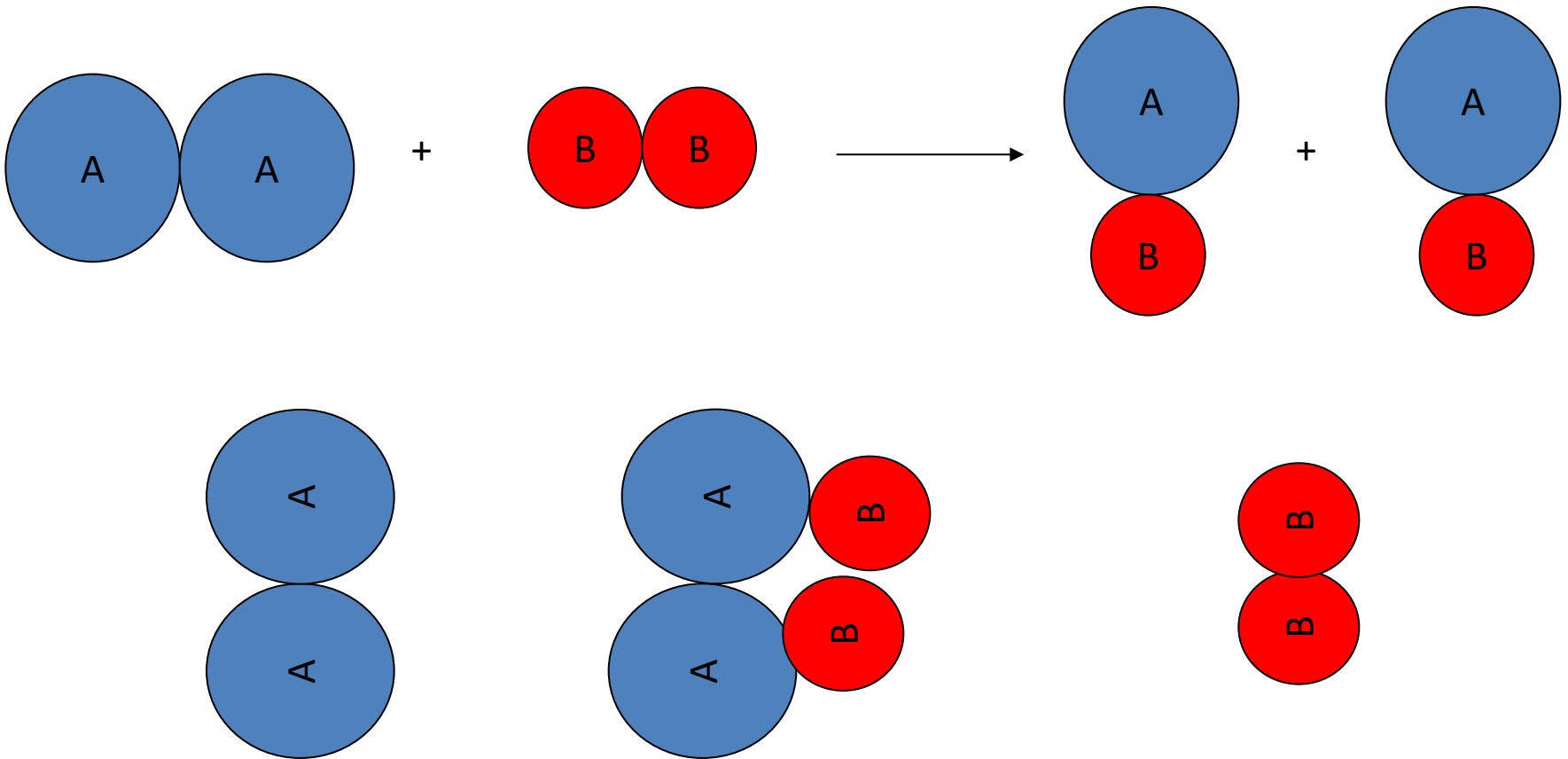
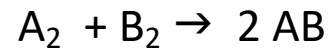


HORMONAS

- Nos organismos pluricelulares existe, ademais, outro tipo de **control bioquímico** que funciona a nivel de organismo, o denominado **sistema hormonal** ou **sistema endócrino**.
- As **hormonas** son unhas **moléculas** segregadas por certas **glándulas**, que actúan sobre determinadas células como **mensaxeiros químicos**, **regulando o seu metabolismo interno**.

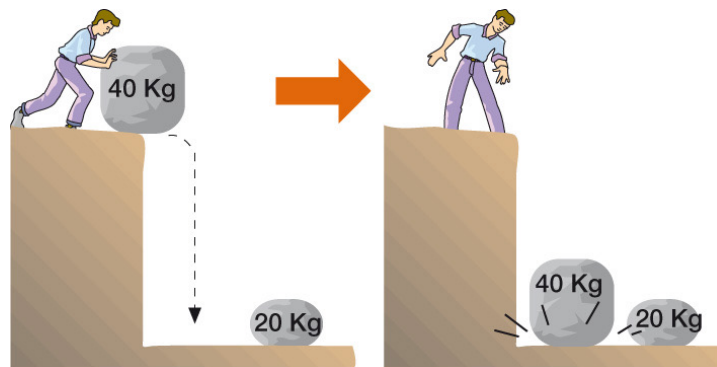


ENERXÍA DAS REACCIÓNS QUÍMICAS



ACTIVIDADES DOS BIOCATALIZADORES

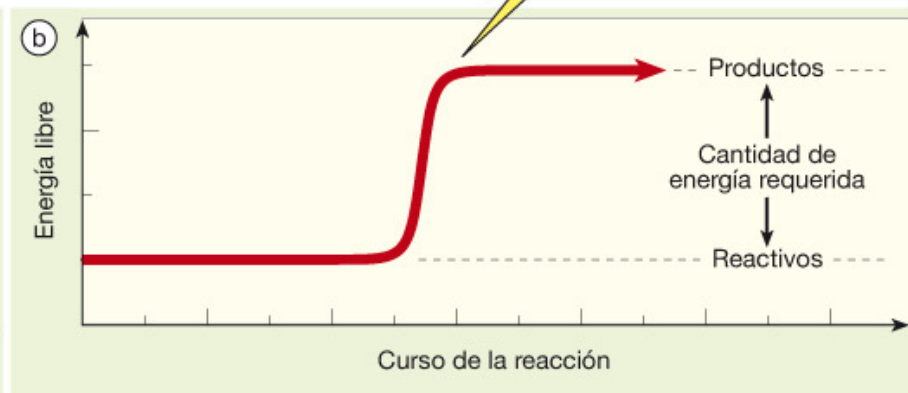
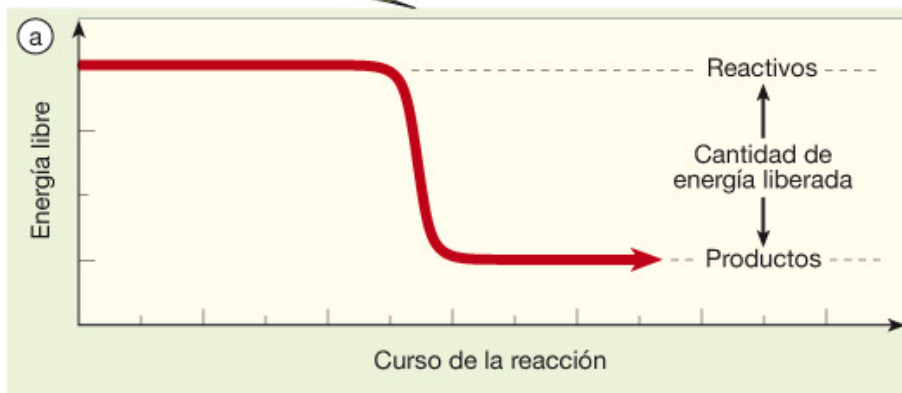
- Nas **reaccións exergónicas** as substancias químicas, ao reaccionaren, **desprenden enerxía calorífica**. Isto pode comprobarse experimentalmente ao observar como **aumenta a temperatura do medio** en que se produce a reacción. Este incremento de temperatura débese a que a **enerxía libre** total das **substancias reaccionantes (reactivos)** é **superior** á enerxía libre das **substancias producidas (productos)**.



Nunha reacción **exergónica** libérase **enerxía** debido a que os reactivos transfórmanse en produtos de menor enerxía.

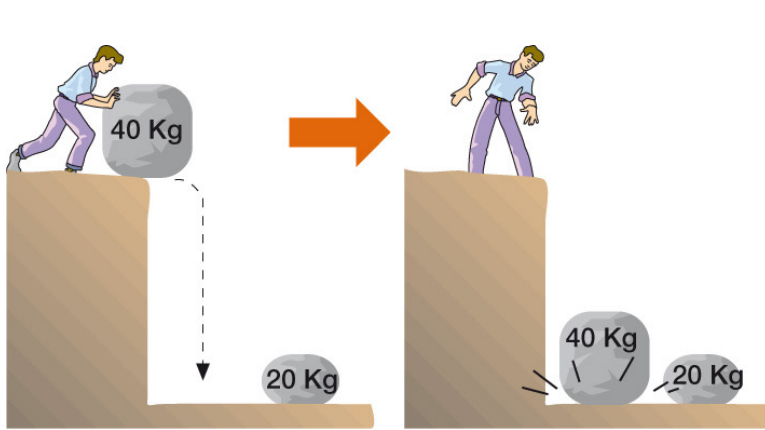
Reacción exergónica

Nunha reacción **endergónica** hai que **aportar enerxía** debido a que os reactivos transfórmanse en produtos con maior nivel enerxético.

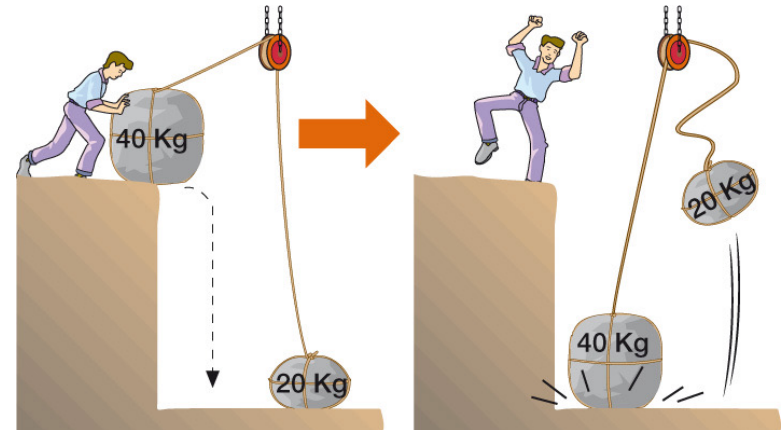


CARÁCTERÍSTICAS DAS REACCIÓN METABÓLICAS

Analoxía que amosa o concepto de reacción acoplada.



Reacción NON acoplada



Reacción acoplada

Reacción exergónica



As reaccións **exergónicas** liberan enerxía

$$\Delta G = - 7.3 \text{ Kcal/mol}$$

Reacción endergónica



Enerxía

As reaccións **endergónicas** requiren enerxía

$$\Delta G = + 3.4 \text{ Kcal/mol}$$

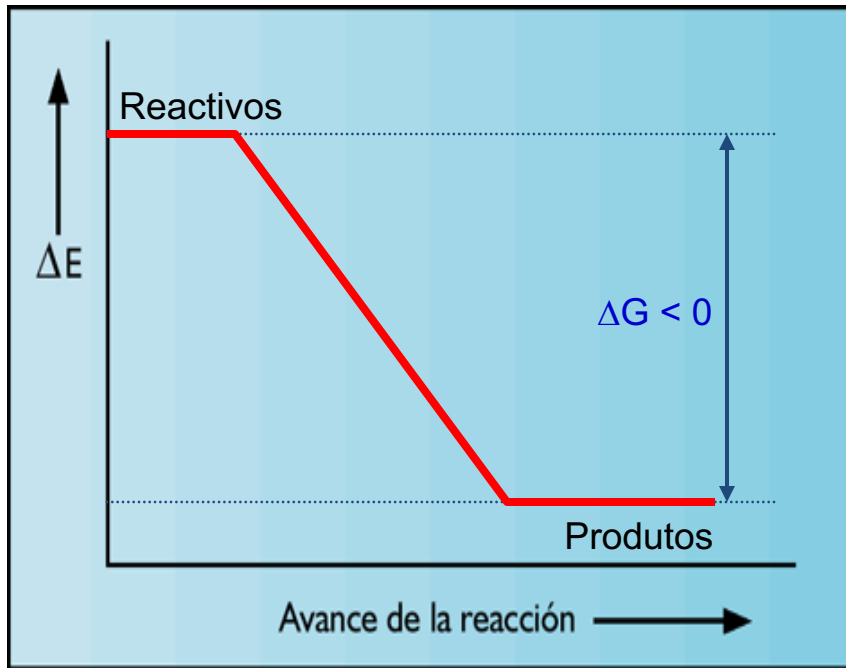
Reacción acoplada exergónica



$$\Delta G = - 3.9 \text{ Kcal/mol}$$

A ENERXÍA LIBRE

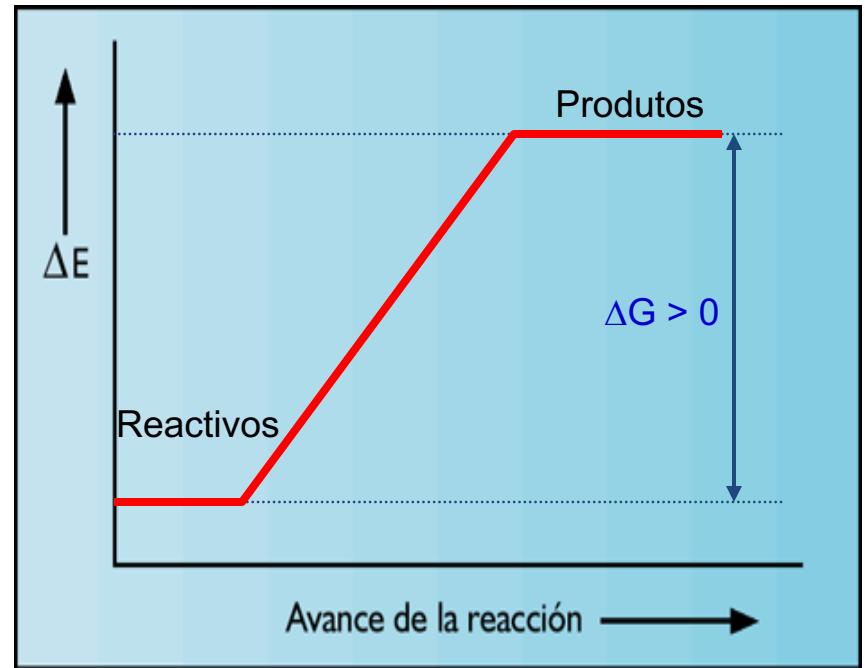
- A **enerxía libre** (G) é a enerxía que posúe un sistema para poder **realizar un traballo** e depende da **enerxía contida nos enlaces químicos internos** das moléculas e do **grao de desorde** desas moléculas.



A reacción é **espontánea**.

Cando se **desprende enerxía libre**, as reaccións denomínanse **exergónicas**.

O sistema pode realizar traballo e se produce aumento de desorde.



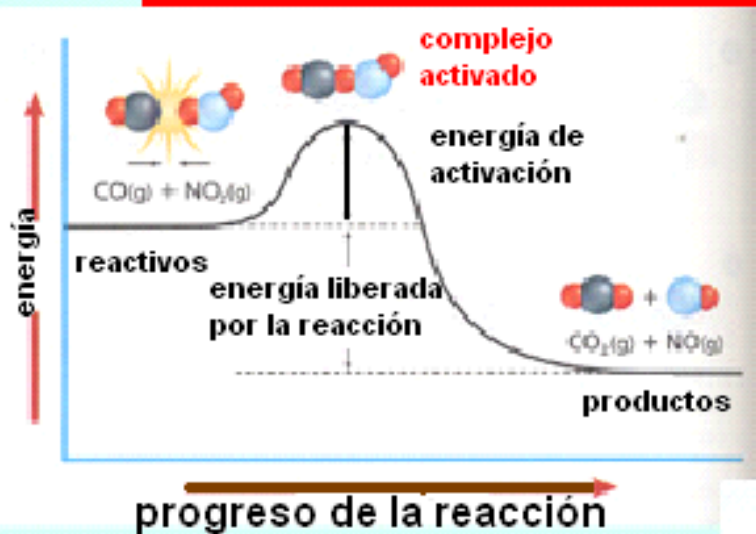
A reacción **non** é espontánea.

Cando **se absorbe enerxía libre**, as reaccións denomínanse **endergónicas**.

Para que acontezan deben estar asociadas a outras onde ΔG sexa o suficientemente negativo.

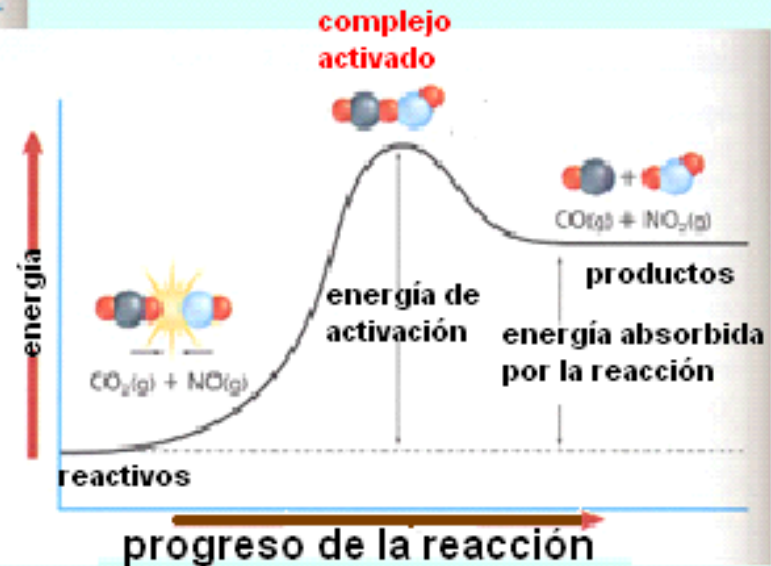
REACCIÓN EXOTÉRMICAS E ENDOTÉRMICAS

Curvas de energía de activación



Exotermico

Endotermico



A ENERXÍA LIBRE

- A pesar de que a enerxía libre dos reactivos é superior á dos produtos, a reacción non se dá espontaneamente.
- Primeiro, é necesario subministrar a enerxía suficiente para debilitar os enlaces dos reactivos e posibilitar así a súa ruptura. Este pase intermedio, que require unha achega de enerxía, recibe o nome de **estado de transición**.
- A enerxía expresada en calorías, necesaria para levar un mol de moléculas dunha substancia ata o **estado de transición**, a unha determinada temperatura denomínase **enerxía de activación**.

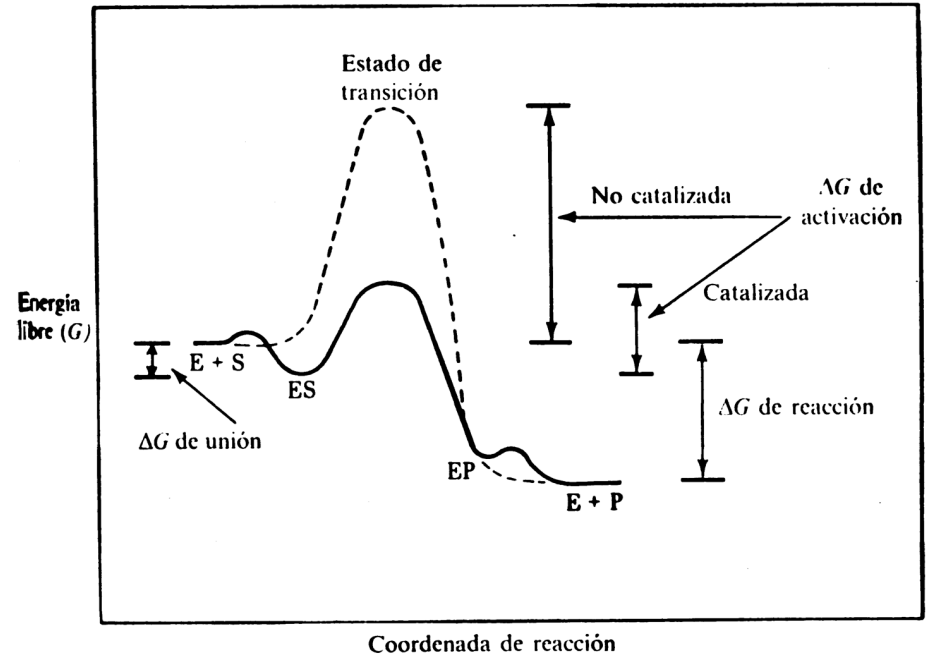


FIGURA 6.1 Energética de la conversión del sustrato (S) a producto (P) catalizada (línea sólida) y no catalizada (línea punteada), mostrando la capacidad que tiene la enzima (E) disminuir la energía de activación de la reacción y estabilizar el estado de transición. **ES** y **EP** representan los complejos enzima unida al sustrato y al producto, respectivamente. ΔG de activación determina la velocidad de la reacción contraria y el ΔG de reacción determina la posición de equilibrio.

