

C5- metabolismo enzimas

© J. L. Sánchez Guillén

IES Pando - Oviedo – Departamento de Biología y Geología

METABOLISMO:

Conjunto de procesos químicos que se producen en la célula, **catalizados** por **enzimas** y que tienen como objetivo la obtención de materiales y energía para sustentar las diferentes funciones vitales.

VÍAS DEL METABOLISMO

El metabolismo va a poder descomponerse en dos series de reacciones:

Anabolismo. Tiene como finalidad la **obtención de sustancias orgánicas** complejas a partir de sustancias más simples con un consumo energía.

Ejemplos: Fotosíntesis, síntesis de proteínas.

Catabolismo. Conjunto de procesos por los que las moléculas complejas son degradadas a moléculas más simples. Se trata de procesos destructivos **generadores de energía**.

Ejemplos: Glucolisis, respiración celular, fermentaciones.

enzimas

TIPOS DE METABOLISMO

Por la forma de obtener los materiales:

Autótrofo: aquellos organismos que sintetizan sus compuestos orgánicos empleando como fuente de materiales sustancias inorgánicas.

Ejemplos: los vegetales verdes y muchas bacterias.

Heterótrofo: aquellos organismos que sintetizan sus compuestos orgánicos empleando como fuente de materiales otras sustancias orgánicas.

Ejemplos: los animales, los hongos y muchas bacterias.

Por la forma de obtener la energía:

Fotosintéticos: emplean la luz como fuente de energía.

Ejemplos: los vegetales verdes y muchas bacterias.

Quimiosintéticos: obtienen la energía de reacciones químicas.

Ejemplos: los animales, los vegetales por la noche, los hongos y muchas bacterias.

Tipos de metabolismo

Materiales

Autótrofos

Obtienen los compuestos orgánicos a partir de compuestos inorgánicos

Heterótrofos

Obtienen los compuestos orgánicos a partir de compuestos orgánicos

Energía

Fotosintéticos

Obtienen la energía de la luz

Quimiosintéticos

Obtienen la energía de procesos químicos

Concepto de enzima:

Las enzimas son, generalmente, proteínas o asociaciones de proteínas y otras moléculas orgánicas o inorgánicas que actúan **catalizando** los procesos químicos que se dan en los seres vivos.

¿Qué es catalizar?

- acelerar las reacciones.
- disminuir la energía de activación necesaria.

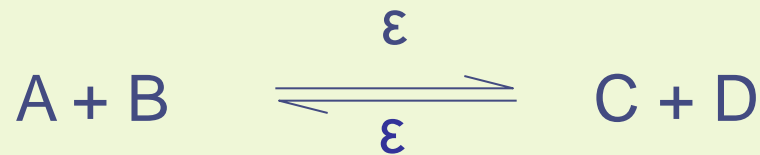
Las enzimas no modifican la constante de equilibrio y se recuperan intactas al final del proceso. Debido a esto se necesitan en pequeñísimas cantidades.

En toda reacción catalizada por una enzima distinguiremos:

A y B \longrightarrow Substratos.

C y D \longrightarrow Productos de la reacción

ϵ \longrightarrow Enzima



En las reacciones químicas catalizadas por enzimas que pueden ocurrir tanto en sentido de los productos como de los sustratos, es la misma enzima la que actúa en ambos sentidos.

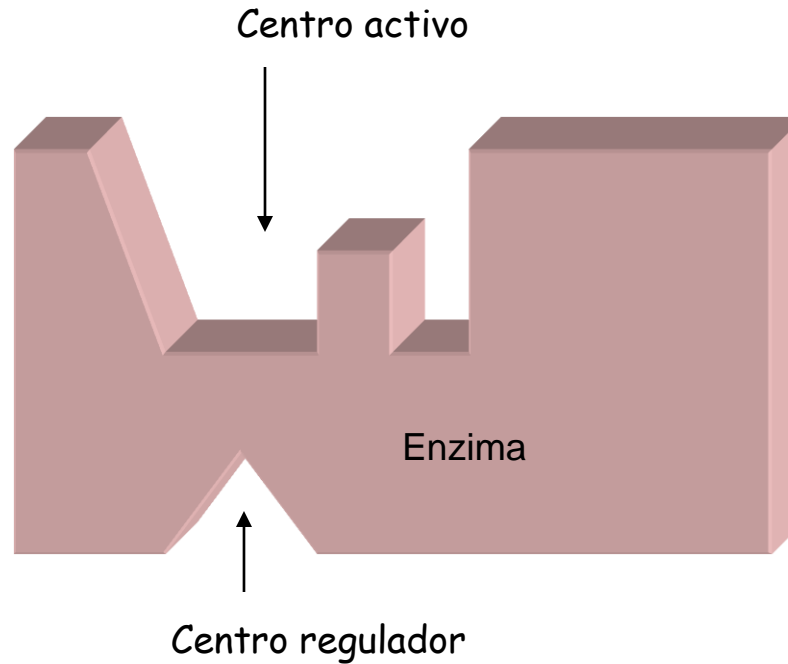
Esquema de la estructura de una enzima.

Centro activo:

zona de la molécula a la que se une el sustrato y donde se realiza la catálisis enzimática.

Centro regulador:

zona en la que se unen las sustancias que regulan la actividad de la enzima.



[La citrato sintetasa, una de las enzimas del ciclo de Krebs](#)

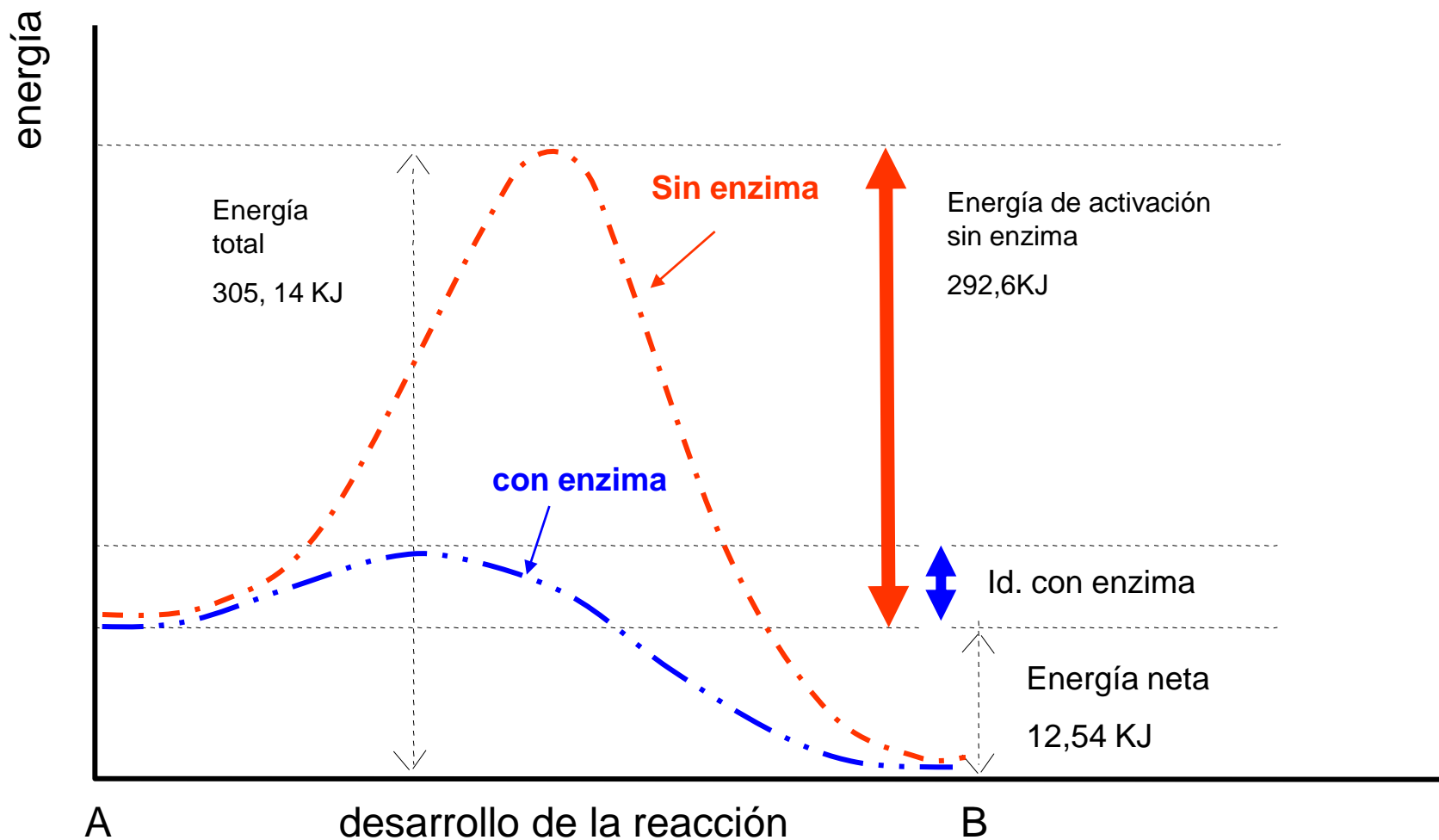
La catalasa, esta enzima cataliza la transformación del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) en agua y oxígeno.

Las enzimas se nombran añadiendo la terminación **asa**

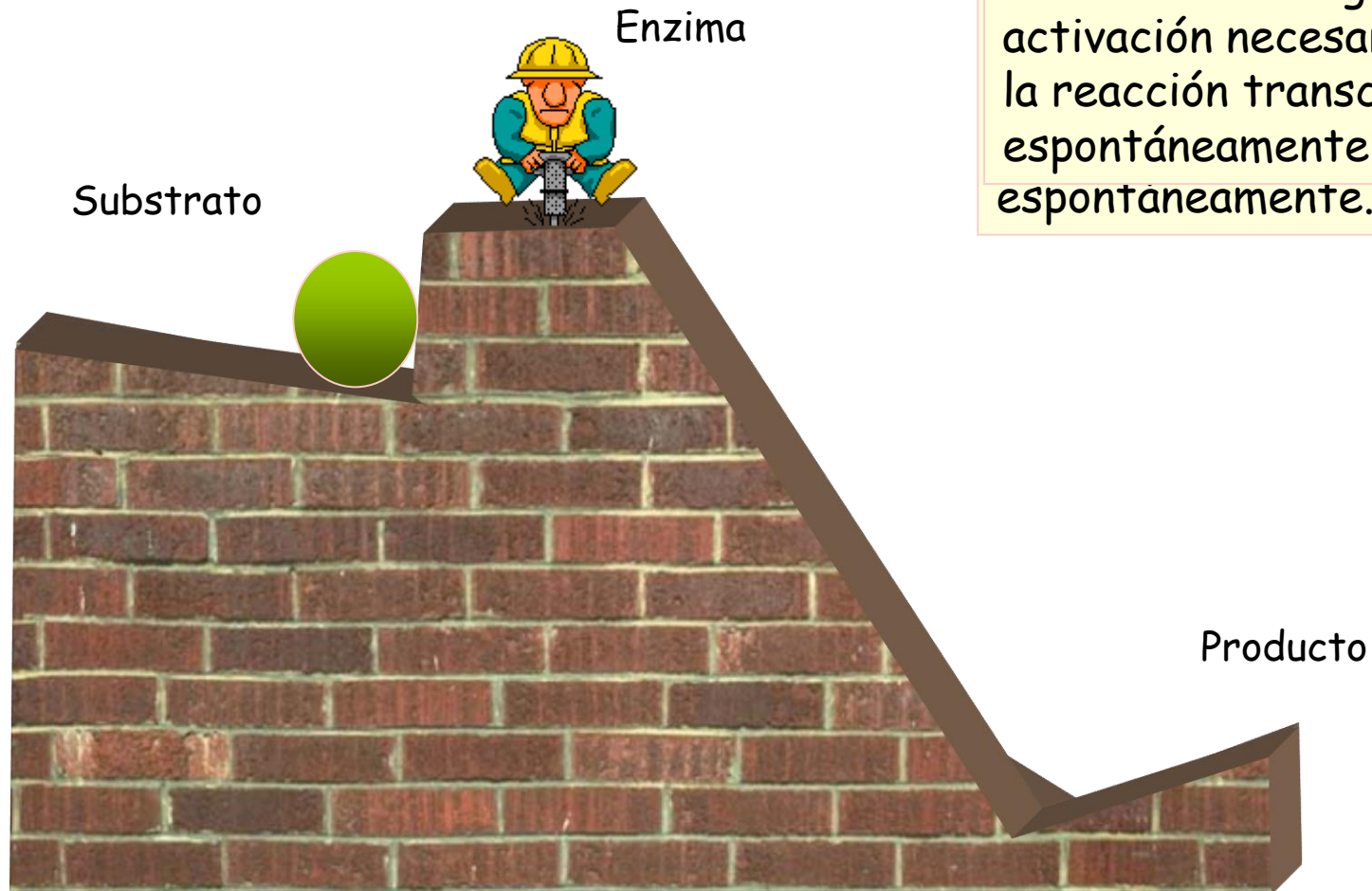


Energía de activación: Energía necesaria para que una sustancia A se transforme en otra B.

En la gráfica vemos la energía necesaria en presencia y en ausencia de enzima. Sin enzima la energía necesaria es mucho mayor.



Modelo comparativo de la disminución de la energía de activación por la acción de la enzima.



2) La enzima disminuye o elimina la energía de activación necesaria y la reacción transcurre espontáneamente.

Modelo comparativo de la disminución de la energía de activación por la acción de la enzima.

2) La enzima disminuye o elimina la energía de activación necesaria y la reacción transcurre espontáneamente.