A ENERXÍA LIBRE

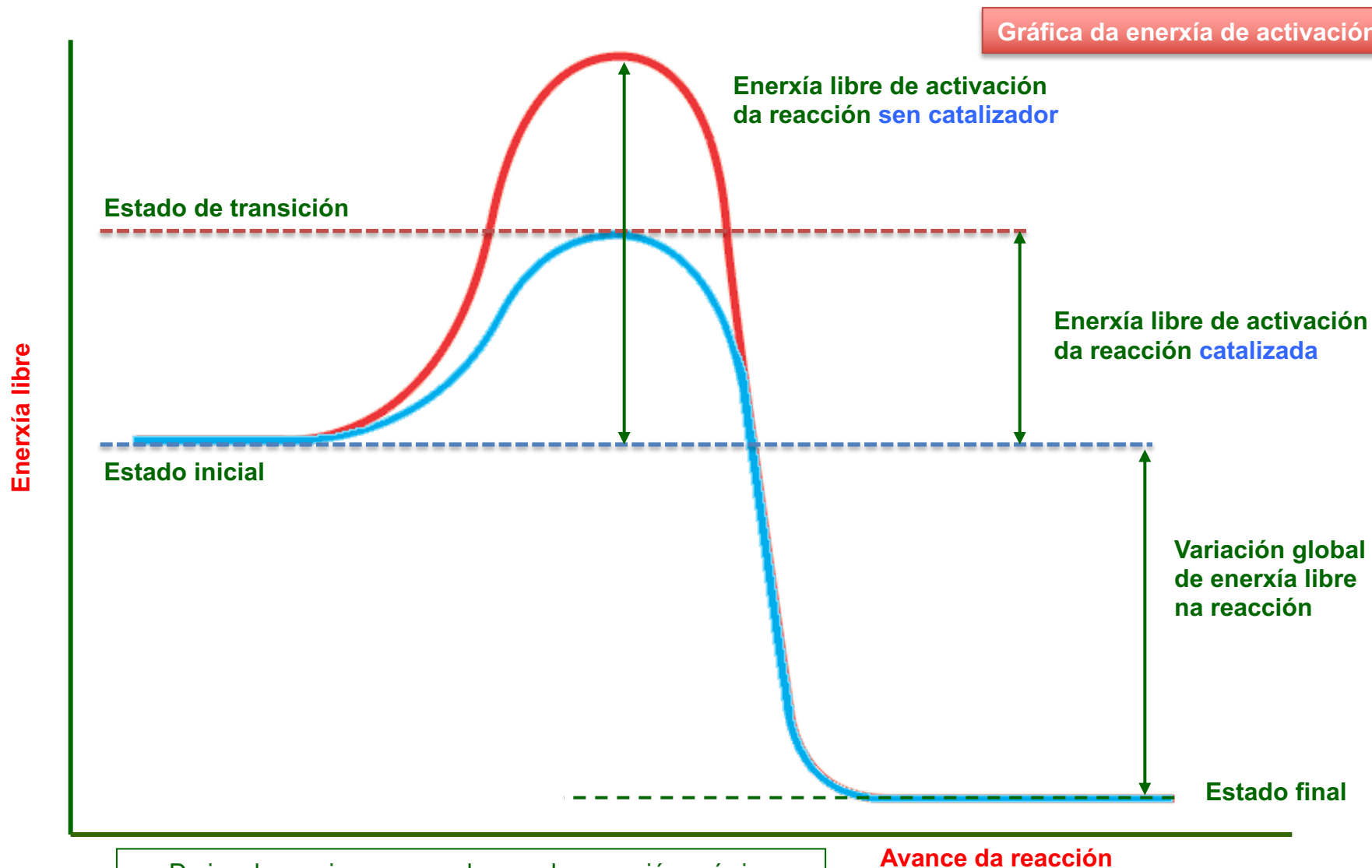
- A modo de analoxía, unha reacción química é comparable á acción de lanzar pola fiestra un obxecto que estea sobre o chan. O **inicio da reacción** é similar á acción de **subir o obxecto ata o lintel da fiestra**, se non se sobe non se iniciará a caída de obxecto.
- Isto explica, por exemplo, porque o **papel de celulosa**, de fórmula $n(C_6H_{12}O_6)$ **non arde espontaneamente** pese á presenza de osíxeno no aire e, con todo, **se quenta ata unha determinada temperatura, si arde**.



Para lanzar en pouco tempo moitos obxectos pola fiestra pódese aumentar o número de traballadores ou rebaixar o lintel da fiestra.



ACTUACIÓN DOS CATALIZADORES

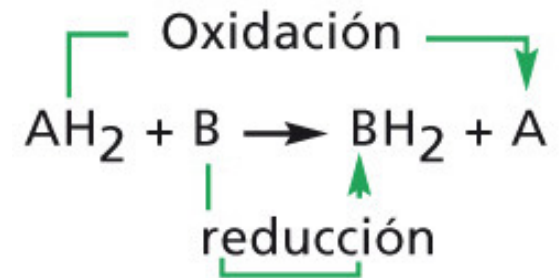
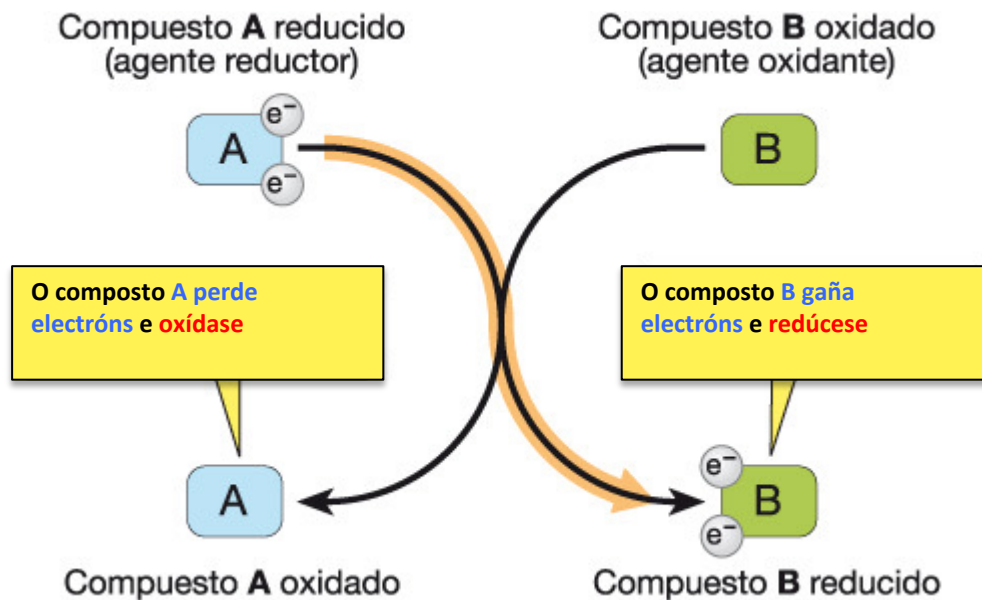


De igual maneira, para acelerar unha reacción química pódense **quentar os reactivos** ou **engadir un catalizador**, é dicir, unha **sustancia que diminúa a enerxía de activación** necesaria para chegar ao estado de transición.

TRANSFERENCIA DE ENERXÍA

Hai dúas formas básicas de transferencia de enerxía nos procesos metabólicos.

1.- **Mediante a transferencia de electróns**, nas reaccións redox. As veces hai tamén **transferencia de átomos de hidróxeno**, xa que isto supón tamén transferencia de electróns.

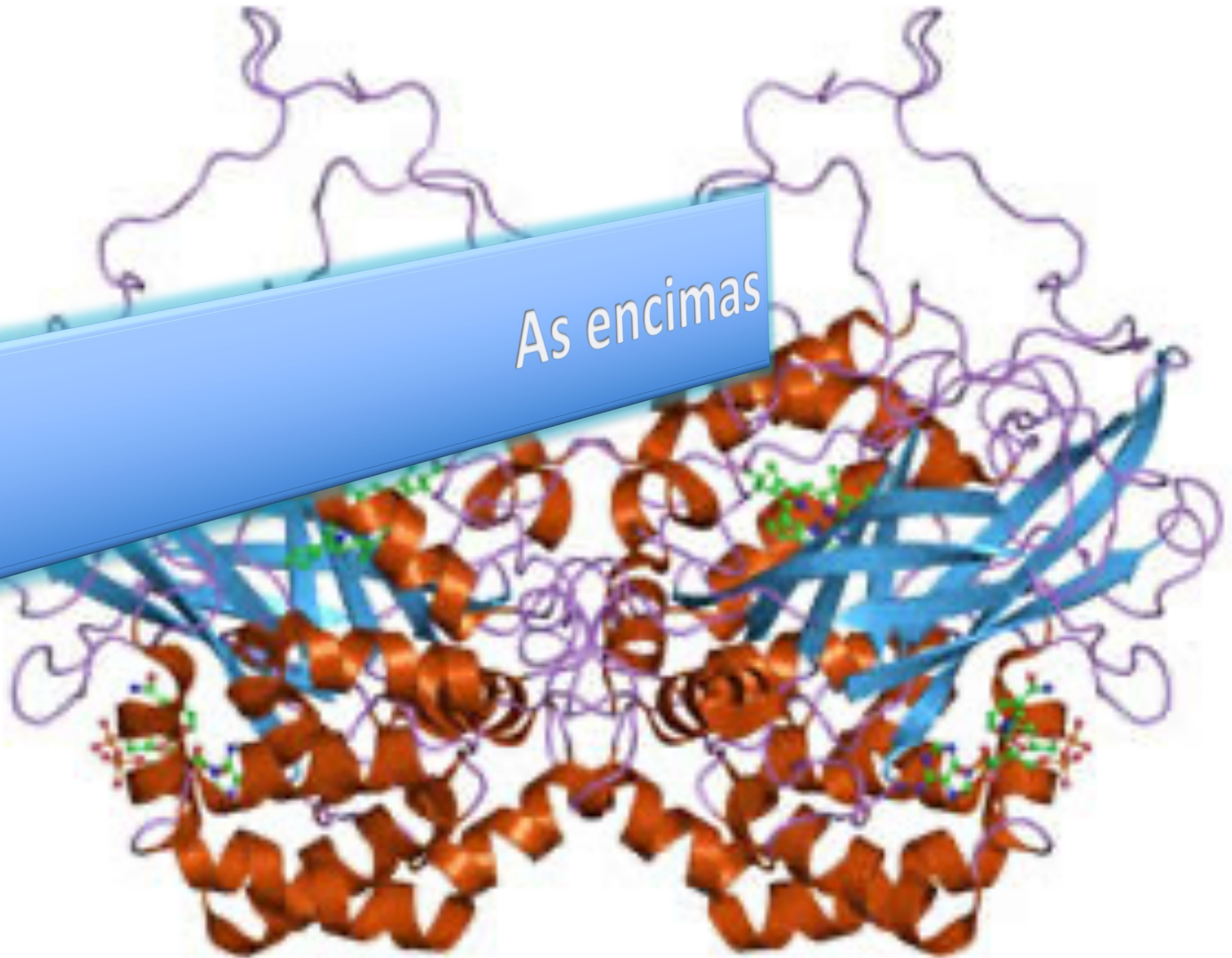


Reacción redox coa transferencia de átomos de hidróxeno

2.- **Mediante a transferencia de grupos fosfato.**

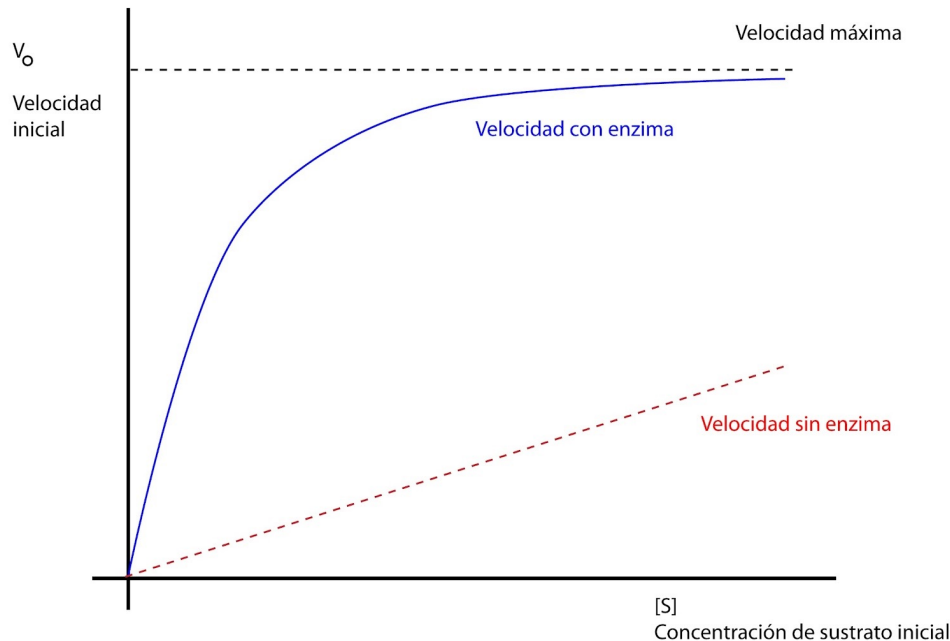


As encimas

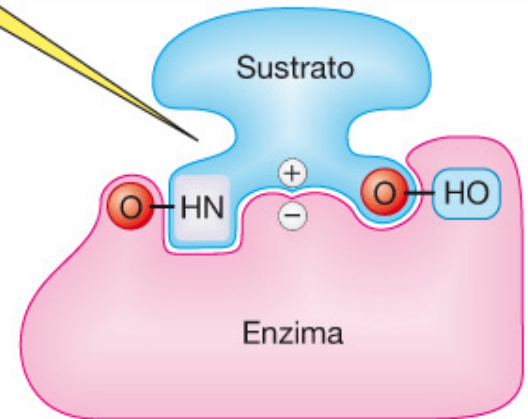


AS ENCIMAS

- As **encimas** son **biocatalizadores**, é dicir, os **catalizadores** das reaccións **biolóxicas**. Ao rebaixar a **enerxía de activación**, aumentan a **velocidade da reacción** e **acelérana**.
- A **velocidade de reacción** mídese pola **cantidad de produto** que se forma por **unidade de tempo**.

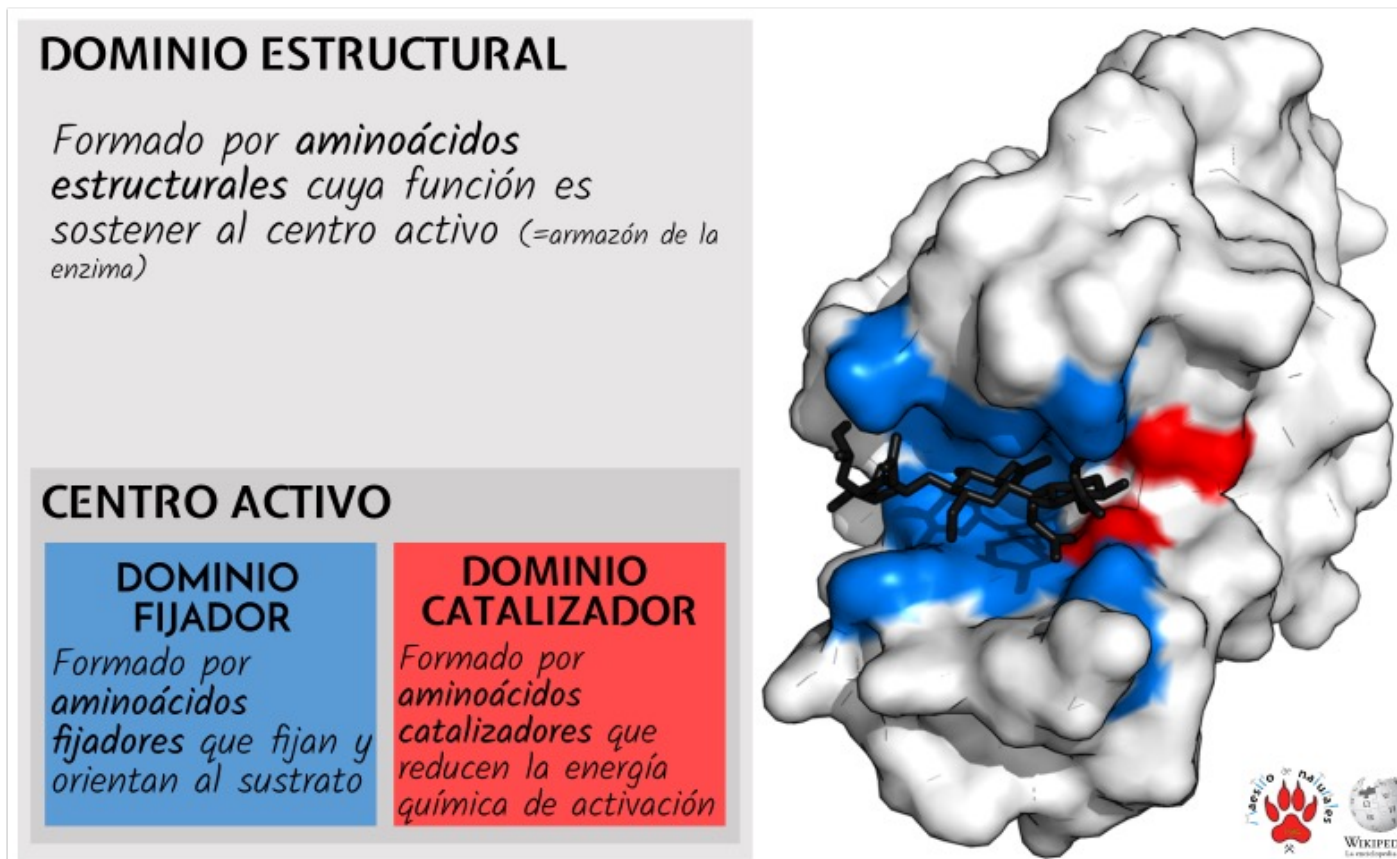


O substrato únese ao centro activo da enzima mediante enlaces débiles: **pontes de hidróxeno e interaccións electrostáticas, hidrofóbicas e de Van der Waals**.