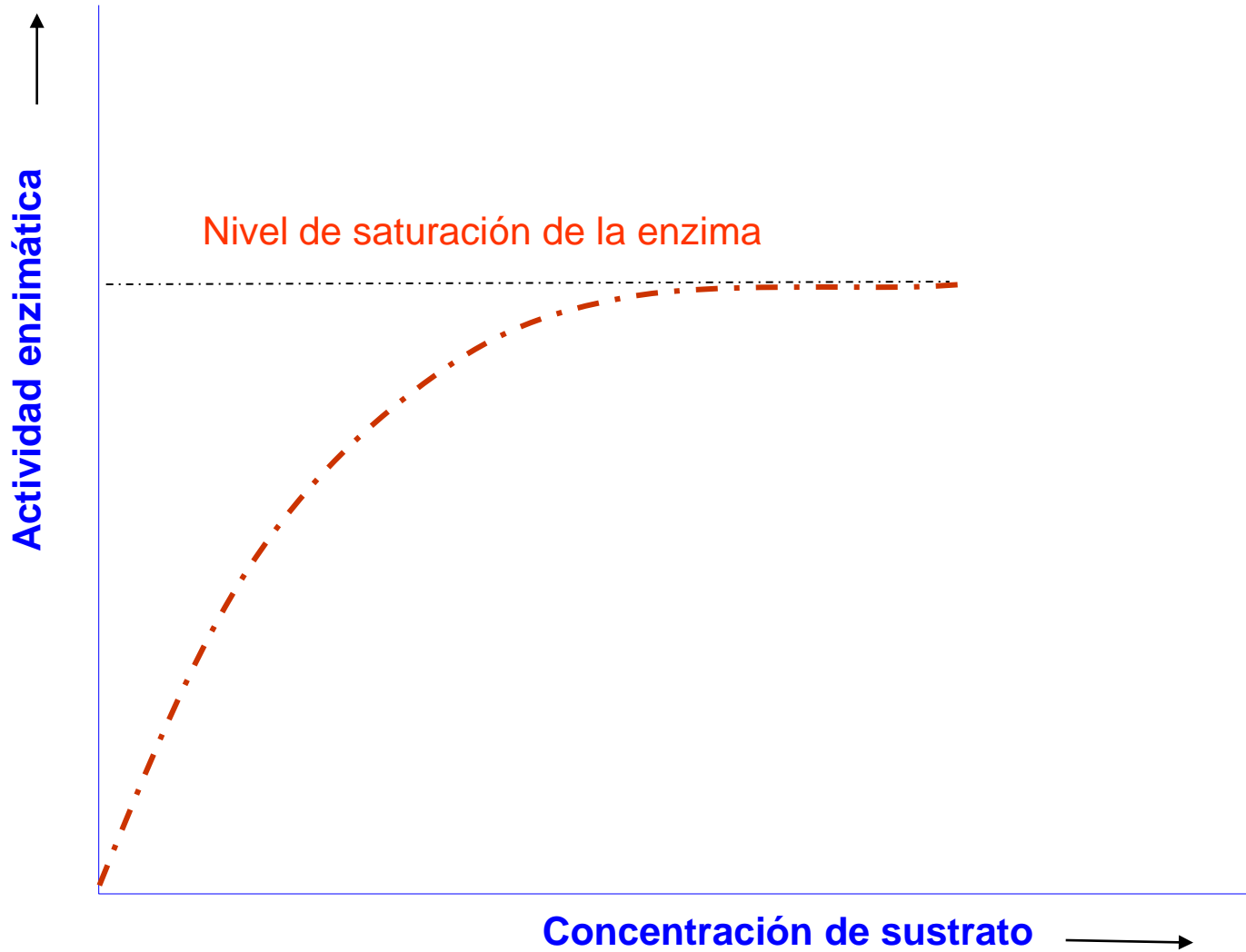
Substrato



Mecanismo de la acción enzimática

Gráfica de Michaelis_Menten

Variación de la actividad enzimática con la concentración de sustrato: Esta gráfica demuestra la formación de un complejo **enzima-sustrato**



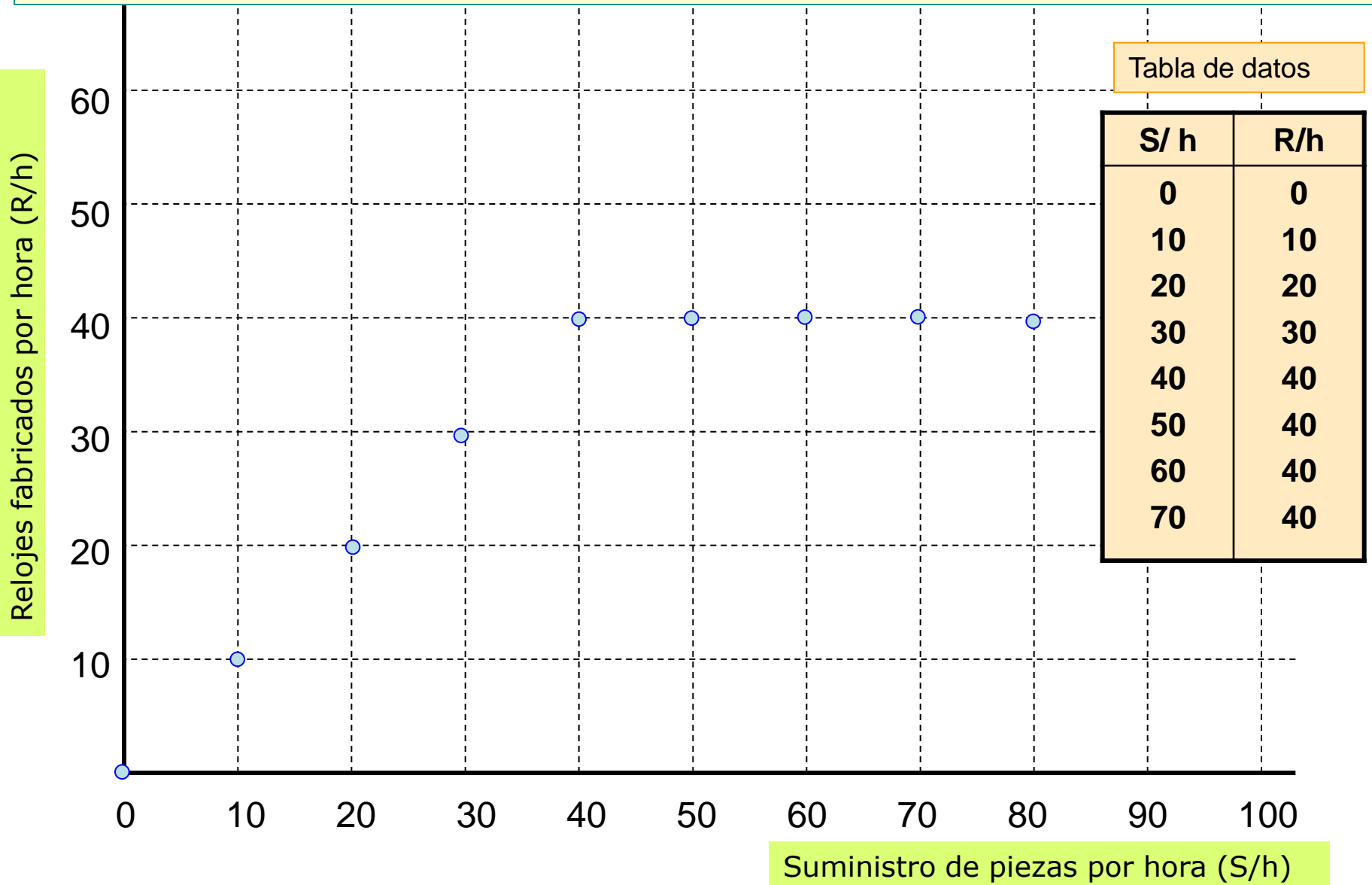
Para poder explicar la gráfica de Michaelis_Menten hagamos la siguiente analogía: Supongamos que la célula es una fábrica de relojes. En esta fabrica hay 40 obreros y cada uno puede fabricar un reloj a la hora (R/h). El departamento de suministros proporciona una determinada cantidad de piezas para hacer un reloj (S/h) y los obreros fabrican los relojes. En esta analogía, como habrás podido deducir, los obreros son las enzimas, las piezas suministradas los sustrato y los relojes los productos.



Suministro para hacer 4 relojes a la hora.



Supongamos ahora que la dirección desea aumentar la producción y aumenta progresivamente el suministro de piezas para hacer relojes (S/h) según indica en la gráfica.



Supongamos ahora que la dirección desea aumentar la producción y aumenta progresivamente el suministro de piezas para hacer relojes (S/h) según indica en la gráfica.