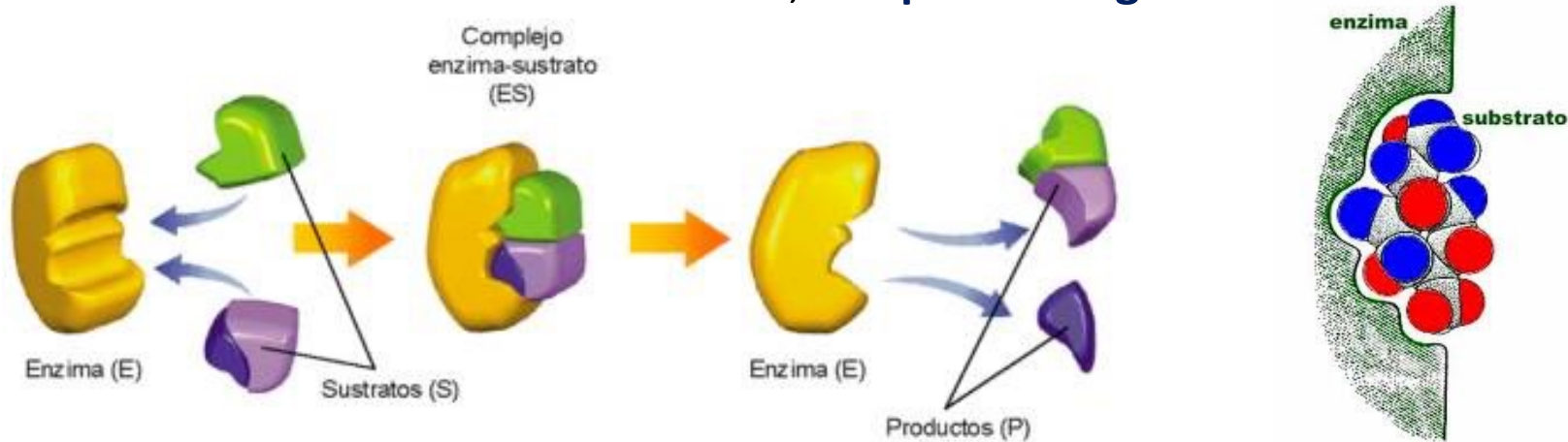
AS ENCIMAS

- Todas as encimas, excepto as **ribocimas**, son **proteínas globulares**.
- Na cadea polipeptídica dunha encima distínguense **tres tipos de aminoácidos**, os **estruturais**, que son os que **non establecen enlaces químicos** e os de **fixación** e **catalizadores** que son os que **si os establecen**.



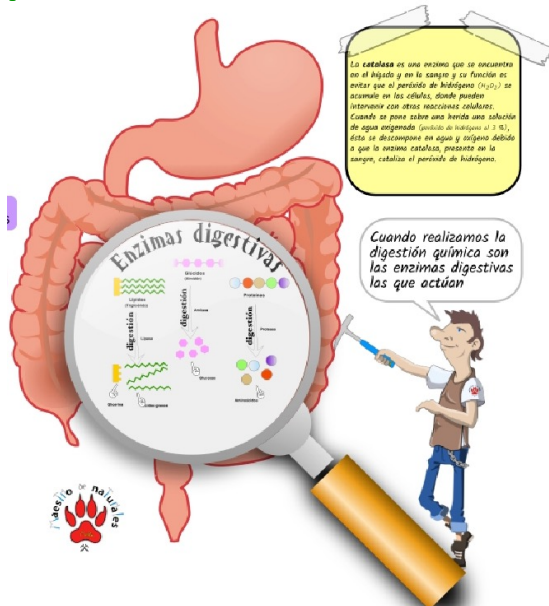
CARÁCTERÍSTICAS DAS ENCIMAS

- As encimas cumpren as dúas **características propias dos catalizadores**:
 - **Aceleran a reacción**. Grazas a elas pódese conseguir **a mesma cantidade de produto en menos tempo**, incluso se a cantidade encimática é pequena.
 - **Non se consomen** durante a reacción. **Ao finalizar a reacción, a cantidade de encimas é a mesma ca ao principio**.
- As encimas **diferéncianse dos catalizadores non biolóxicos** en:
 - **Alta especificidade**. Xeralmente **actúan nunha soa reacción**.
 - Actúan sempre á **temperatura do ser vivo**, a temperatura corporal.
 - **Alta actividade**. Algunhas **conseguen aumentar a velocidade de reacción en máis dun millón de veces**, moito máis ca os catalizadores non biolóxicos.
 - Presentan unha **masa molecular moi elevada**, son **proteínas globulares**



CIMÓXENOS OU PROENCIMAS

- Un **cimóxeno** ou **proencima** é un **precursor encimático inactivo**, é dicir, non cataliza ningunha reacción como fan as encimas. Para **activarse**, necesita dun **cambio bioquímico na súa estrutura** que lle leve a **conformar un centro activo** onde poida realizar a **catálise**. Nese momento, o **cimóxeno pasa a ser unha encima activa**. O cambio bioquímico adoita ocorrer nun **lisosoma**, onde unha parte específica da encima precursora **escíndese** do resto para activala. A cadea de aminoácidos que se libera pola activación chámase **péptido de activación**.
- Por exemplo, o **pepsinóxeno** estomacal actívase ca **HCl** que o transforma en **pepsina**.



Tripsina:

Cimóxeno: Tripsinóxeno

Activador: Enterocinasa

Acción: Destruye los enlaces peptídicos internos.

Quimotripsina:

Cimóxeno:

Quimotripsinóxeno

Activador: Tripsina

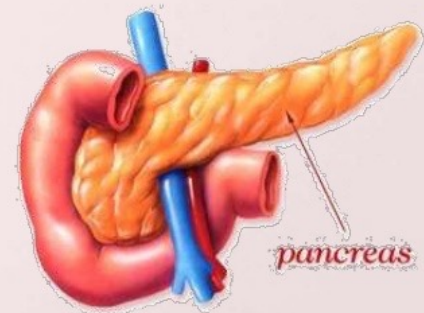
Acción: Destruye los enlaces peptídicos internos.

Elastasa:

Cimóxeno: Proelastasa

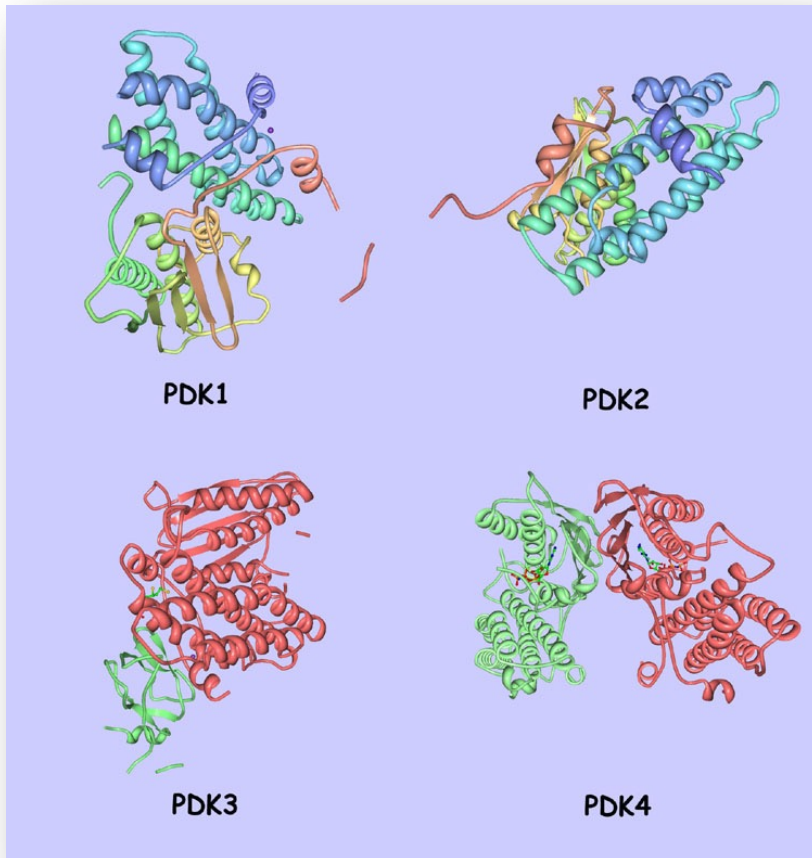
Activador: Tripsina

Acción: Destruye los enlaces peptídicos internos.



ISOENCIMAS

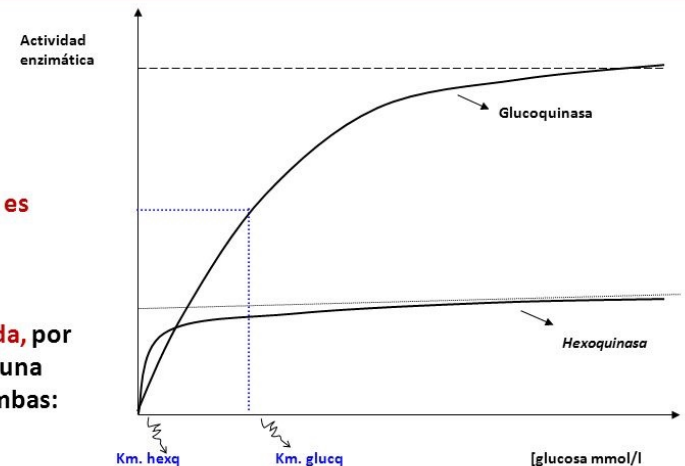
- Algunas enzimas pueden presentar **isoenzimas**, que son **formas moleculares diferentes** a las enzimas pero que catalizan la misma reacción química.
- Las isoenzimas son **activas para la misma célula** como la enzima pero **en otras etapas de la vida** o para **células similares** pero **en otros órganos**.



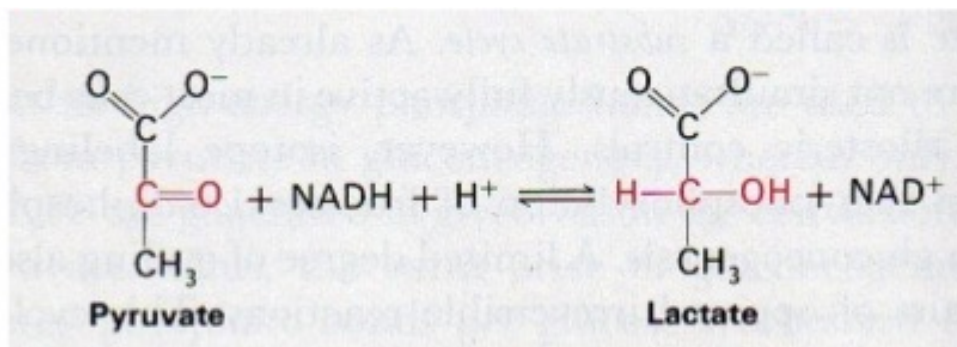
Ejemplo de isoenzimas: Glucoquinasa y Hexoquinasa

• Cuando la concentración de **glucosa en sangre es baja** solo actúa la **hexoquinasa**.

• Cuando es **elevada**, por ejemplo luego de una comida, actúan ambas: **hexoquinasa y glucoquinasa**.



ISOENCIMAS



-Ejemplos:

***Lactato deshidrogenasa:** Reduce piruvato a lactato

-Tetrámero con subunidades de 35 kDa.

-Dos tipos de cadenas polipeptídicas: M y H

-Forman cinco isozimas:

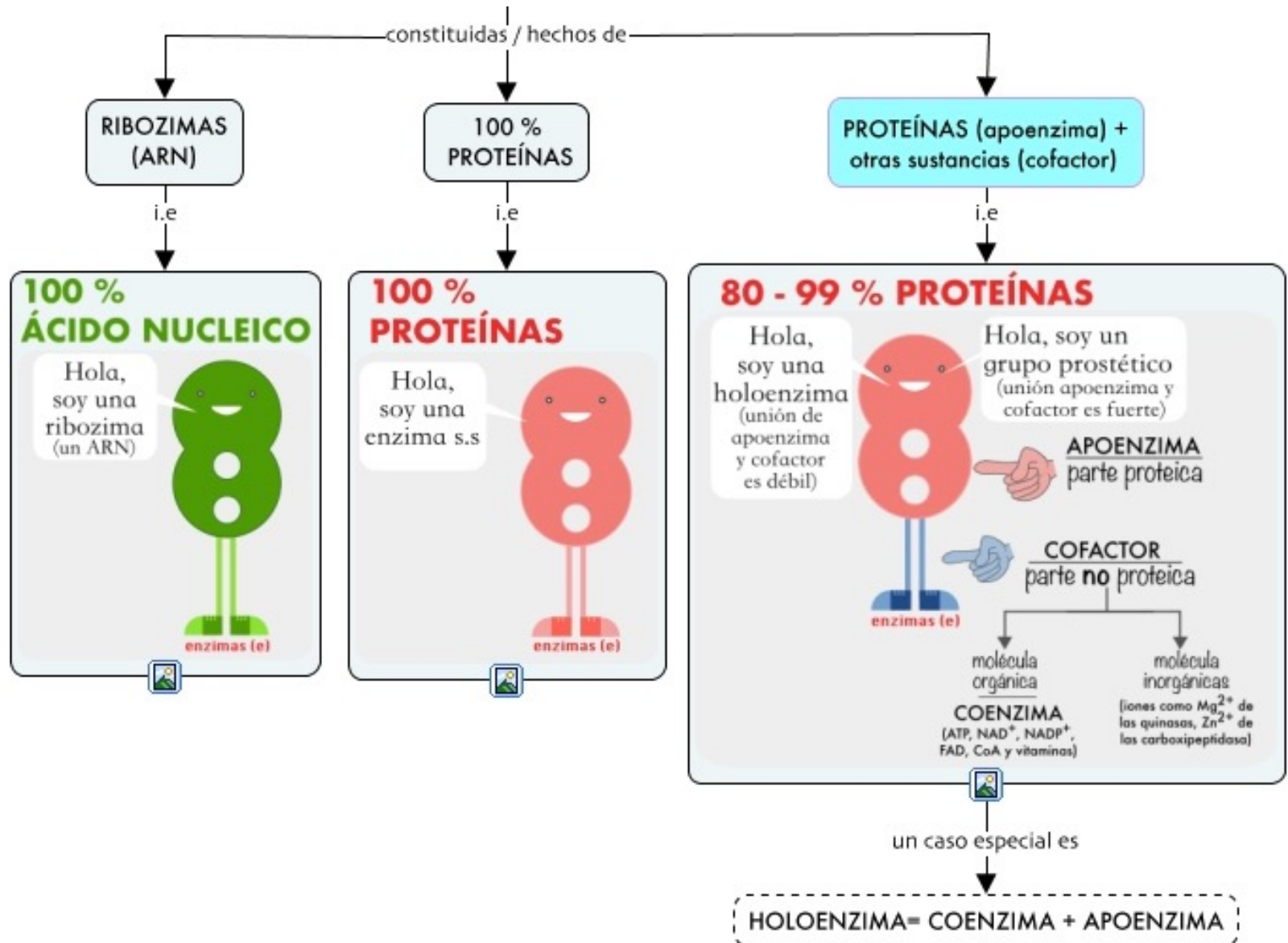
M4: Máxima afinidad por piruvato (músculo e hígado)

M3H1
M2H2
M1H3 } Afinidades intermedias

H4: Mínima afinidad por piruvato (corazón)

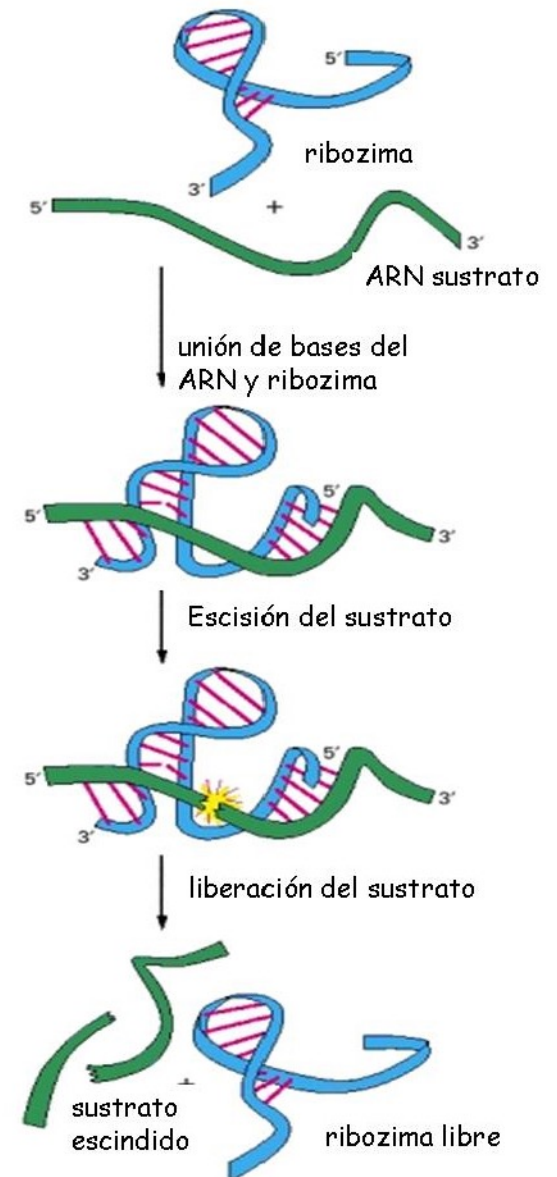
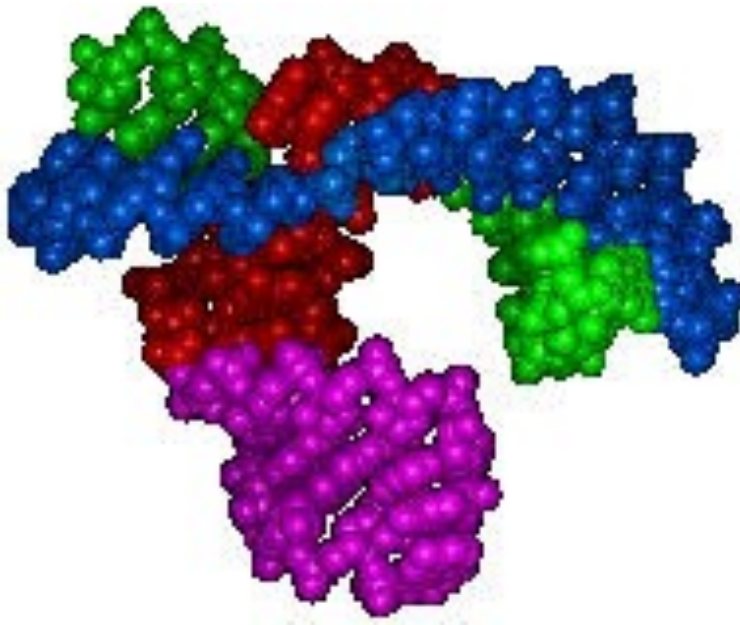
-Separables por electroforesis; útiles en diagnóstico.

CLASIFICACIÓN DAS ENZIMAS



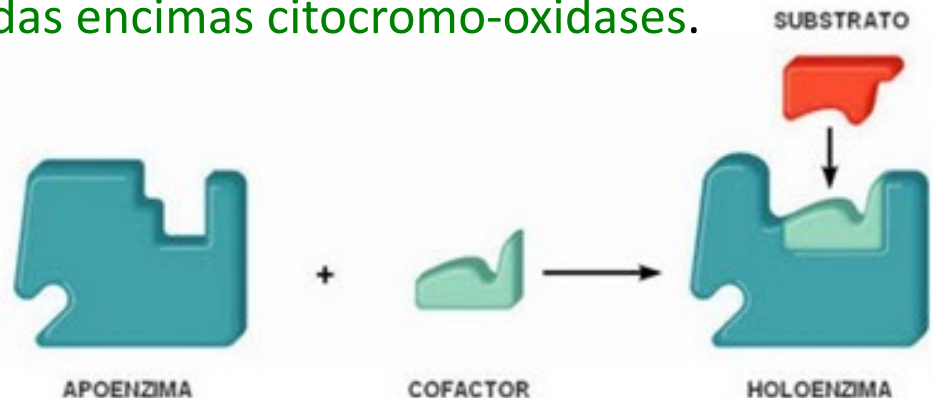
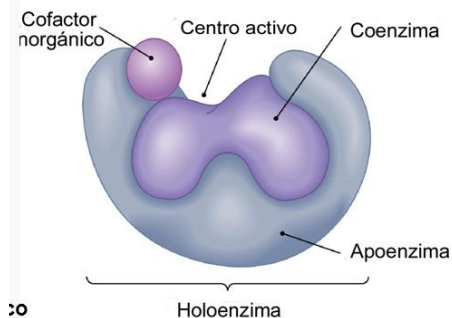
AS RIBOZIMAS

- As **ribozimas** son **ARN** (como o **ARN L19**) que **cataliza a perda ou a ganancia de nucleótidos**, sen consumirse eles mesmos.



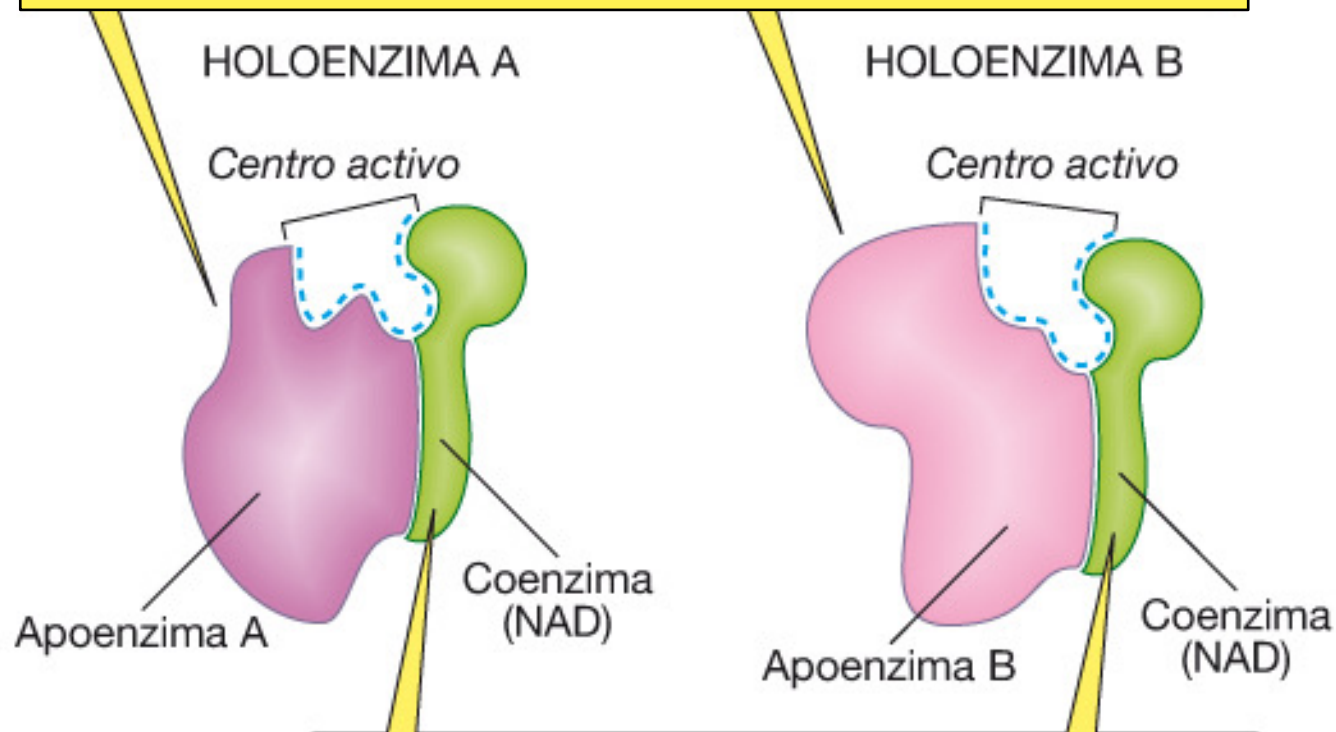
CLASIFICACIÓN DAS ENCIMAS

- As encimas, **segundo a súa estrutura**, pódense clasificar en dous tipos:
 - **Encimas estritamente proteicas**. Só conteñen cadeas polipeptídicas.
 - **Holoencimas**. Constituídas por unha **fracción polipeptídica** denominada **apoencima** e por unha **fracción non polipeptídica**, denominada **cofactor**. Á súa vez, segundo a orixe da súa composición, poden dividirse en:
 - **Cofactores inorgánicos**. Son **ións metálicos** que, polo xeral, se encontran en pequenas cantidades, menos dun 0,1 %. Por exemplo, o **Mg²⁺** nas **quinases** que regula a reacción de fosforilación da glicosa e o **Zn²⁺** nas encimas **carboxipeptidasas**.
 - **Cofactores orgánicos** ou **coencimas**. As coencimas máis importantes son o **ATP**, o **NAD⁺**, o **NADP⁺**, o **FAD** e a **coencima A (Co-A)**.
- Cando os cofactores se encontran unidos **fortemente**, denomínanse **grupos prostéticos**, como o **grupo hemo** das encimas **citocromo-oxidases**.



CLASIFICACIÓN DAS ENCIMAS

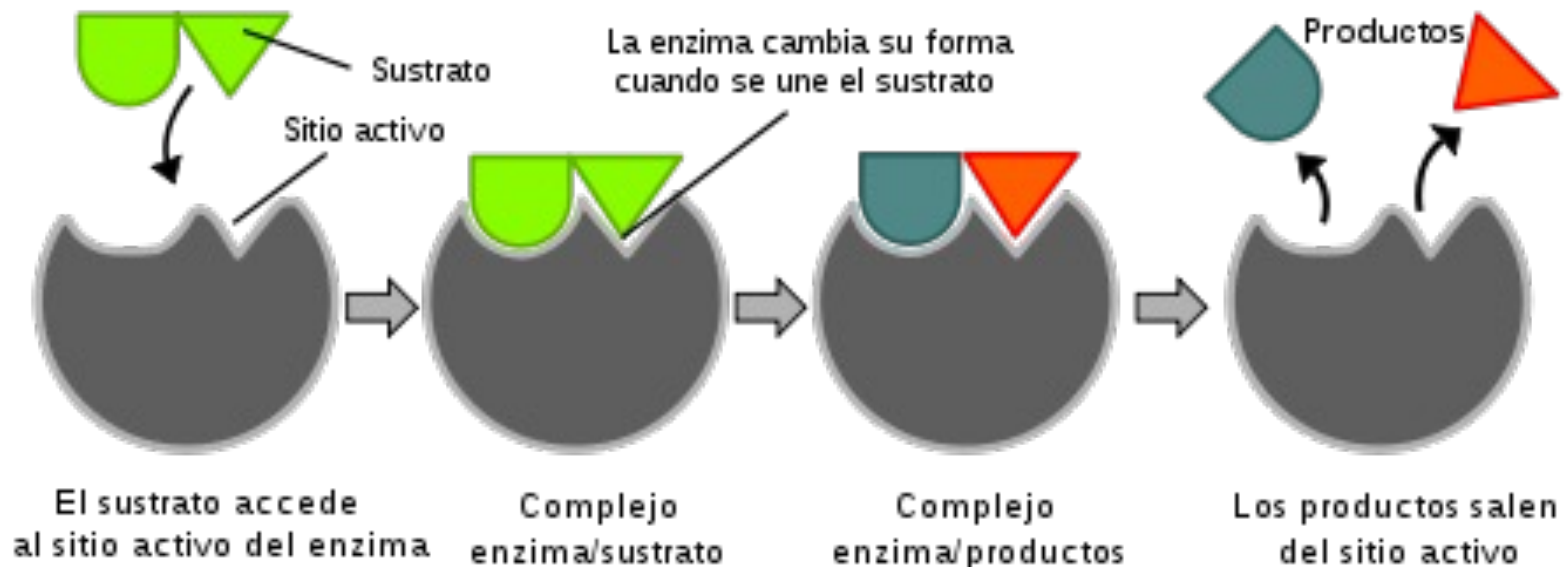
As holoenzimas A e B teñen a mesma coenzima (que determina o tipo de reacción) pero diferentes tipos de apoencimas; por elo actuarán sobre diferentes substratos



A coenzima NAD presente no centro activo intervén nas reaccións de oxidación-redución

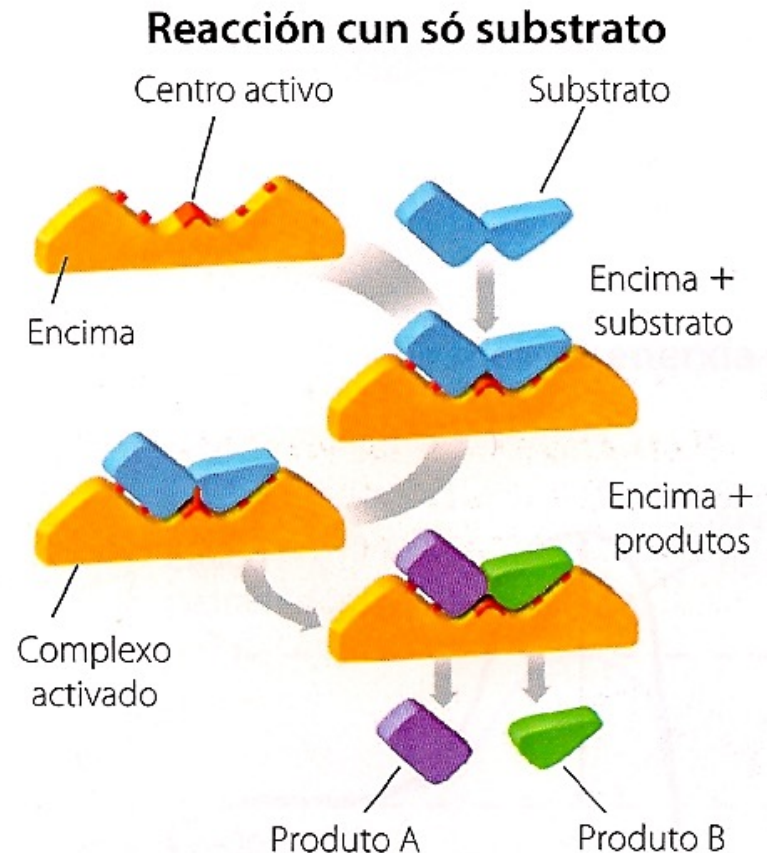
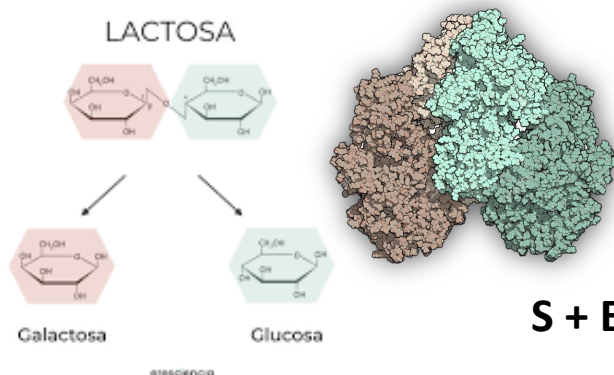
ACTIVIDADE ENCIMATICA

- A **substancia sobre a cal actúa unha encima** chámase **substrato**. A encima e o substrato únense mediante **enlaces débiles**, formando o **complexo encima-substrato** (ES) que presenta os **enlaces internos do substrato debilitados**.
- Despois fórmase o **complexo activado**, que é o estado **de transición do complexo encima-substrato**. Para alcanzar este estado **requírese moita menos enerxía que para chegar ao estado de transición** do substrato só. Ao acabar a transformación convértese en complexo **enzima-producto** (EP) e, finalmente, o **produto** (P) despréndese.



CLASIFICACIÓN DAS ENCIMAS

- As encimas actúan de dúas formas diferentes, **segundo o número de substratos que se unen a ela para reaccionar**:
- Reaccións cun só substrato**. A **encima** (E) fixa o **substrato** á súa superficie por absorción. Ao finalizar a reacción **libérase encima intacta** (E) e mais o **produto** (P).
- Exemplo : encima lactase**

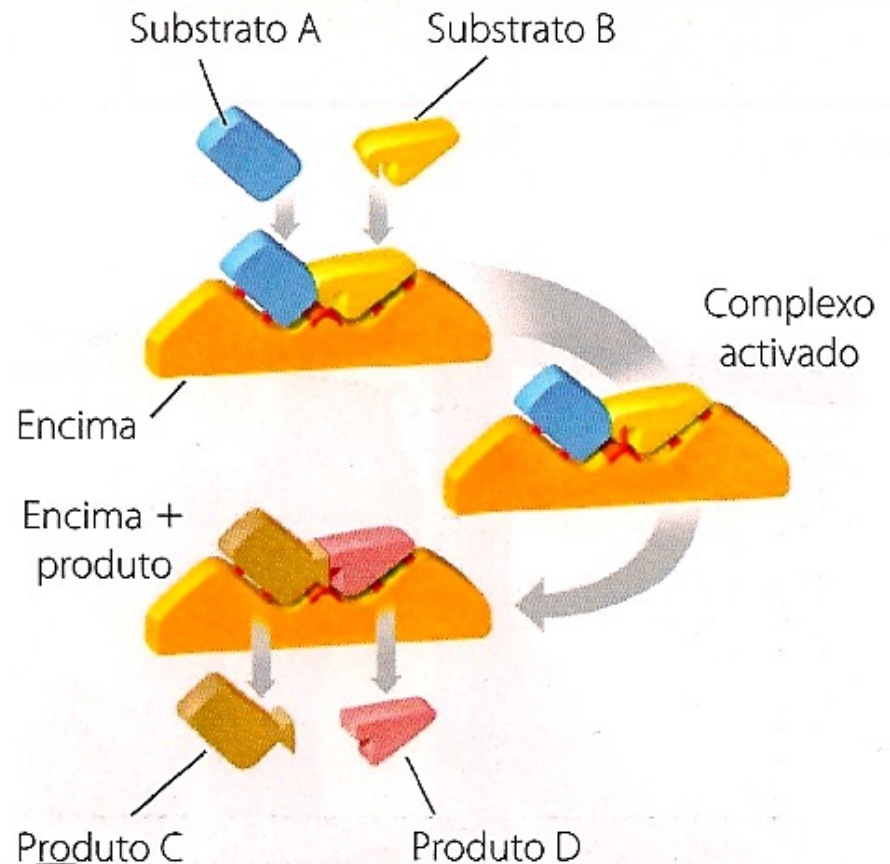


CLASIFICACIÓN DAS ENCIMAS

- **Reaccións con dous substratos.**
- A **encima (E)** atrae as **moléculas reaccionantes (A) e (B)** cara á súa superficie, por absorción, de forma que a posibilidade de encontro entre elas aumenta. En consecuencia, a reacción prodúcese máis rapidamente.
- A encima, unha vez realizada a transformación dos substratos nos **produtos (C e D)**, libérase rapidamente deles para volver actuar.



Reacción con dous substratos á vez

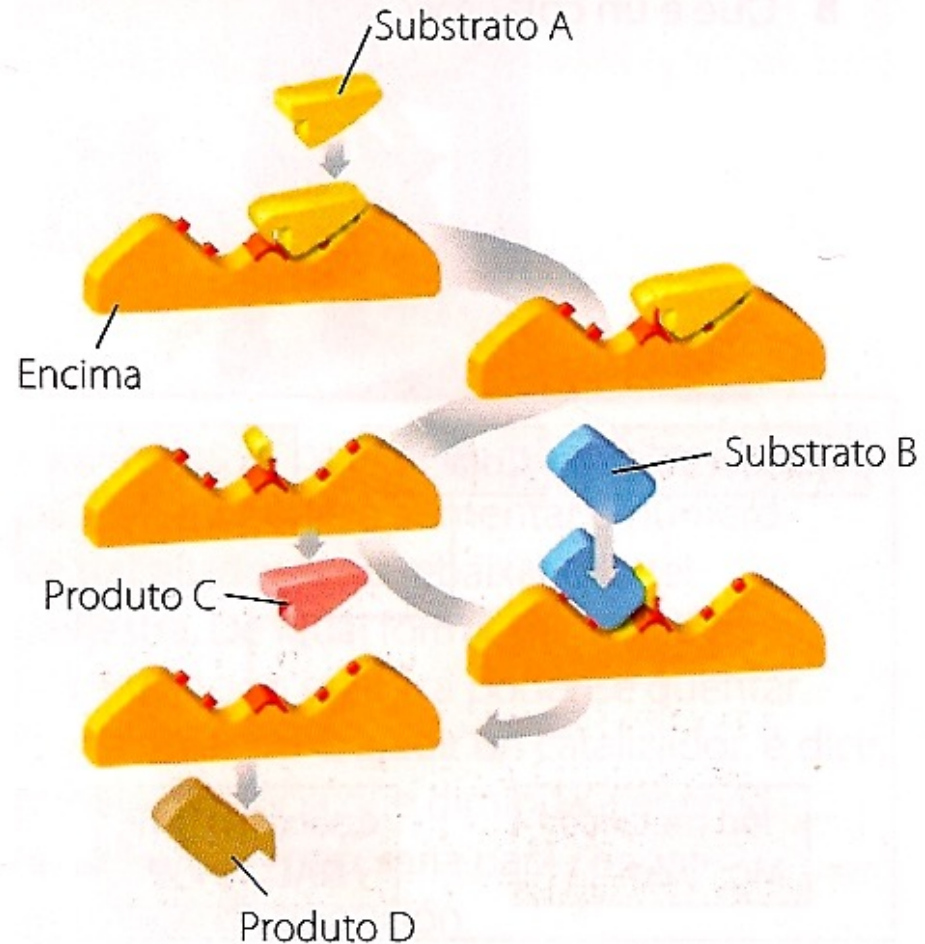


CLASIFICACIÓN DAS ENCIMAS

- **Reaccións con dous substratos.** En ocasións, a **encima** atrae primeiro un **substrato**, que **se desprende** da **encima** menos unha parte. Despois, atrae un **segundo substrato**, que se une á parte fixada do primeiro substrato. Este mecanismo denomínase «ping-pong».



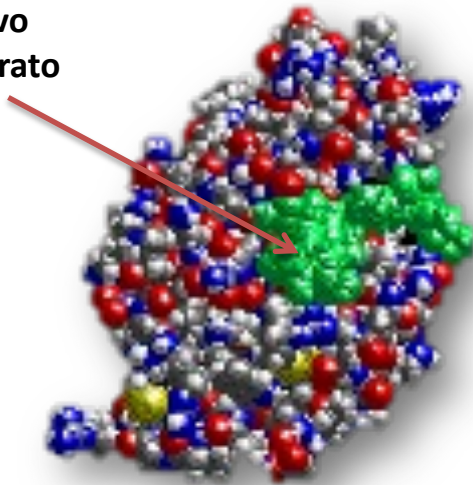
Reacción con dous substratos sucesivos



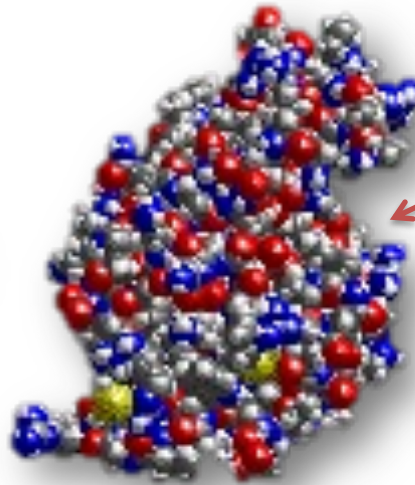
CENTRO ACTIVO DAS ENCIMAS

- O **complexo encima-substrato** (ES) únese grazas aos radicais dalgúns aminoácidos que establecen enlaces co substrato. A rexión da encima que se une ao substrato recibe o nome de **centro activo**.