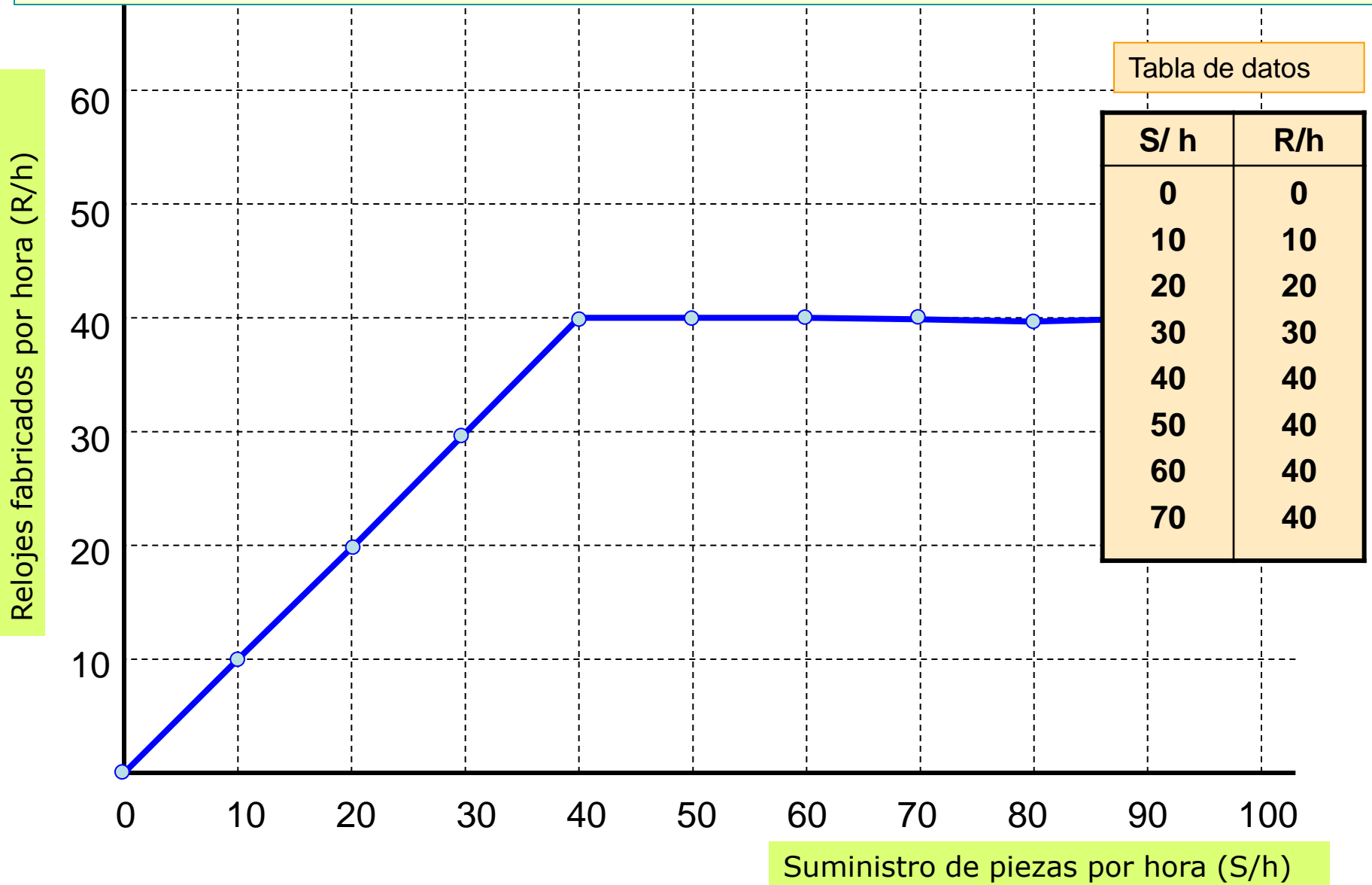
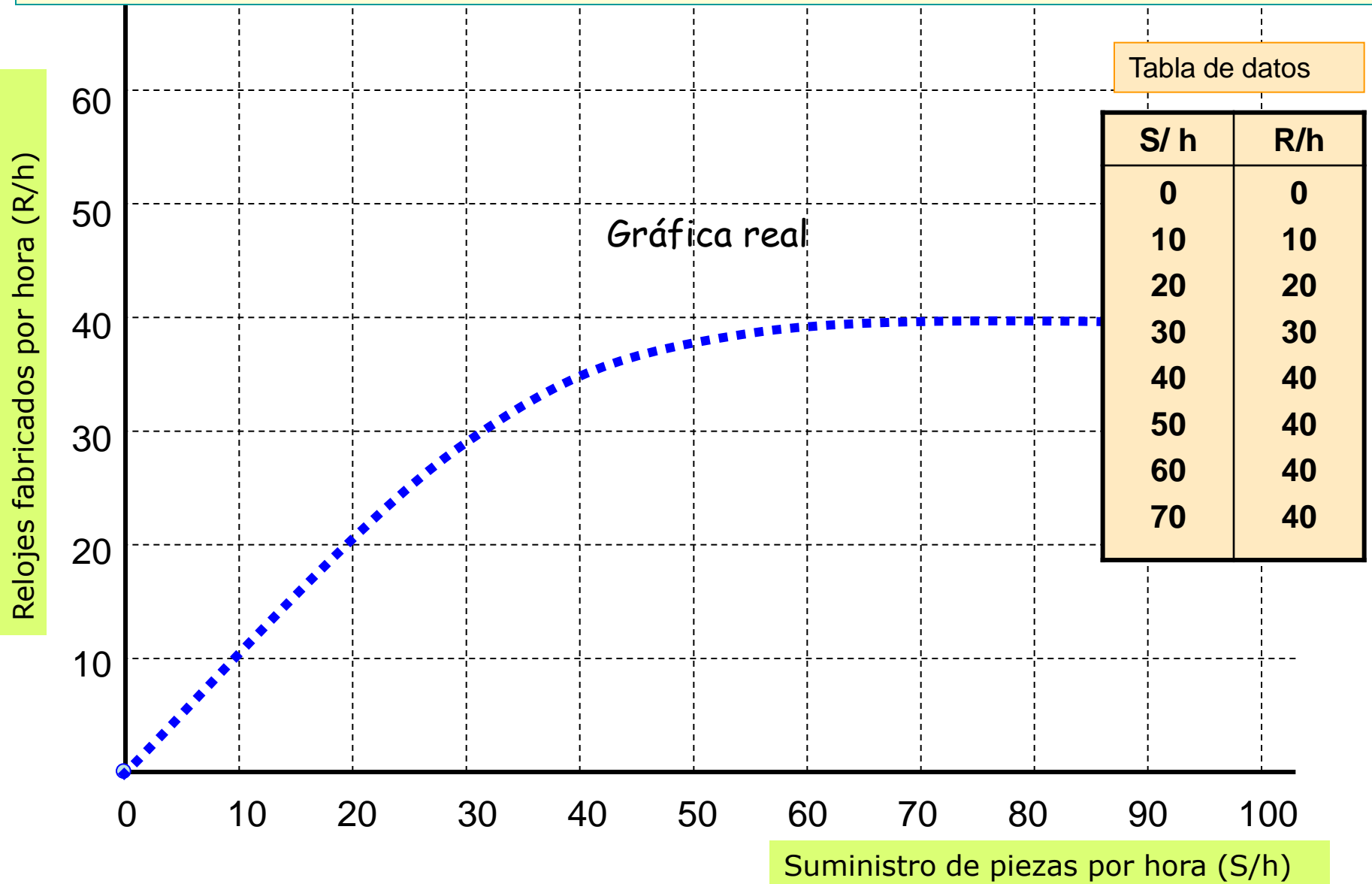