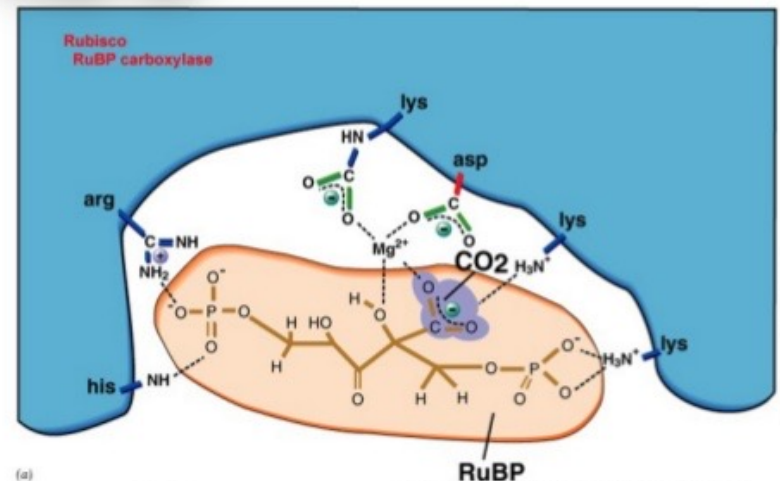
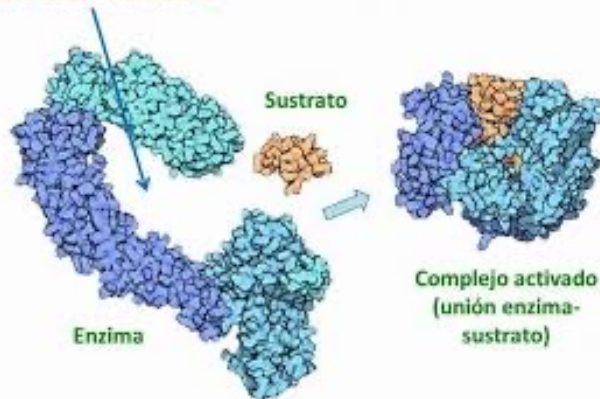
Encima co centro activo ocupado por un substrato



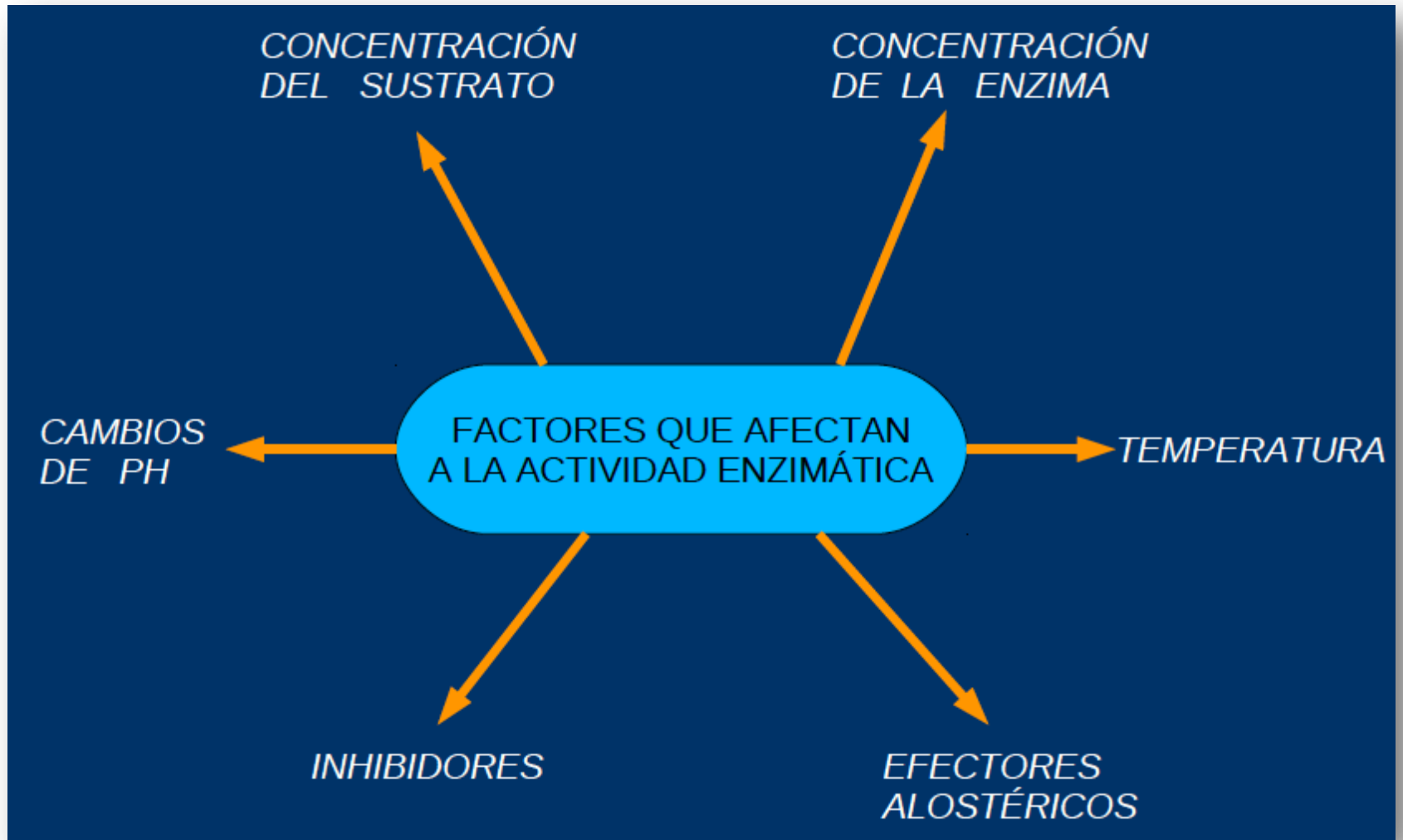
Encima co centro activo libre, sen substrato



Centro activo enzimático

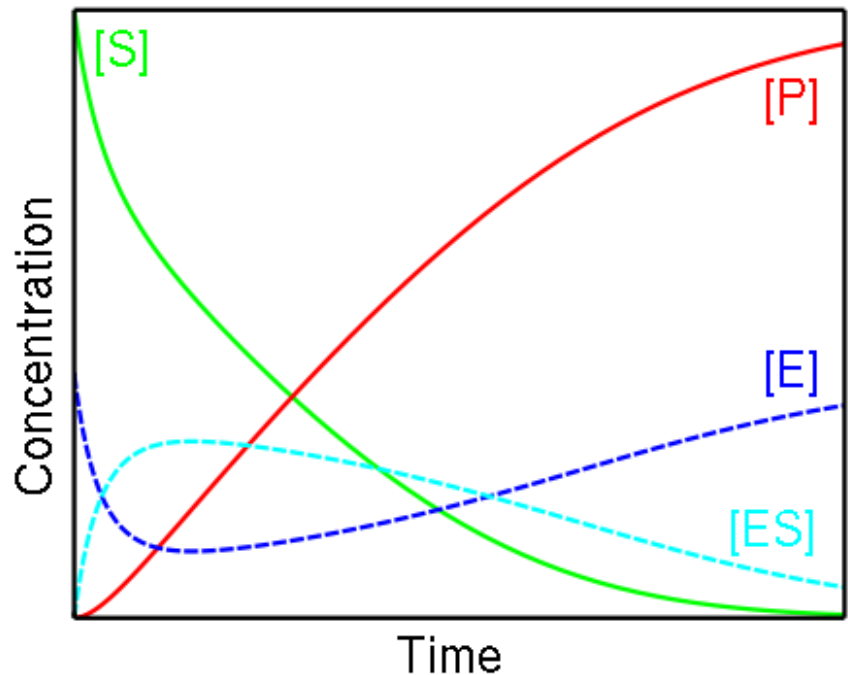
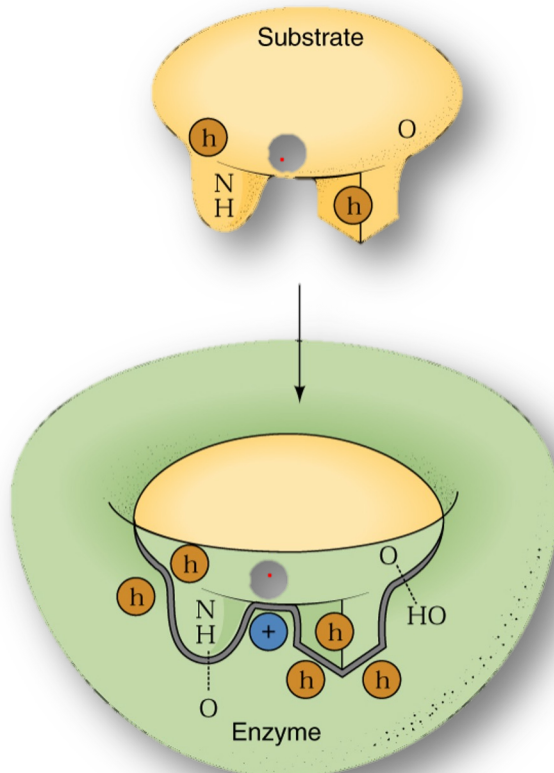


FACTORES QUE AFECTA A ACTIVIDADE ENCIMÁTICA



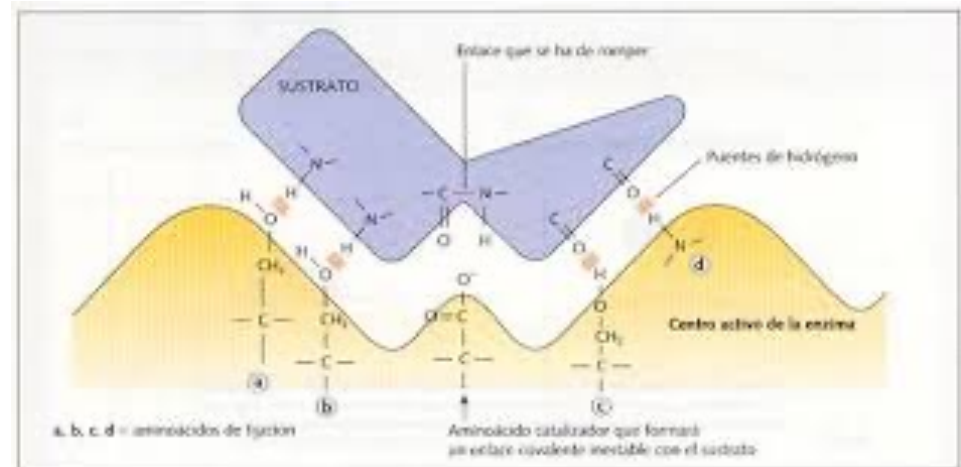
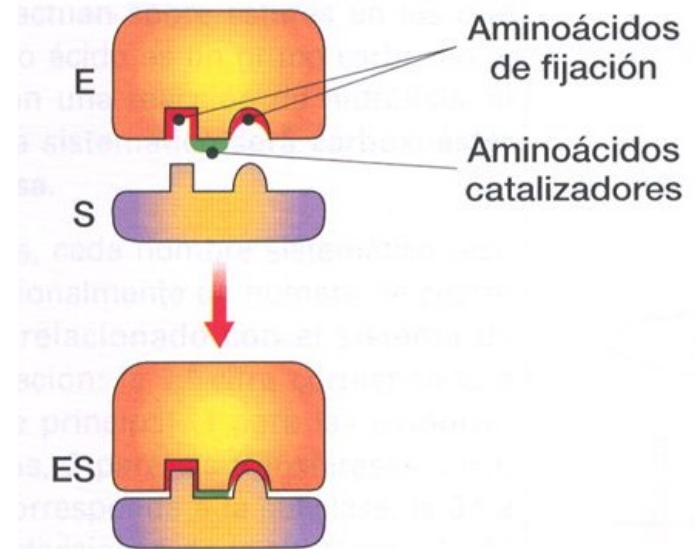
CARÁCTERÍSTICAS DOS CENTROS ACTIVOS

- Estes **centros activos** presentan as seguintes características:
 - Constitúen **unha parte moi pequena** do volume total da encima.
 - Teñen unha **estrutura tridimensional** en forma de cavidade que facilita que o **substrato encaixe** e dificulta que o faga outro tipo de moléculas.
 - Están **formados por aminoácidos** que, **aínda que distantes na secuencia polipeptídica**, debido aos repregamentos da cadea, **quedan próximos**.



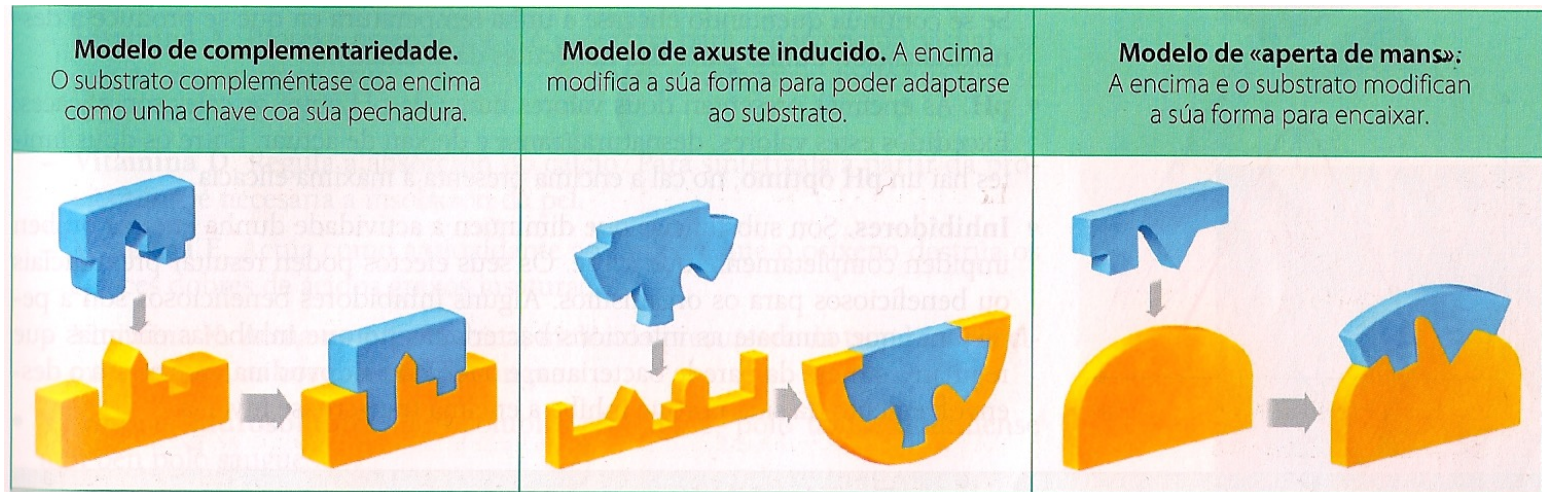
CARÁCTERÍSTICAS DOS CENTROS ACTIVOS

- Encóntranse **dous tipos de aminoácidos**.
 - **De fixación**, que **establecen enlaces débiles** co substrato e que **se fixan a el**.
 - **Catalizadores**, que establecen enlaces, débiles ou fortes (covalentes), co substrato e **provocan a ruptura dalgún dos seus enlaces**. Son, polo tanto, os responsables da súa transformación.
- Os **radicais dalgúns destes aminoácidos** presentan **afinidade química polo substrato**, polo que o **atraen e se establecen enlaces débiles** entre eles.



ESPECIFICIDADE DAS ENCIMAS

- Entre a encima e o substrato existe unha **alta especificidade**. Só se fixan ás encimas, os substratos que poden establecer algún enlace cos radicais dos **aminoácidos fixadores**. Destes, só aqueles substratos que presentan un enlace susceptible de ruptura, próximo aos radicais dos aminoácidos catalizadores das encimas, poden ser alterados.
- Esta **especificidade entre encima e substrato** pode **representarse de varias formas**:



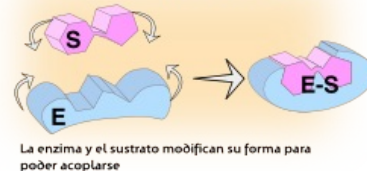
Modelo de complementariedad



Modelo de ajuste inducido

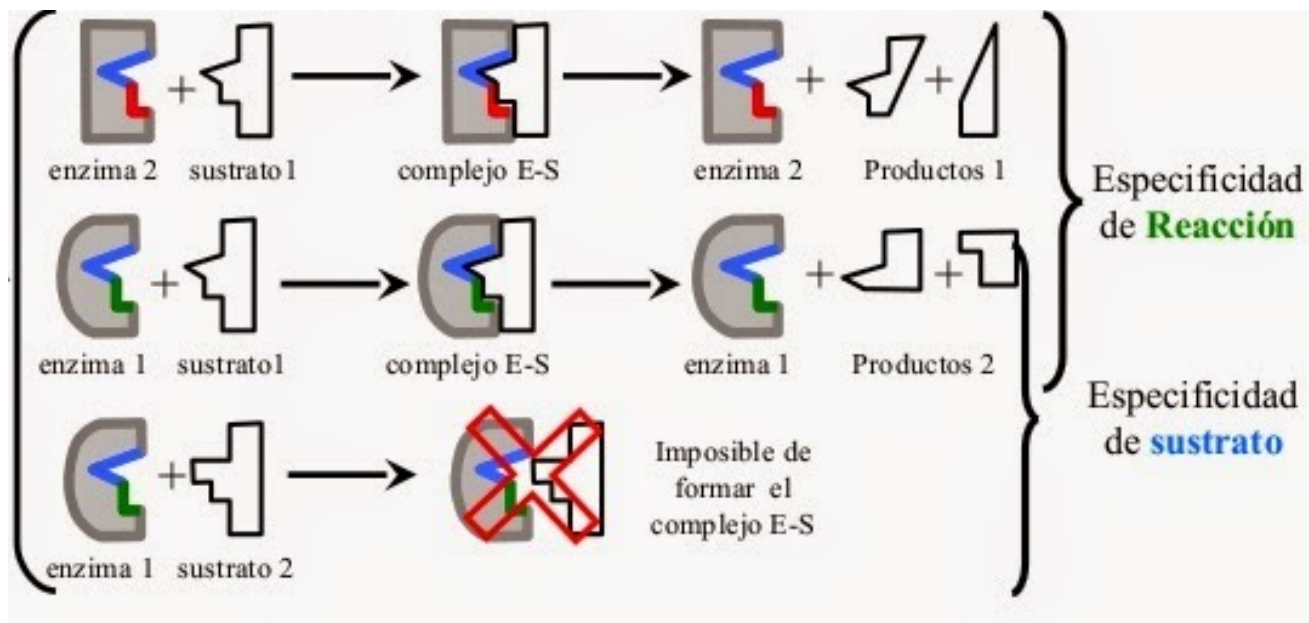


Modelo del apretón de manos



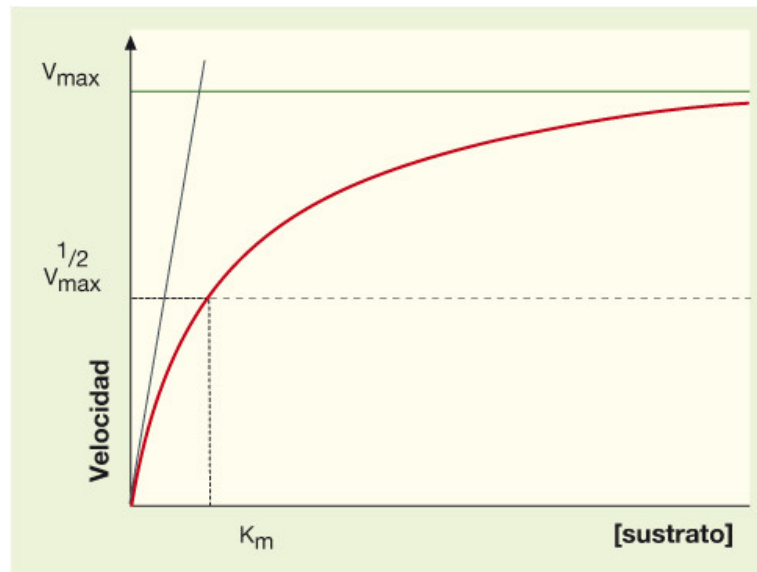
TIPOS DE ESPECIFICIDADE

- A especificidade entre a enzima e o substrato pode ocorrer em varios graos:
 - **Especificidade absoluta.** A enzima **só actúa sobre un substrato**; por exemplo, a **urease só actúa sobre a urea**.
 - **Especificidade de grupo.** A enzima **recoñece un determinado grupo de moléculas**. Por exemplo, a **β glicosidase que actúa sobre todas as moléculas do grupo dos β glicósidos**.
 - **Especificidade de clase.** A actuación da enzima **depende do tipo de enlace** e non do tipo de molécula. Por exemplo, as enzimas **fosfatases** separan os grupos fosfato de calquera tipo de molécula.