Tabla de datos

S/ h	R/h
0	0
10	10
20	20
30	30
40	40
50	40
60	40
70	40

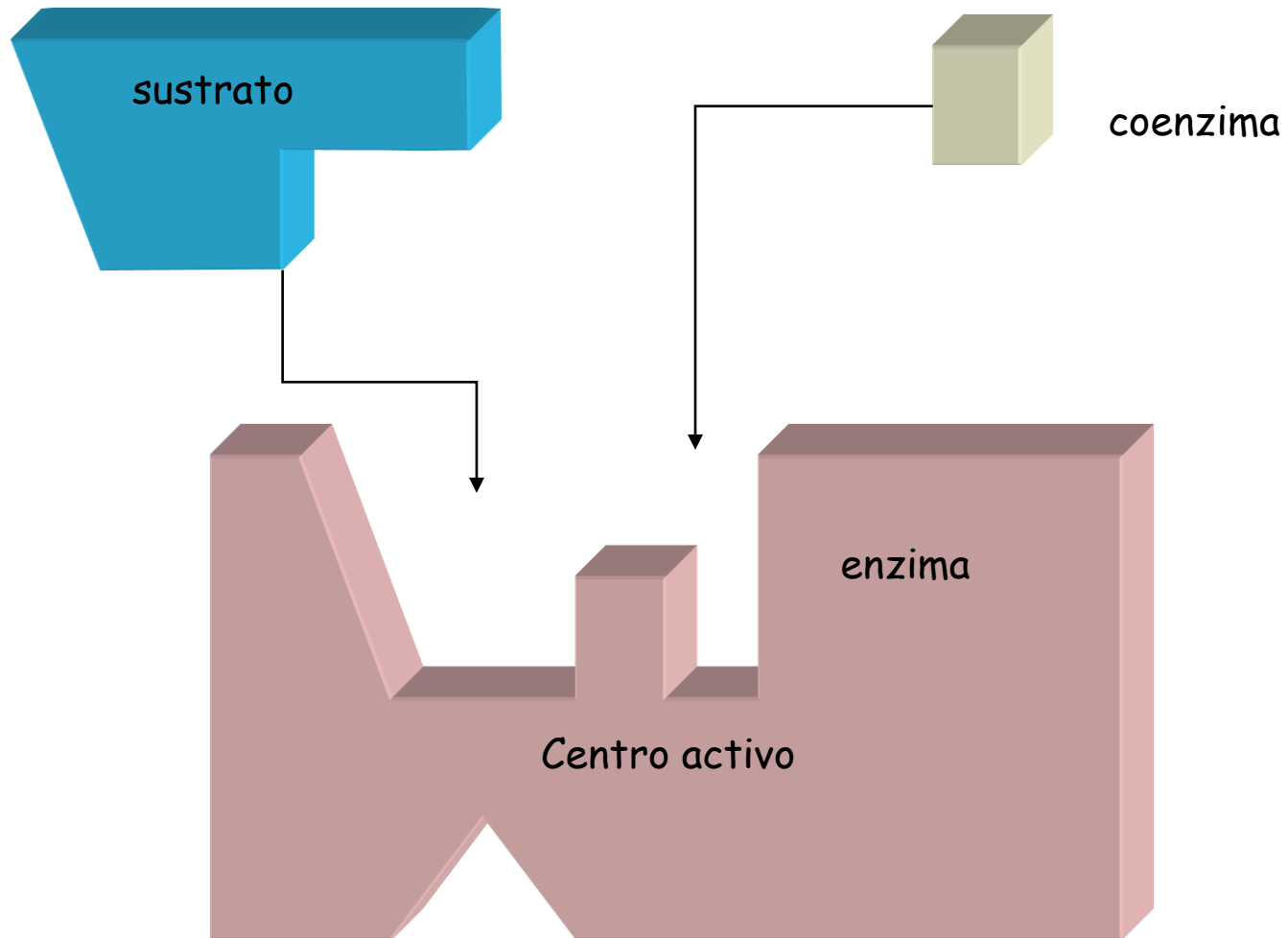
Supongamos ahora que la dirección desea aumentar la producción y aumenta progresivamente el suministro de piezas para hacer relojes (S/h) según indica en la gráfica.



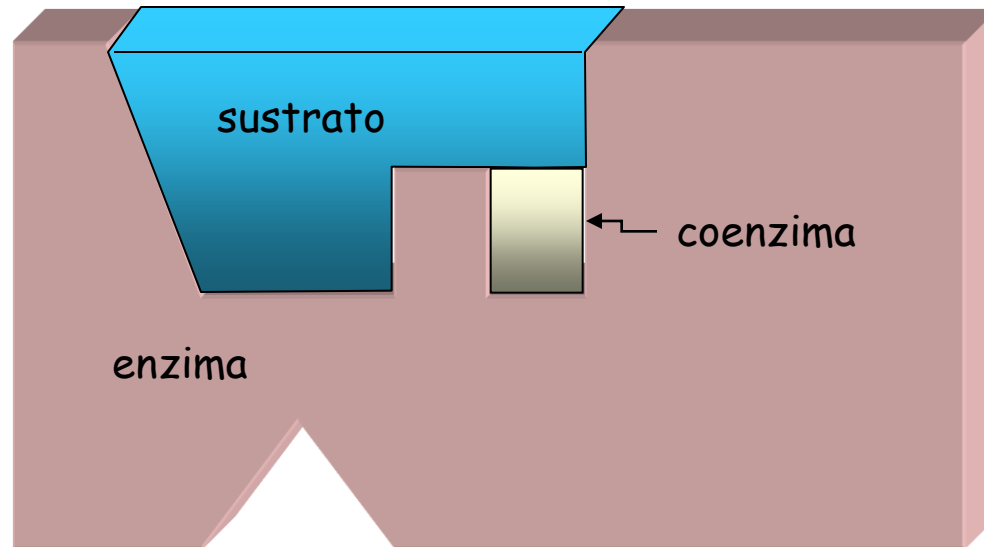
Mecanismo de la acción enzimática:

- 1) Se forma un complejo: **enzima-coenzima-substrato** o **substratos**.
- 2) Los restos de los aminoácidos que configuran el centro activo **catalizan** el proceso. Para ello debilitan los enlaces necesarios para que la reacción química se lleve a cabo a baja temperatura y no se necesite una elevada **energía de activación**.
- 3) Los **productos** de la reacción se separan del centro activo y la enzima se recupera intacta para nuevas catálisis.
- 4) Las **coenzimas** colaboran en el proceso; bien aportando energía (ATP), electrones (NADH/NADPH) o en otras funciones relacionadas con la catálisis enzimática