CINÉTICA ENCIMÁTICA

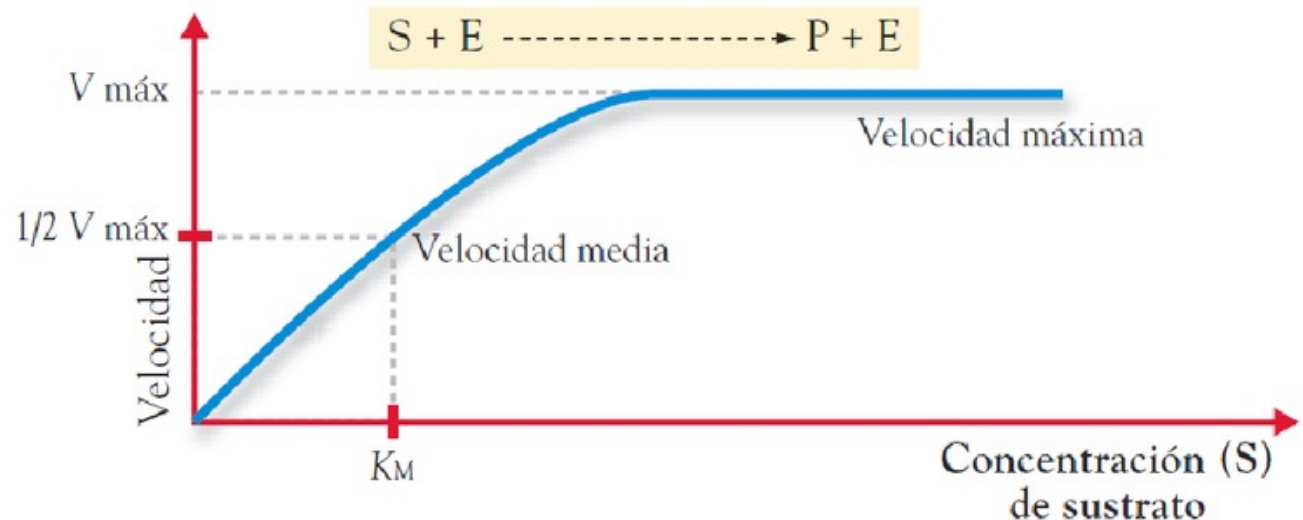
- Nunha reacción encimática cunha concentración de encima constante, se se incrementa a concentración do substrato prodúcese un aumento da velocidade de reacción. Ao haber máis moléculas de substrato por unidade de volume, auméntase a probabilidade de encontro entre o substrato e a encima.
- Se se continúa aumentando a concentración do substrato, chégase a un punto en que a velocidade de reacción deixa de incrementarse. Esta velocidade denomínase **velocidade máxima** ($V_{\max}$) Esta situación débese a que todas as moléculas da encima xa están ocupadas por moléculas de substrato e fórmase o complexo encima-substrato. Este proceso denomínase **saturación da encima**.



CONSTANTE DE MICHAELIS-MENTEN

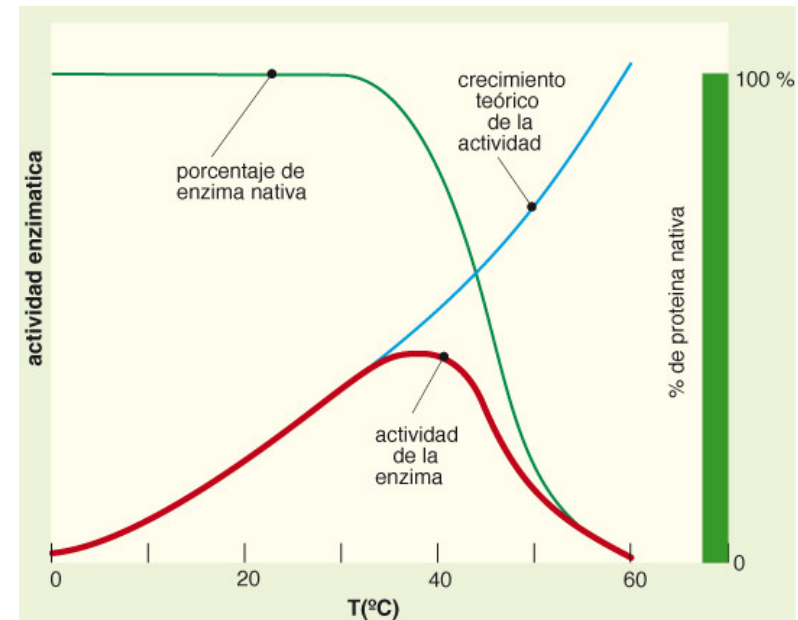
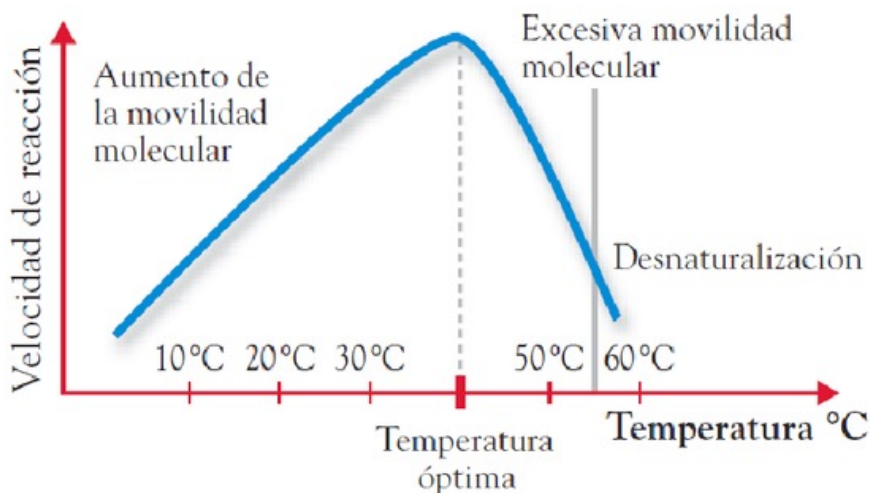
- A partir deste comportamento encimático, **Leonor Michaelis** e **Maud Menten** definiron a **constante de Michaelis-Menten (K_M)**, que é a **concentración do substrato á cal a velocidade de reacción é a metade da velocidade máxima**. A constante K_M depende do **grao de afinidade que hai entre a encima e o seu substrato**.
- A seguinte ecuación permite calcular, a partir da $V_{\text{máx}}$ e a K_M , a velocidade da reacción ás diferentes concentracións de substrato.

$$V = V_{\text{máx}} \frac{[S]}{K_M + [S]}$$



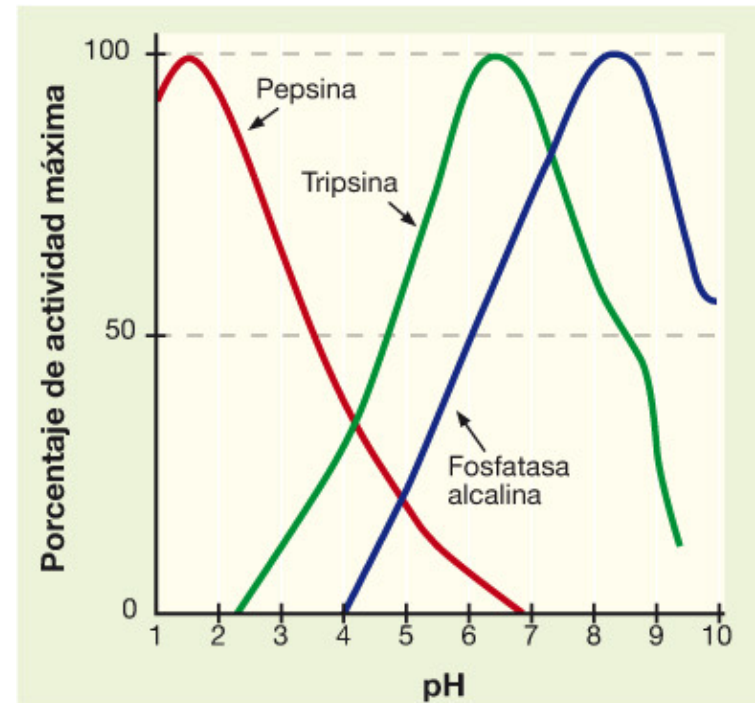
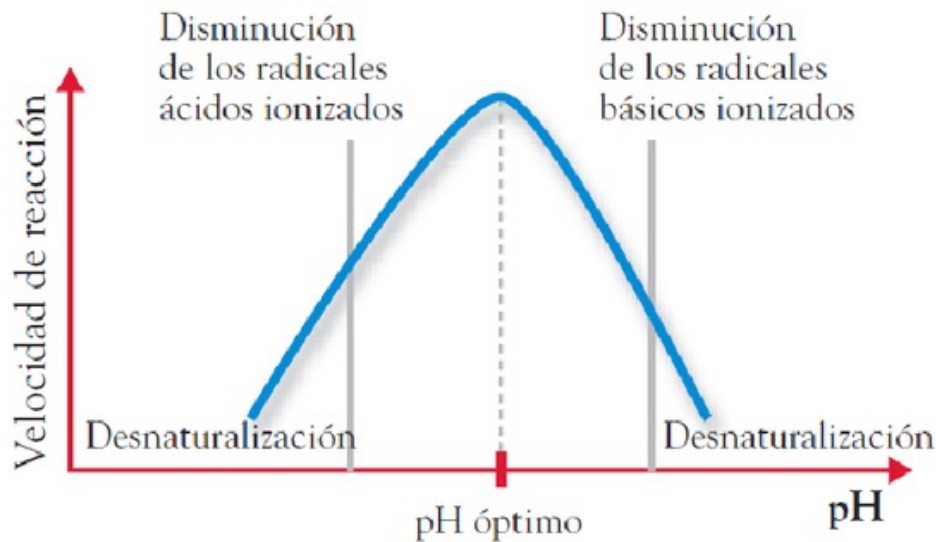
FACTORES QUE AFECTAN A ACTIVIDADE ENCIMÁTICA

- A **velocidade de reacción** conseguida por unha encima depende da **concentración do substrato** e doutros factores, como son:
 - **Temperatura**. Se a unha reacción encimática se lle subministra **enerxía calorífica**, as **moléculas aumentan a súa mobilidade** e, polo tanto, o **número de encontros moleculares**; polo que **aumenta a velocidade de reacción**. Existe unha **temperatura óptima** para cada encima, **para a cal a actividade encimática é máxima**. Se se **continúa quentando** chégase a unha temperatura en que se produce a **desnaturalización** dunha parte das moléculas da encima.



FACTORES QUE AFECTAN A ACTIVIDADE ENCIMÁTICA

- **pH**. As encimas presentan dous valores límite de pH entre os cales son eficaces. Excedidos estes valores, desnaturalízanse e deixan de actuar. Entre os dous límites hai un **pH óptimo**, no cal a encima presenta, a máxima eficacia.

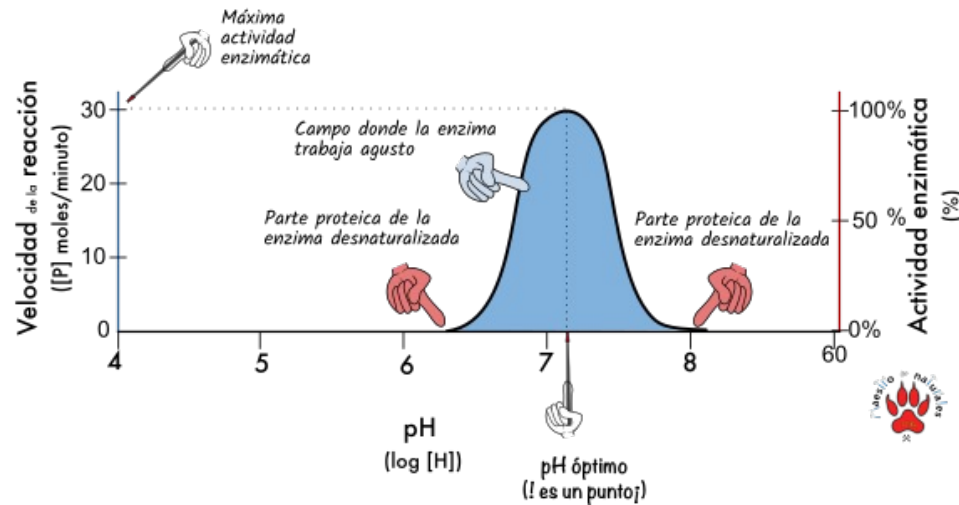
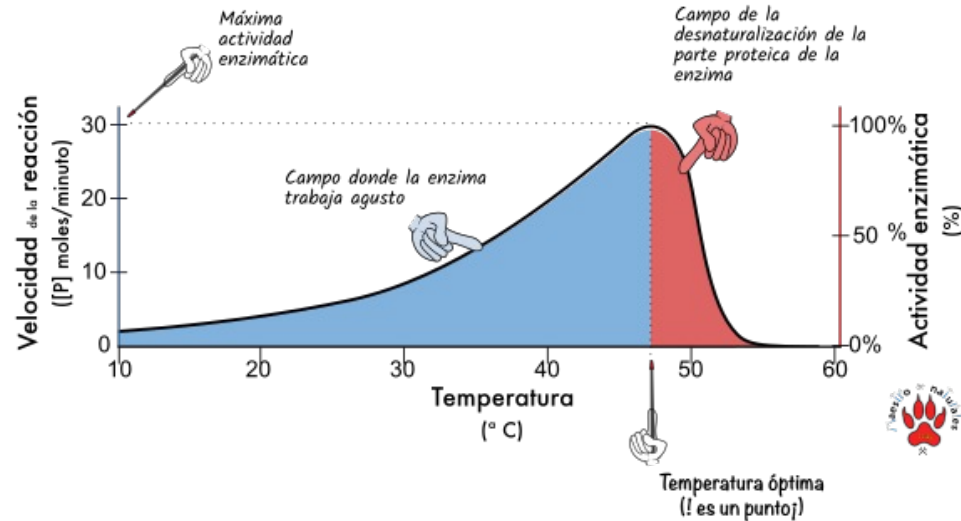


ACTIVIDADE ENCIMÁTICA

La velocidad de reacción depende de:

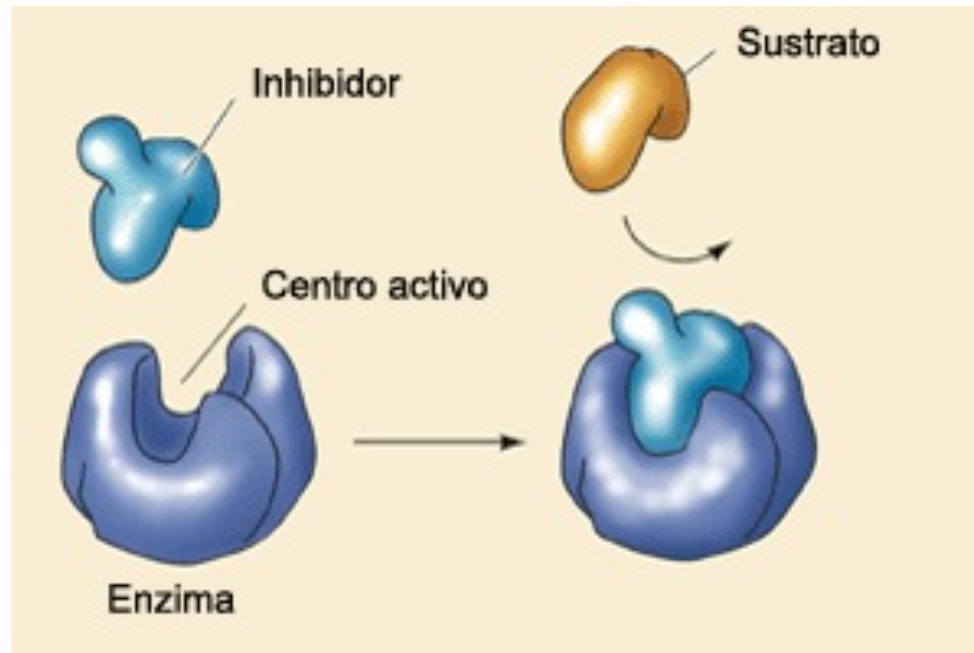
- 1° [reactantes]
- 2° temperatura a la cual se encuentra la reacción
- 3° pH a la cual se encuentra la reacción

El campo coloreado representa el rango donde la enzima realiza su trabajo



FACTORES QUE AFECTAN A ACTIVIDADE ENCIMÁTICA

- **Inhibidores.** Son substancias que diminúen a actividade dunha encima ou ben impiden completamente que actúe. Os seus efectos poden resultar prexudiciais ou beneficiosos para os organismos.
- Algúns inhibidores beneficiosos son a **penicilina**, que combate as infeccións bacterianas porque inhibe as encimas que regulan a síntese da parede bacteriana, e o **AZT** ou **zidovudina**, que atrasa o desenvolvemento da sida porque inhibe a encima transcintas e inversa.



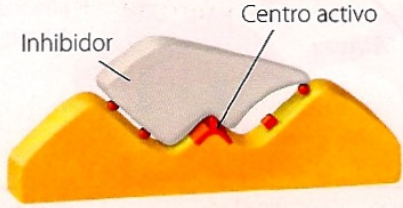
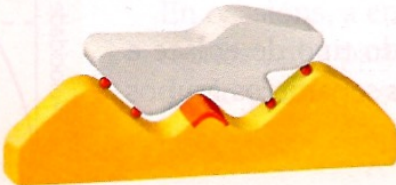
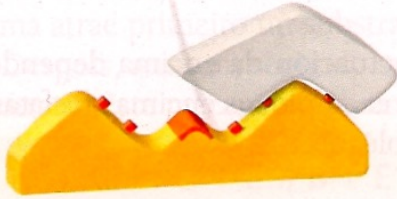
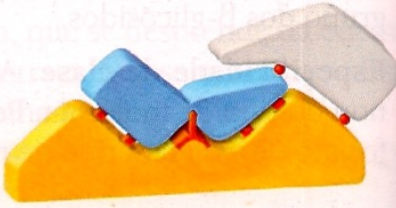
TIPOS DE INHIBIDORES

Os **inhibidores** poden ser:

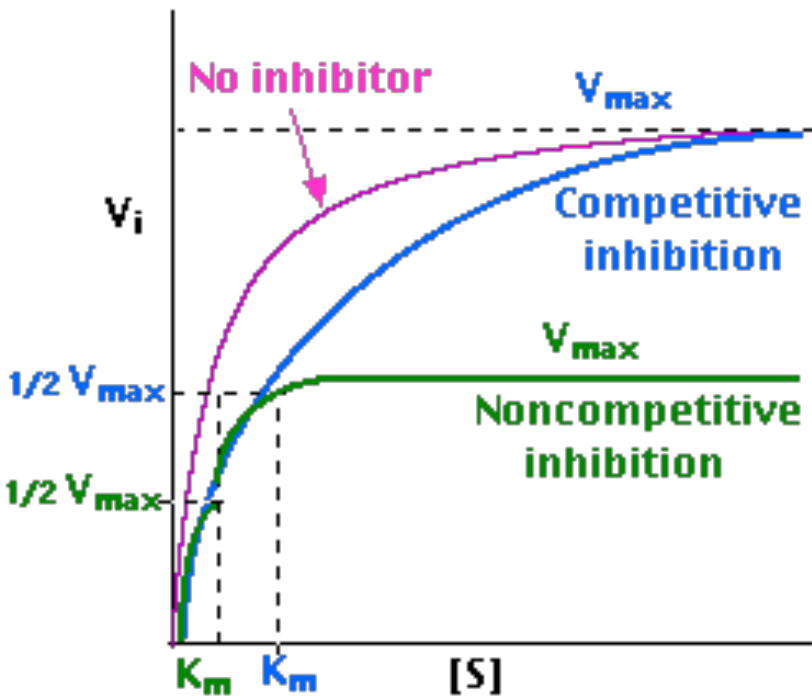
- **irreversibles**, cando se unen fortemente á encima, na maioría dos casos mediante unha ligazón covalente.
- **reversibles**, cando se unen de modo non covalente á encima.

Hai dous tipos principais de **inhibidores reversibles**:

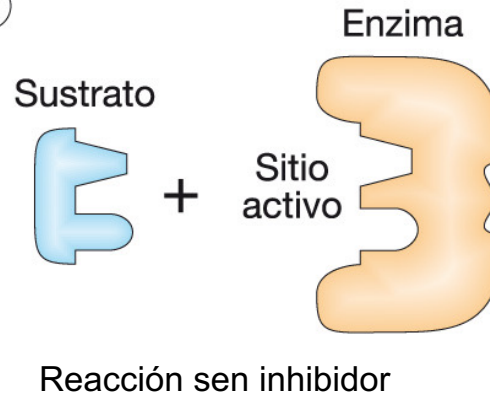
- Os **inhibidores competitivos** únense ao mesmo centro activo da encima por ter un parecido estrutural co substrato.
- Os **inhibidores non competitivos** únense á encima de modo que ou impiden a unión do substrato, ou por diversos motivos dificultan a etapa catalítica de obtención de P a partir do complexo ES.