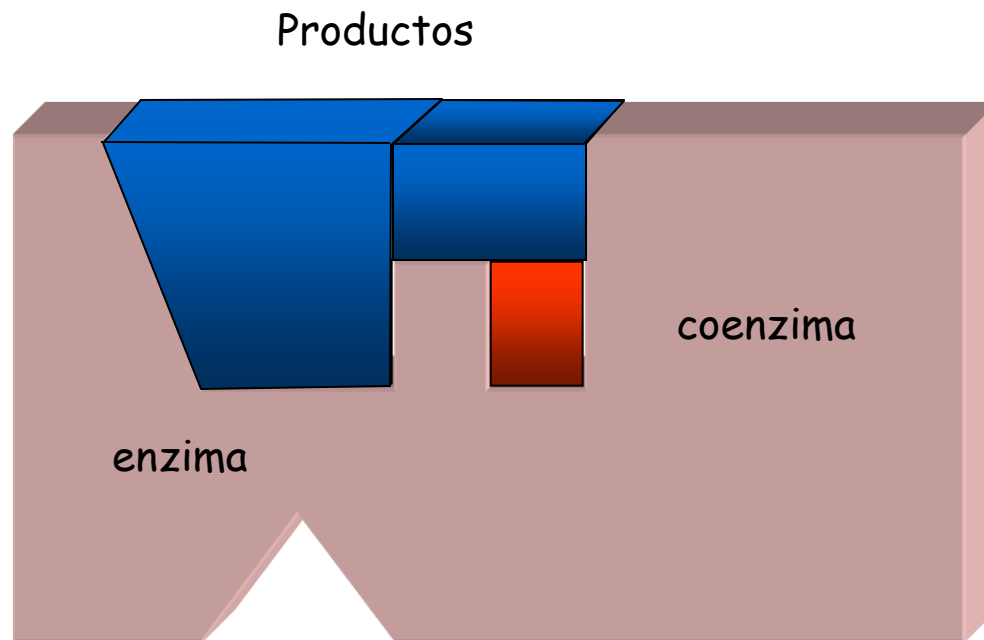
Mecanismo de la acción enzimática I



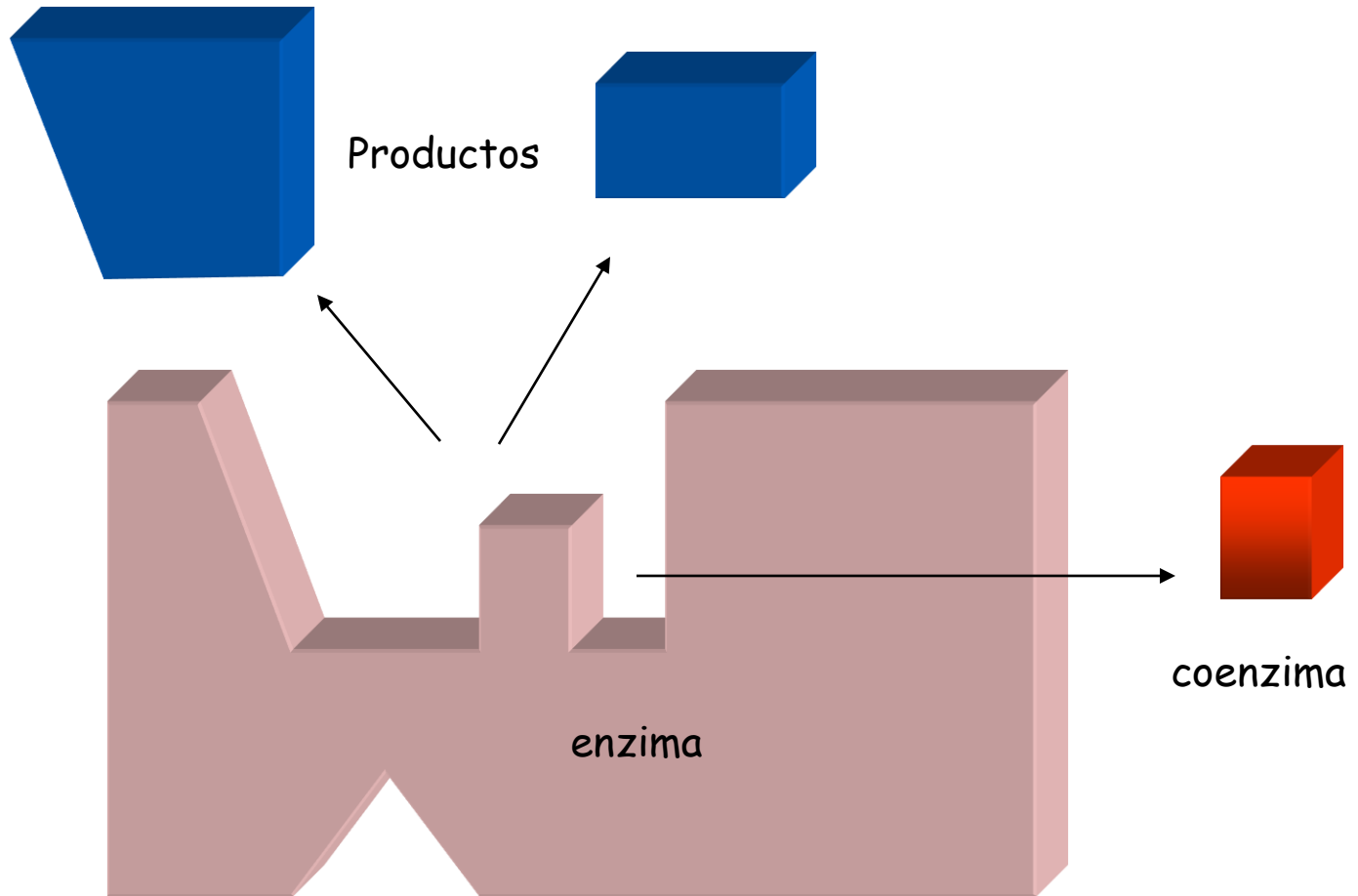
Mecanismo de la acción enzimática II



Mecanismo de la acción enzimática III

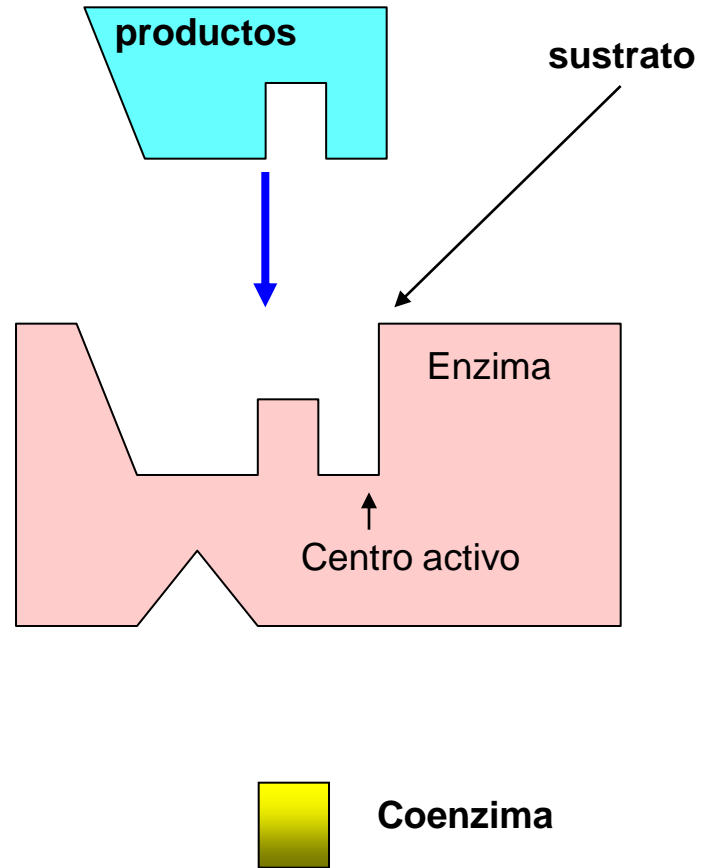


Mecanismo de la acción enzimática IV



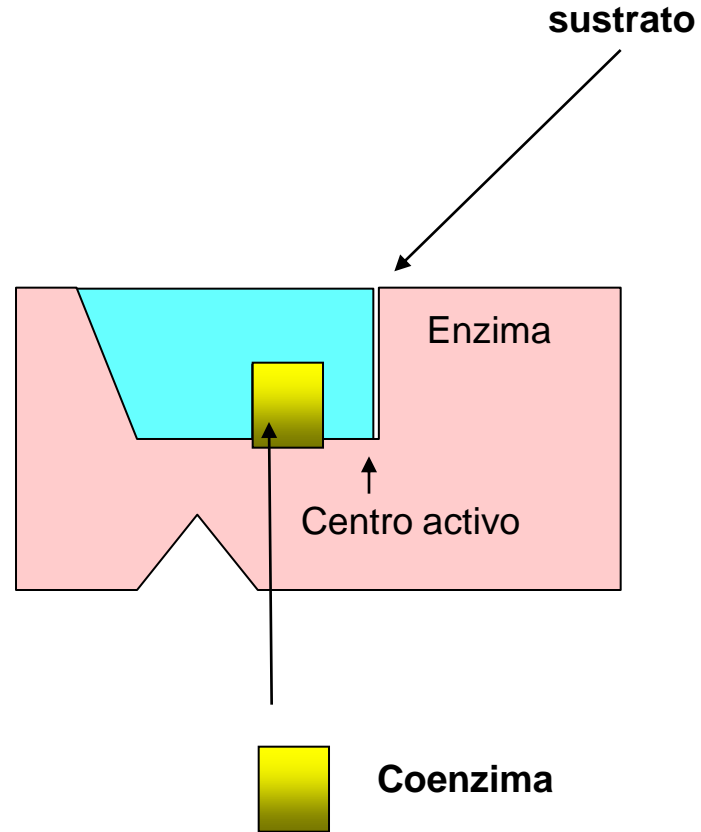
Mecanismo de la acción enzimática:

- 1) Se forma un complejo: **enzima-substrato** o **substratos**.