Tipos de inhibición			
Irreversible. O inhibidor fíxase de forma permanente ao centro activo da encima e inutilízao.	Irreversible competitiva. O inhibidor únese temporalmente á encima.	Irreversible non competitiva. O inhibidor únese á encima e non permite a fixación do substrato.	Bloqueo complexo encima-substrato. O inhibidor fíxase ao complexo encima-substrato e impide a formación dos produtos.
			

TIPOS DE INHIBIDORES

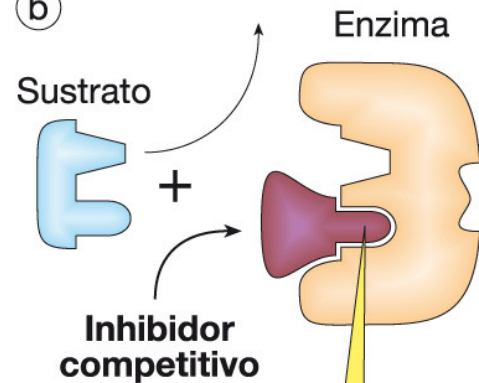


(a)



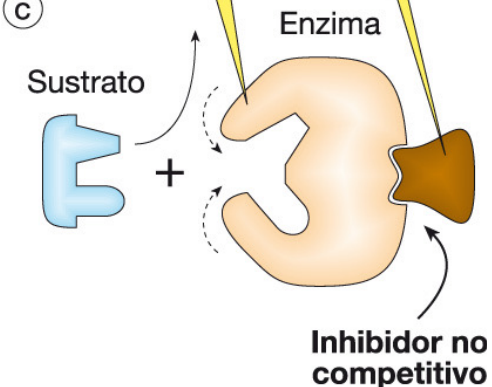
El inhibidor se une a la enzima en un lugar alejado del centro activo, pero su unión modifica la forma de dicho centro y el sustrato ya no puede unirse a él.

(b)



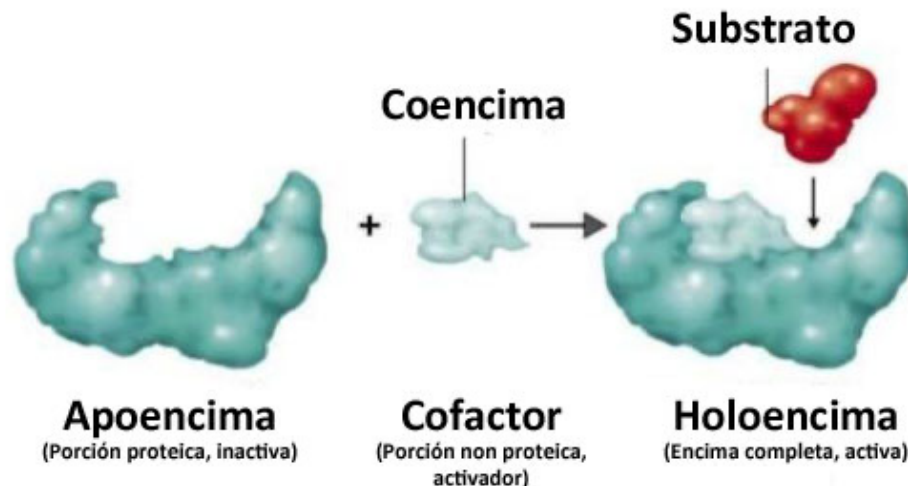
El inhibidor y el sustrato compiten por unirse al centro activo. La unión del inhibidor al centro activo impide la función de la enzima.

(c)



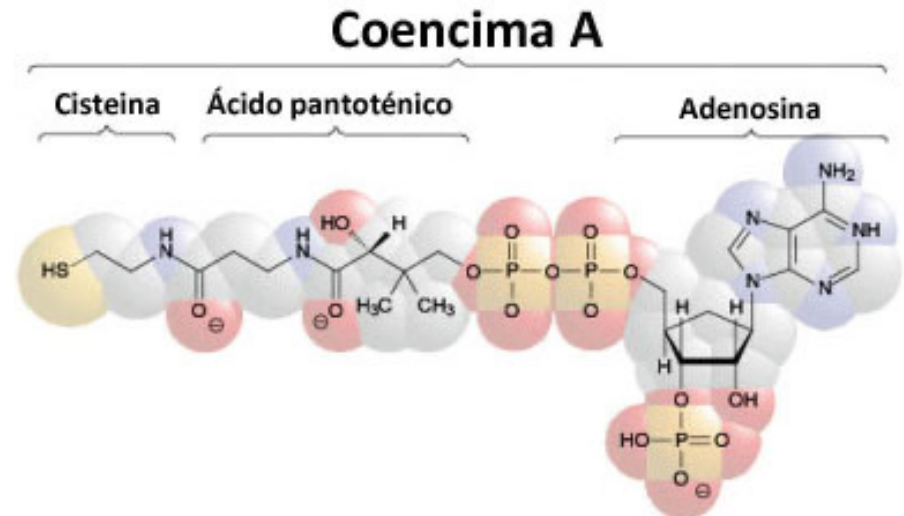
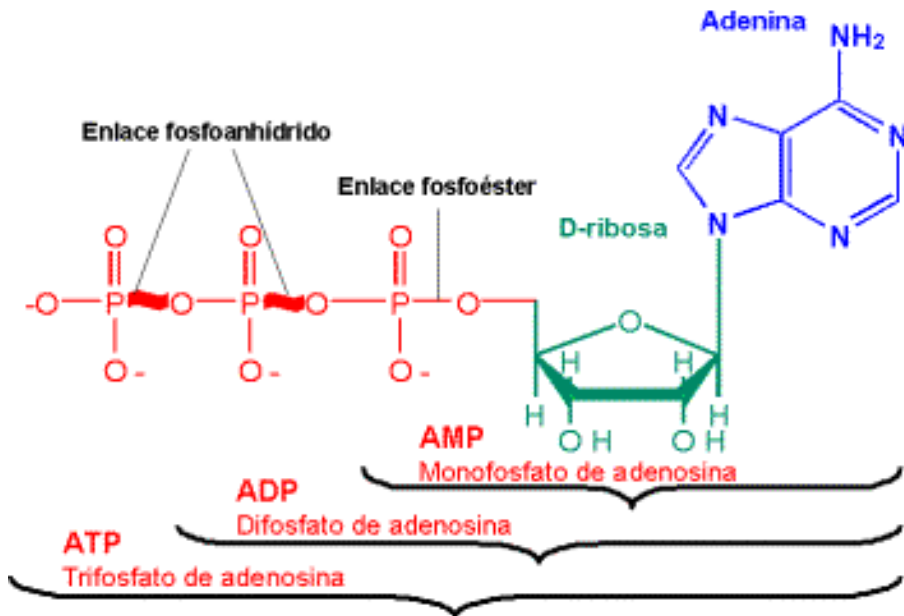
COENCIMAS

- As **holoencimas**, están formadas por unha **parte proteica**, denominada **apoencima**, e **outra non proteica**, denominada **coencima**.
- As **coencimas** actúan como **transportadores de grupos químicos**. En consecuencia, **modifícase** na reacción ao aceptar ou perder átomos.
- A **unión coencima-apoencima** é **temporal** e similar á unión substrato-encima, polo que a coencima **se pode considerar como un segundo substrato**.
- Moitas coencimas son **vitaminas** ou **presentan vitaminas como constituíntes** da súa estrutura. As coencimas **non adoitan ser específicas** dun só tipo de apoencima. e pódense unir a moitos tipos distintos, con funcións diferentes.

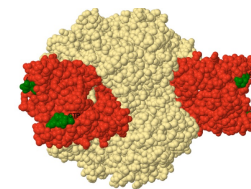


TIPOS DE COENCIMAS

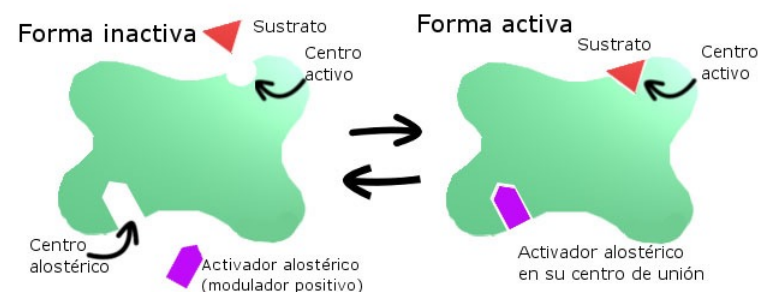
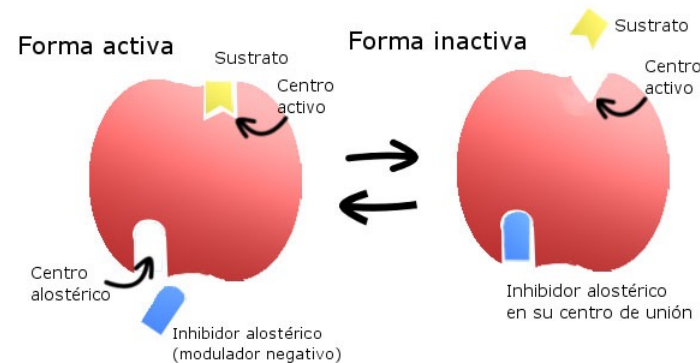
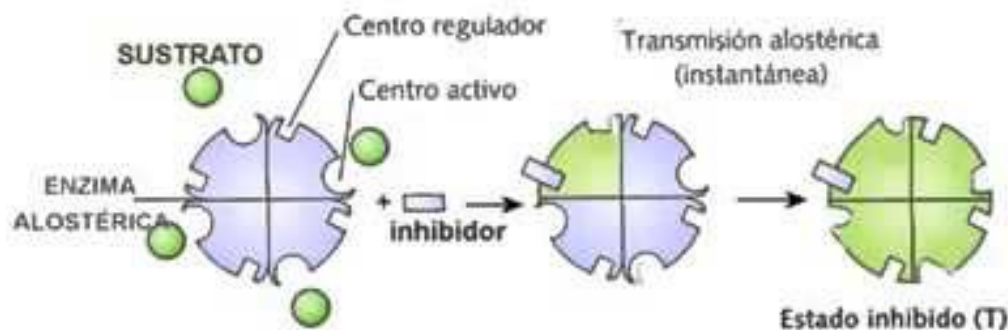
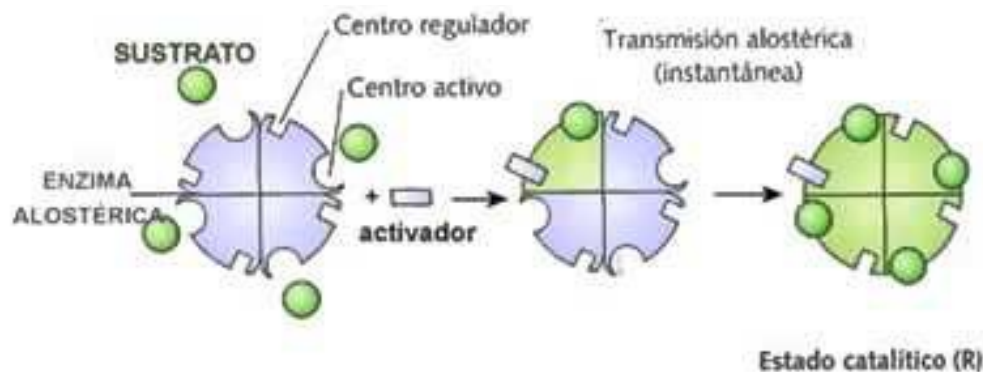
- Pódense distinguir **dous tipos** en función dos elementos que transporten:
- **Coencimas de oxidación e redución**. Son as que **transportan protóns** (H^+) e **electróns** (e^-). Entre elas destacan os nucleótidos: **NAD⁺**, **NADP⁺** e **FAD**.
- **Coencimas de transferencia**. Son as que **transportan radicaís**. As máis importantes son o nucleótido nucleico **ATP** e un derivado de nucleótido non nucleico, **acetil-CoA**. Os ATP actúan **transportando grupos fosfato** (H_2PO_4) para cedelos a outras moléculas. O acetil-CoA **transporta os grupos acetilo** ($C-O-CH_3$) e na súa composición intervén o **ácido pantoténico** ou **vitamina B₅**.



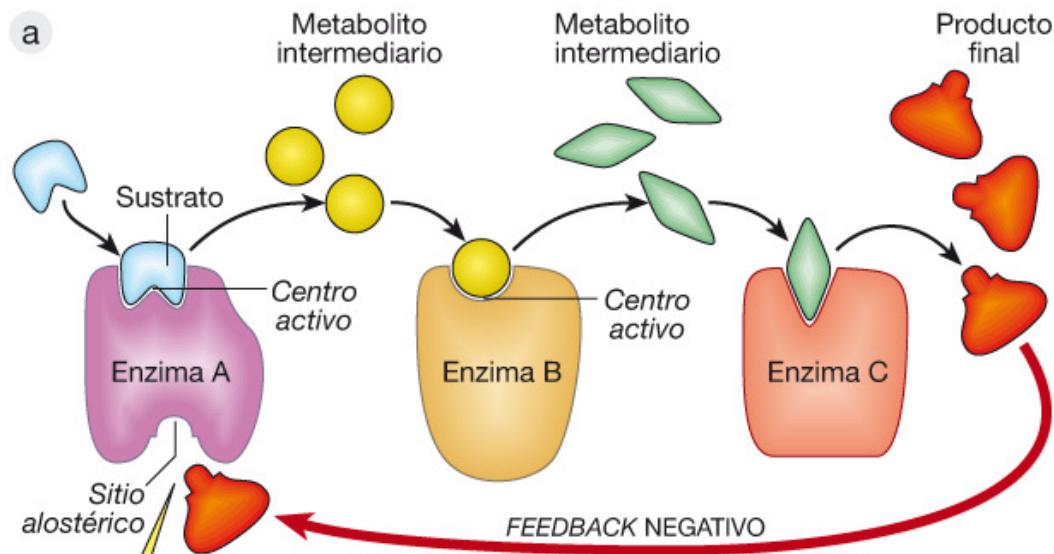
ENZIMAS ALOSTÉRICAS



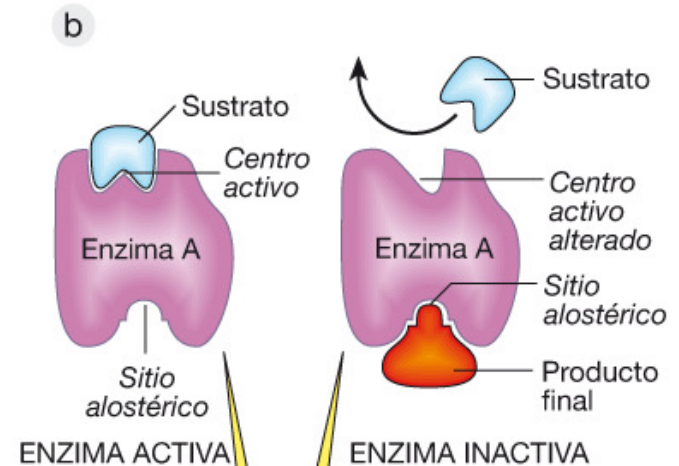
- Son encimas que posúen **estruturas cuaternarias**, con **varios centros activos** e, ademais, **varios sitios ou centros reguladores** ou **alostéricos**, para a unión reversible de **moduladores** ou **efectores** da súa actividade. Os moduladores, que poden ser **activadores** ou **inhibidores**, regulan a actividade catalítica **provocando na encima un cambio de conformación** que altera a forma do centro activo.



ENZIMAS ALOSTÉRICAS



En una ruta metabólica, cuando se ha producido un exceso de producto final, éste actúa como inhibidor de la enzima alostérica que cataliza la primera reacción.



Las enzimas alostéricas tienen dos conformaciones: una activa y otra inactiva. Cuando están activas, el sustrato se une al centro activo y se lleva a cabo la reacción.

NOMENCLATURA DAS ENCIMAS

- Hai encimas que **conservan a denominación inicial**, como as encimas dixestivas **tripsina** e **pepsina**.
- En numerosos casos de nome das encimas **consta do sufixo -ase precedido do nome do reactivo ou substrato da reacción**, como, por exemplo, **ureasa** ou **sacarasa**,
- Noutros casos noméanse **en función do tipo de reacción**, como as hidrolases que levan a cabo reaccións de hidrólise.
- Actualmente noméanse **co nome do substrato** (ou substratos) ao que **se lle engade o da acción química realizada**, como por ex. **lactato deshidroxenase**.

Clasificación de las enzimas según el tipo de reacción que catalizan

Clasificación	Tipos de reacción
1. Oxidorreductasas	Reacciones de oxidación-reducción
2. Transferasas	Transferencia de grupos funcionales
3. Hidrolasas	Reacciones de hidrólisis
4. Liasas	Roturas no hidrolíticas de enlaces
5. Isomerasas	Reacciones de isomerización
6. Ligasas	Formación de enlaces acoplados al consumo de ATP

Tabla 11.7 Ejemplos de cada una de las principales clases de enzimas

Clase	Ejemplo (tipo de reacción)	Reacción catalizada
1- Oxidoreductasas	Alcohol deshidrogenasa (EC 1.1.1.1) (oxidación con NAD ⁺)	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2\text{OH} \xrightarrow{\text{NAD}^+ \rightarrow \text{NADH} + \text{H}^+} \text{H}_3\text{C}-\text{C}(=\text{O})\text{H}$ Etanol Acetaldehído
2- Transferasas	Hexoquinasa (EC 2.7.1.2) (fosforilación)	$\text{D-Glucose} + \text{ATP} \xrightarrow{\quad} \text{D-Glucose-6-fosfato} + \text{ADP}$
3- Hidrolasas	Carboxipeptidasa A (EC 3.4.17.1) (ruptura de enlace peptídico)	$\text{---N(R}^1\text{)-C(=O)-N(R}^2\text{)-COO}^- \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{---N(R}^1\text{)-COO}^- + \text{H}_2\text{N(R}^2\text{)-COO}^-$ C-terminal del polipéptido Polipéptido acortado Residuo C-terminal
4- Liasas	Piruvato descarboxilasa (EC 4.1.1.1) (descarboxilación)	$\text{CH}_3\text{C(=O)COO}^- \longrightarrow \text{CH}_3\text{C(=O)H} + \text{CO}_2$ Piruvato Acetaldehído
5- Isomerasas	Maleato isomerasa (EC 5.2.1.1) (isomerización cis-trans)	$\text{Maleato} \rightleftharpoons \text{Fumarato}$
6- Ligasas	Piruvato carboxilasa (EC 6.4.1.1) (carboxilación)	$\text{CH}_3\text{C(=O)COO}^- + \text{CO}_2 \xrightarrow{\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{P}_i} \text{CH}_3\text{C(=O)CH}_2\text{COO}^-$ Piruvato Oxalacetato

Vitaminas



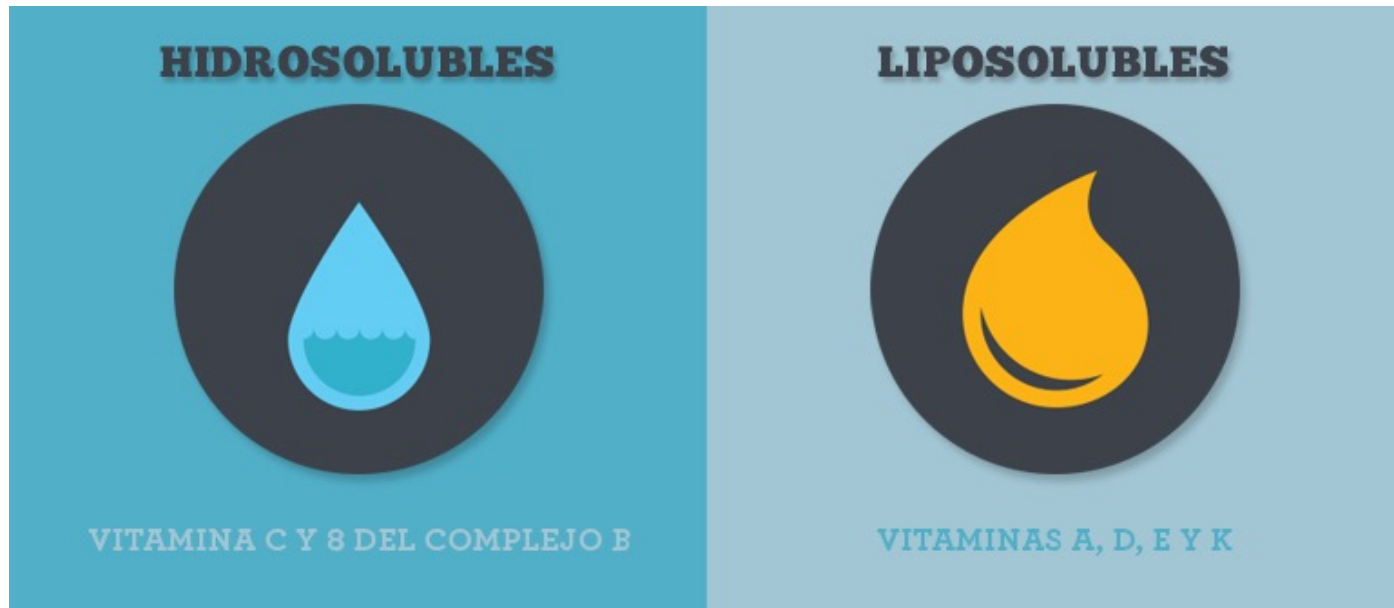
CARÁCTERÍSTICAS DAS VITAMINAS

- As **vitaminas** son un grupo de substancias orgánicas de composición moi variada, **necesarias en cantidades moi pequenas** (da orde de miligramos ou microgramos ao día) para o correcto funcionamento do organismo; por iso denomínanse **micronutrientes**.
- Son compostos que **non poden ser sintetizados pola maioría dos animais**, polo que **deben inxerise na dieta**. Nalgúns casos incorpóranse como **provitaminas** que, posteriormente, son transformadas na súa forma activa.

VALORES DE REFERENCIA DE LA UE EN CUANTO A LA CANTIDAD DIARIA RECOMENDADA DE ALGUNOS NUTRIENTES	
Vitamina A o Retinol	800 µg
Vitamina B6 o Piridoxina	1,5 mg
Vitamina B9 o Ácido fólico	200 µg
Vitamina B12 o Cobalamina	2 µg
Vitamina D	5 µg
Vitamina E	10 mg
Vitamina C	60 mg
Omega 3	1,6 g
Calcio	800 mg
Hierro	14 mg
Fibra	18 g
Sodio	2,4 g

CARACTERÍSTICAS DAS VITAMINAS

- Desempeñan **funcións catalíticas**, e algunhas desempeñan **funcións metabólicas específicas** nas rutas de transformación dos macronutrientes.
- Son **precursores de coencimas** e de moléculas activas no metabolismo ou son **imprescindibles para a súa síntese**.
- As vitaminas, **segundo a súa solubilidade en auga**, clasifícanse en dous grupos:
 - **Vitaminas liposolubles**
 - **Vitaminas hidrosolubles**



VITAMINAS LIPOSOLUBLES

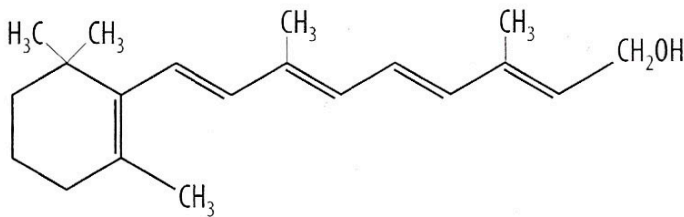
- Son de **natureza lipídica** e, polo tanto, son **solubles** en disolventes orgánicas (son apolares). A **súa insolubilidade na auga fai difícil a súa eliminación**, polo que o seu **exceso pode acumularse no organismo e producir toxicidade**. Xeralmente **non son cofactores ou precursores** e soen ser **derivadas do isopreno**. Pertencen a este grupo:



VITAMINAS LIPOSOLUBLES



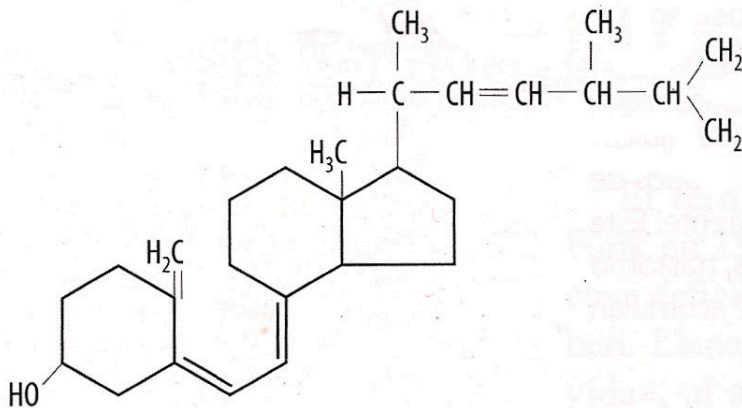
- **Vitamina A, retinol ou antixeroftálmica**
- Nos animais pode obterse por rotura da dobre ligazón central de β -caroteno, polo que esta molécula considérase como provitamina A.
 - **Función biolóxica.** Antioxidante. Participa no ciclo visual das células fotorreceptoras da retina. Intervén no mantemento dos tecidos epiteliais.
 - **Anomalías causadas pola súa carencia:** Alteracións epiteliais. Opacidade e engrosamento da córnea. Cegueira nocturna. Pel seca. Xeroltalmia e queratomalacia.



VITAMINAS LIPOSOLUBLES



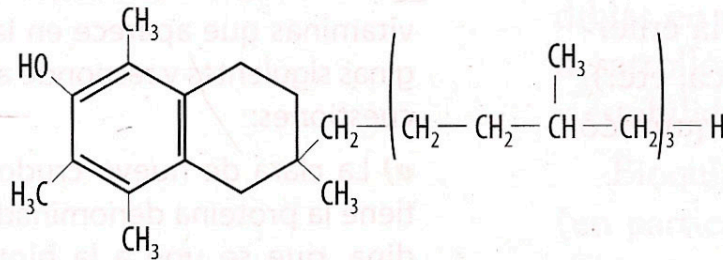
- **Vitamina D, calciferol ou antirraquítica**
- Pode ser sintetizada ao incidir a **radiación ultravioleta** sobre o **7-desidrocolesterol** (obténdose **vitamina D₃**) ou sobre o **ergosterol** (**vitamina D₂**)
- **Función biolóxica.** **Mineralización dos ósos.** **Absorción de Ca e P no intestino.**
- **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Raquitismo e osteomalacia** (calcificación ósea deficiente). **Debilidade ósea e deforminades.**



VITAMINAS LIPOSOLUBLES



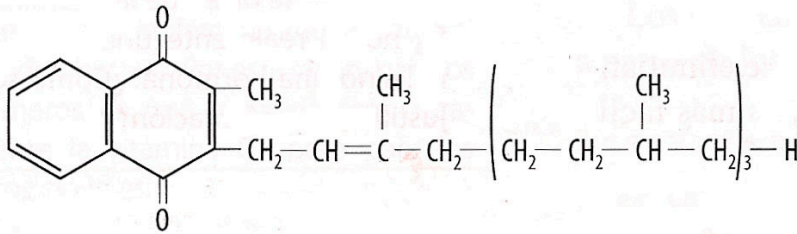
- **Vitamina E, tocoferol ou antiestéril**
- Especúlase coa posibilidade de que esta vitamina desempeñe unha función **preventiva das lesións dexenerativas** celulares que conducen á aparición de tumores e ao envellecemento celular.
- - **Función biolóxica.** **Antioxidante.** **Protección celular.**
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Esterilidade** nalgúns animais (non no ser humano). Rara a súa carencia.



VITAMINAS LIPOSOLUBLES



- **Vitamina K, naftoquinona ou antihemorráxica**
- É sintetizada polas bacterias presentes no colon (flora intestinal), polo que non é frecuente a súa carencia.
- - **Función biolóxica.** Síntese de protrombina, necesaria para unha adecuada coagulación sanguínea. Saúde ósea.
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** Hemorraxias. Problemas de coagulación, fracturas.



VITAMINAS HIDROSOLUBLES

- Son **polares** e **solubles en auga** e, polo tanto, **difúndense moi ben polo sangue**. Debido a isto son **excretadas ou destruídas** no metabolismo celular, polo que **deben obterse regularmente na dieta**, pero a súa **acumulación no resulta tóxica**. Xeralmente actúan como **coencimas** ou **precursores de coencimas**.



B1 (tiamina)



B2 (riboflavina)



B3 (niacina o
ácido nicotínico)



B5 (ácido
pantoténico)



B6 (piridoxina)



B8 (biotina)



B9 (ácido fólico)



B12 (cianocobala
mina)

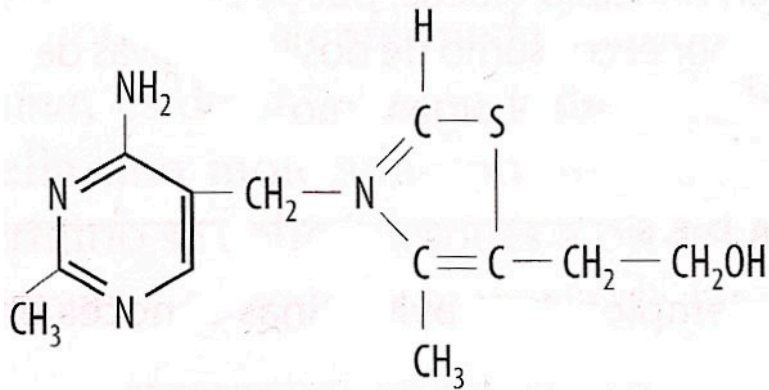


vitamina C (ácido
ascórbico).

VITAMINAS HIDROSOLUBLES



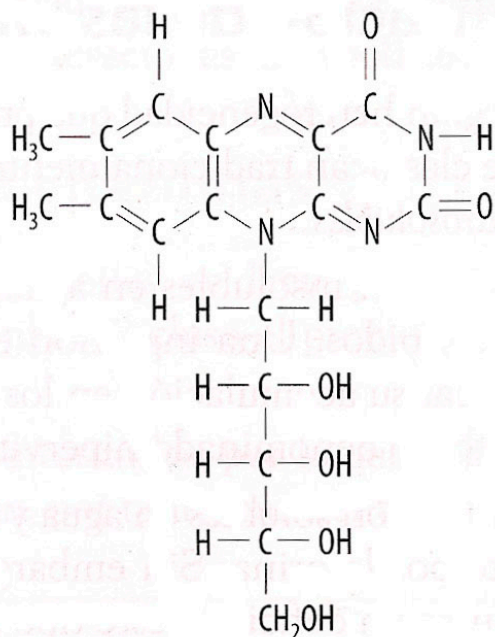
- **Vitamina B₁, tiamina ou antineurítica**
- A dose necesaria depende da alimentación. A maior proporción de nutrientes enerxéticos, é necesaria maior cantidade desta vitamina. É sintetizada, en parte, polas **bacterias intestinais**.
 - **Función biolóxica.** O pirofosfato de tiamina actúa como **coenzima das encimas descarboxilasas**.
 - **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Polineuritis** e outros **trastornos do sistema nervioso**. **Problemas cardíacos**. **Beriberi**.



VITAMINAS HIDROSOLUBLES



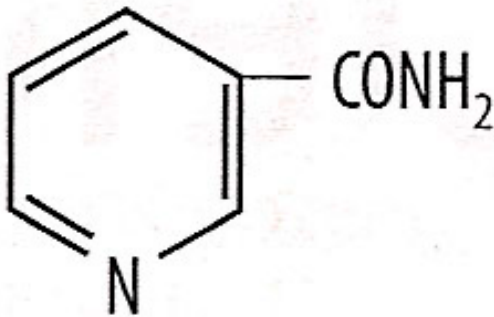
- **Vitamina B₂ ou riboflavina**
- Como na B₁ a dose necesaria depende da alimentación. A maior proporción de nutrientes enerxéticos, é necesaria maior cantidade desta vitamina. É sintetizada, en parte, polas **bacterias intestinais**.
- - **Función biolóxica.** Orixina as **coenzimas FMN e FAD** que participan nas **reaccións metabólicas de oxidación-redución**.
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Lesións cutáneas, bucais e labiais.** **Arivoflavinose.**



VITAMINAS HIDROSOLUBLES



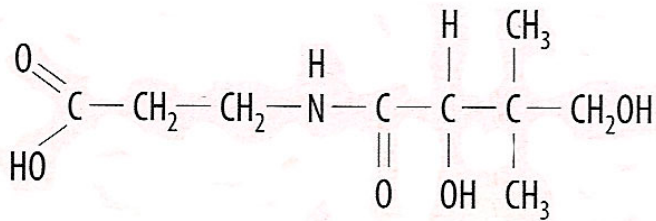
- **Vitamina B₃, Niacina, PP, nicotinamida ou antipelagrosa**
- A dose necesaria depende da alimentación. A maior proporción de nutrientes enerxéticos, é necesaria maior cantidade desta vitamina.
- - **Función biolóxica.** Orixina as **coenzimas NAD⁺ e NADP⁺** que participan nas **reaccións metabólicas de oxidación-redución**.
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Pelagra** (dermatite, diarrea, demencia).



VITAMINAS HIDROSOLUBLES



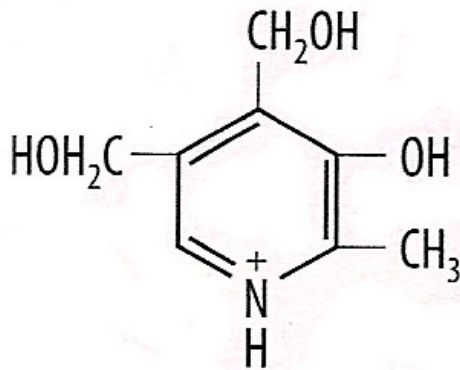
- **Vitamina B₅ ou ácido pantoténico**
- - **Función biolóxica.** Forma parte da **coenzima A**, a cal **transporta grupos acilo** e na **síntese dos ácidos graxos**.
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Fatiga** e **alteración da coordinación muscular**. Raramente hai deficiencias.



VITAMINAS HIDROSOLUBLES



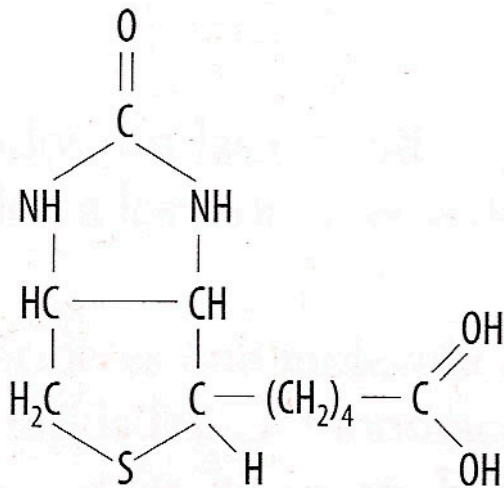
- **Vitamina B₆ ou piridoxina**
- - **Función biolóxica.** O **fosfato de piridoxal** (derivado desta vitamina) é a **coenzima das encimas transaminasas. Metabolismo do aminoácidos.**
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Trastornos do sistema nervioso. Anemia, convulsións.**



VITAMINAS HIDROSOLUBLES



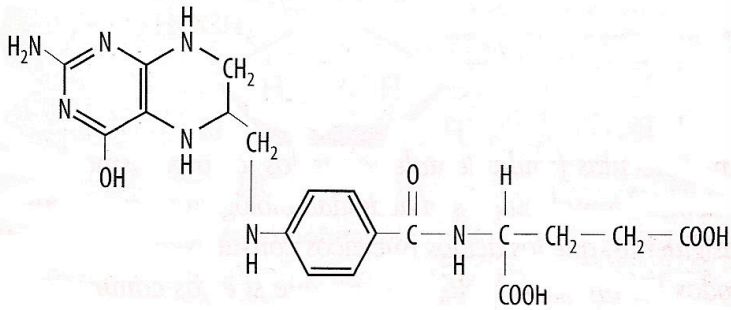
- **Vitamina B₈, H ou biotina**
- É sintetizada, en parte, polas bacterias intestinais.
- - **Función biolóxica.** Coenzima das carboxilasas.
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** Alteracións musculares. Dermatitis, perda de cabelo. Son raras as carencias.



VITAMINAS HIDROSOLUBLES



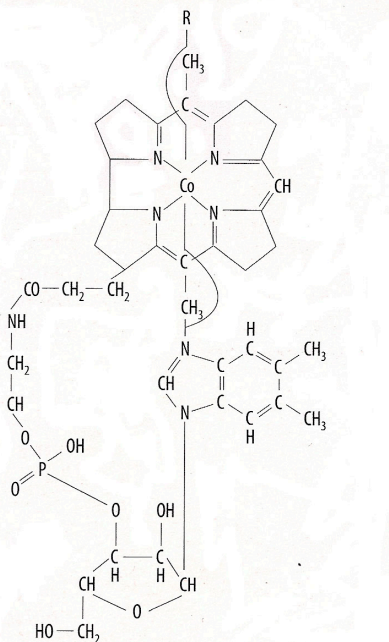
- **Vitamina B₉ ou ácido fólico**
- É sintetizada, em parte, pelas bactérias intestinais.
- - **Función biolóxica.** O **ácido tetrahidrofólico** participa na **síntese das bases nitroxenadas**, imprescindibles no **ADN e o ARN**. Síntese de glóbulos vermellos.
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Anemia megaloblástica.** Defectos no tubo nervioso do feto.



VITAMINAS HIDROSOLUBLES



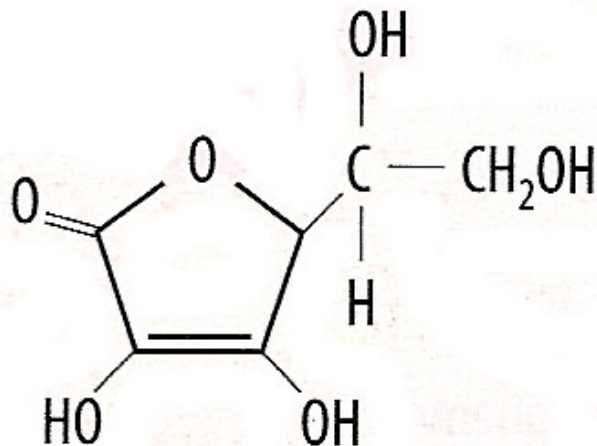
- **Vitamina B₁₂ cobalamina ou antiperniciosa**
- Resulta destacable a presenza de cobalto na súa composición química.
- - **Función biolóxica.** A **coenzima** formada a partir dela (**desoxiadenosil cobalamina**) é necesaria no **metabolismo das proteínas e dos ácidos nucleicos**. É importante, por conseguinte, na **formación de células que se renovan rapidamente, como os glóbulos vermellos**.
- - **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Anemia perniciosa. Daños neurolóxicos.**



VITAMINAS HIDROSOLUBLES



- **Vitamina C, ácido ascórbico ou antiescorbútica**
- Necesítase en cantidades moito maiores que as outras vitaminas. Destrúese moi facilmente. Non constitúe unha vitamina para a maioría dos animais, xa que pode ser **sintetizada a partir da glicosa (no ser humano non é posible)**.
- **Función biolóxica.** **Antioxidante.** **Síntese de coláxeno.** Participa en reaccións de **hidroxilación**. Favorece a **absorción de Fe no intestino**. **Antioxidante.**
- **Anomalías causadas pola súa carencia.** **Escorbuto** (hemorrxias dixestivas, caída de dentes, mala cicatrización das feridas). **Aumento da susceptibilidade ás infeccións respiratorias.**



FIN