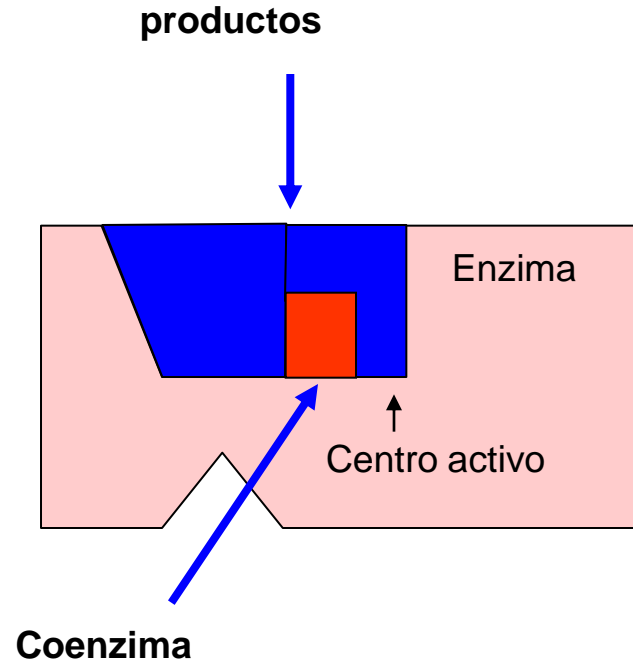
Mecanismo de la acción enzimática:

- 1) Se forma un complejo: **enzima-substrato** o **substratos**.
- 2) Se une la **coenzima** a este complejo.



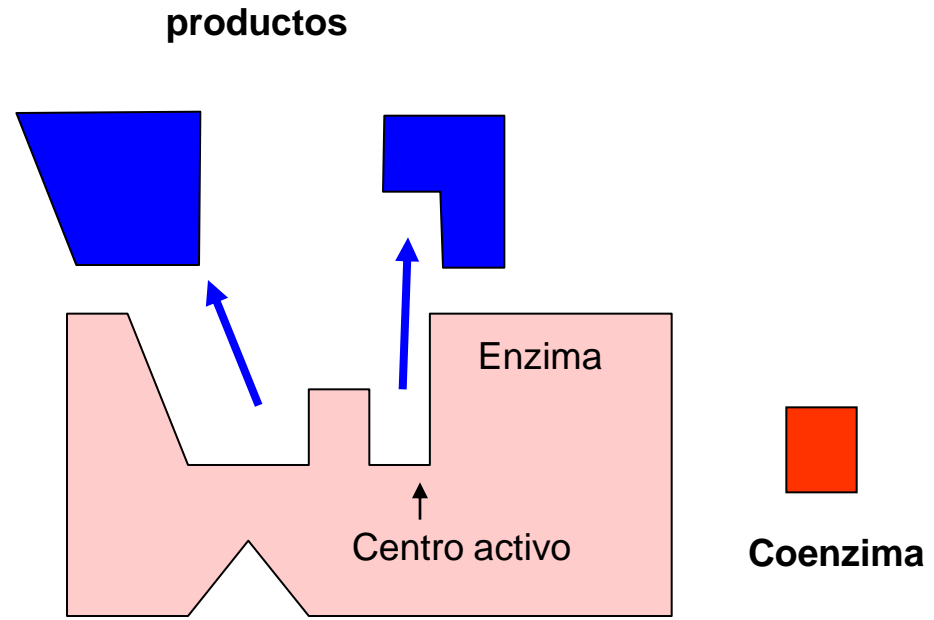
Mecanismo de la acción enzimática:

- 1) Se forma un complejo: **enzima-substrato** o **substratos**.
- 2) Se une la **coenzima** a este complejo.
- 3) Los restos de los aminoácidos que configuran el centro activo **catalizan** el proceso. Para ello debilitan los enlaces necesarios para que la reacción química se lleve a cabo a baja temperatura y no se necesite una elevada **energía de activación**.



Mecanismo de la acción enzimática:

- 1) Se forma un complejo: **enzima-substrato** o **substratos**.
- 2) Se une la **coenzima** a este complejo.
- 3) Los restos de los aminoácidos que configuran el centro activo **catalizan** el proceso. Para ello debilitan los enlaces necesarios para que la reacción química se lleve a cabo a baja temperatura y no se necesite una elevada **energía de activación**.
- 4) Los **productos** de la reacción se separan del centro activo y la enzima se recupera intacta para nuevas catálisis.
- 5) Las **coenzimas** colaboran en el proceso; bien aportando energía (ATP), electrones (NADH/NADPH) o en otras funciones relacionadas con la catálisis enzimática



Muchas enzimas precisan para su actuación de otras sustancias no proteicas: **los cofactores**. Químicamente son sustancias muy variadas. En algunos casos se trata de simples iones, cationes en particular, como el Cu^{++} o el Zn^{++} . En otros, son sustancias orgánicas mucho más complejas, en cuyo caso se llaman coenzimas.

COENZIMAS:

Son sustancias necesarias en el proceso de catálisis enzimática. Nunca son proteínas. Ejemplos de coenzimas:

Trasportadoras de electrones:

NAD⁺ / NADH

NADP⁺/NADPH

FAD⁺ / FADH₂

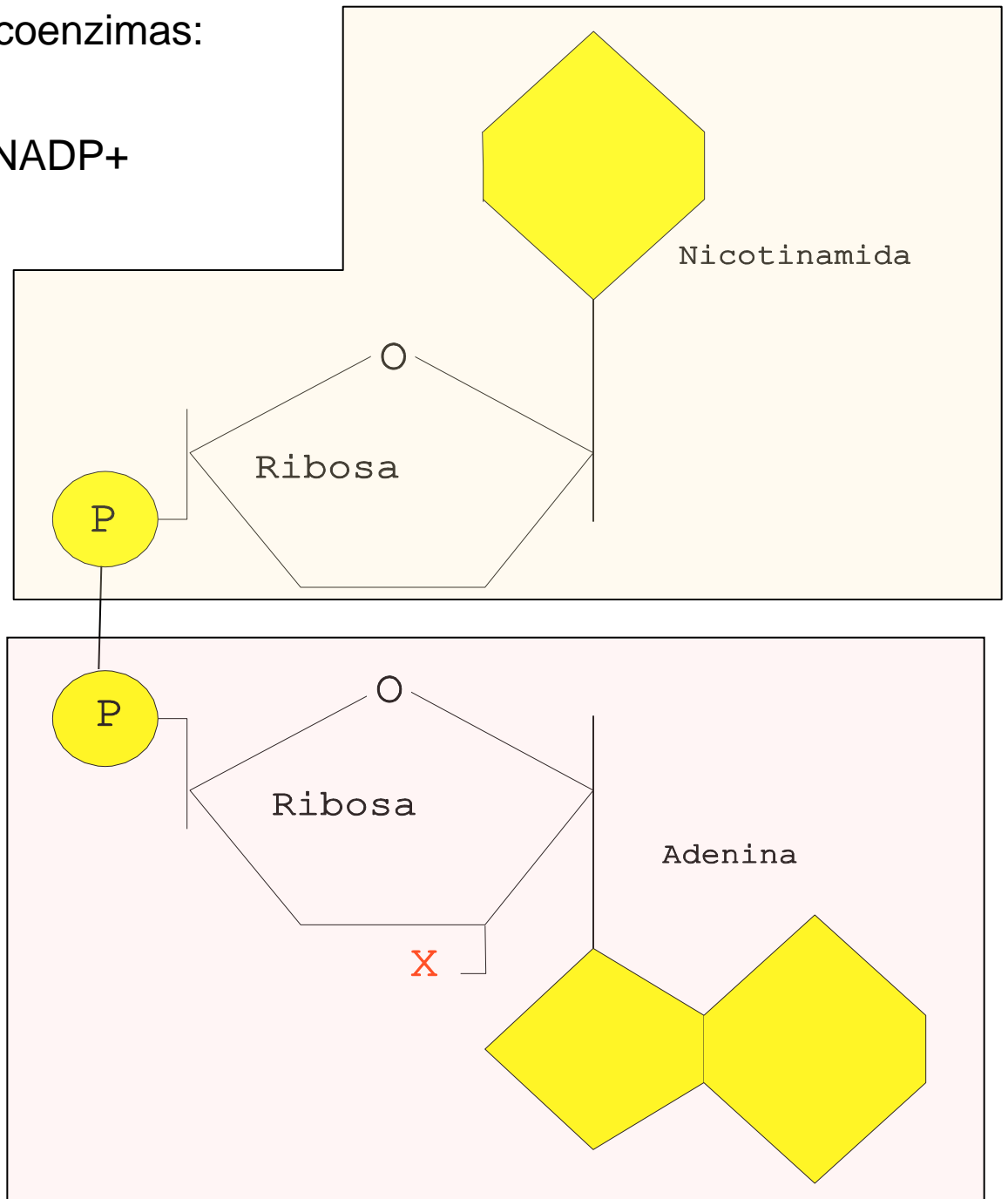
Trasportadoras de energía:

ADP / ATP

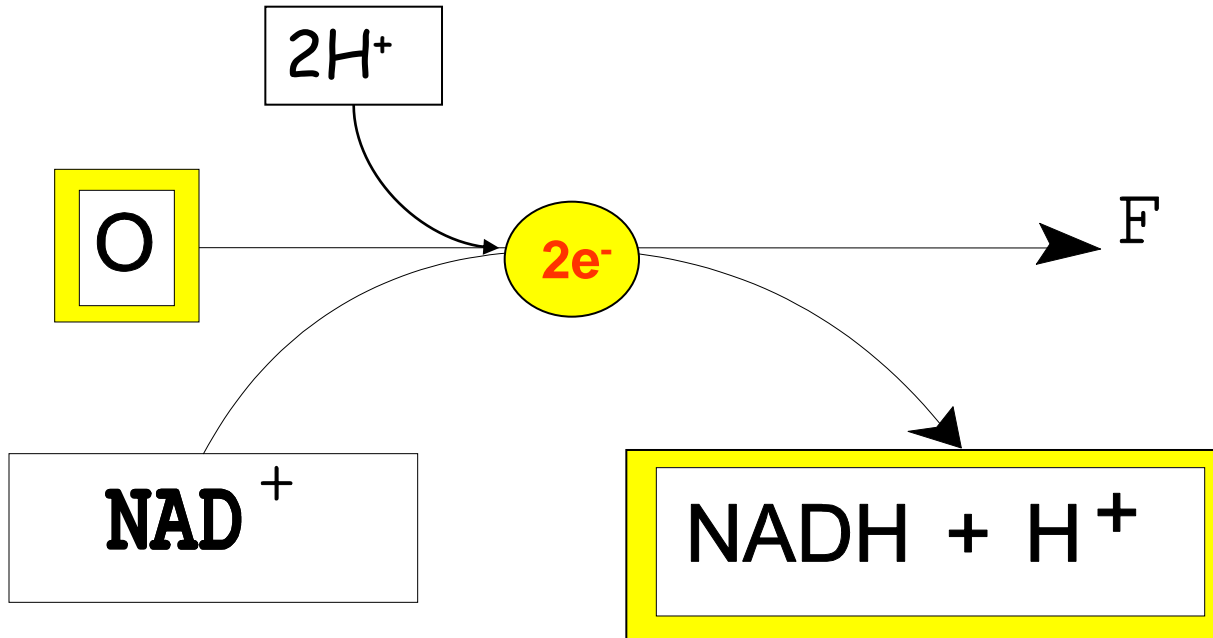
GDP / GTP

Estructura química de las coenzimas: NAD⁺/ NADP⁺

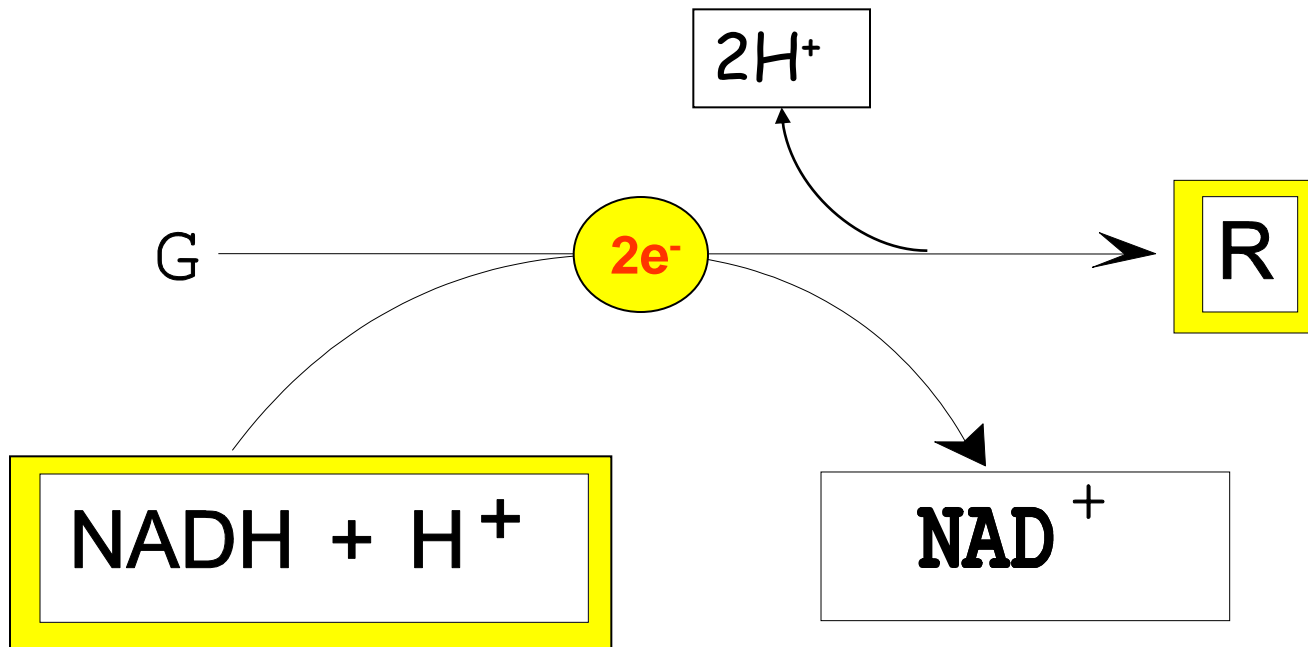
X es ácido fosfórico en el NADP⁺



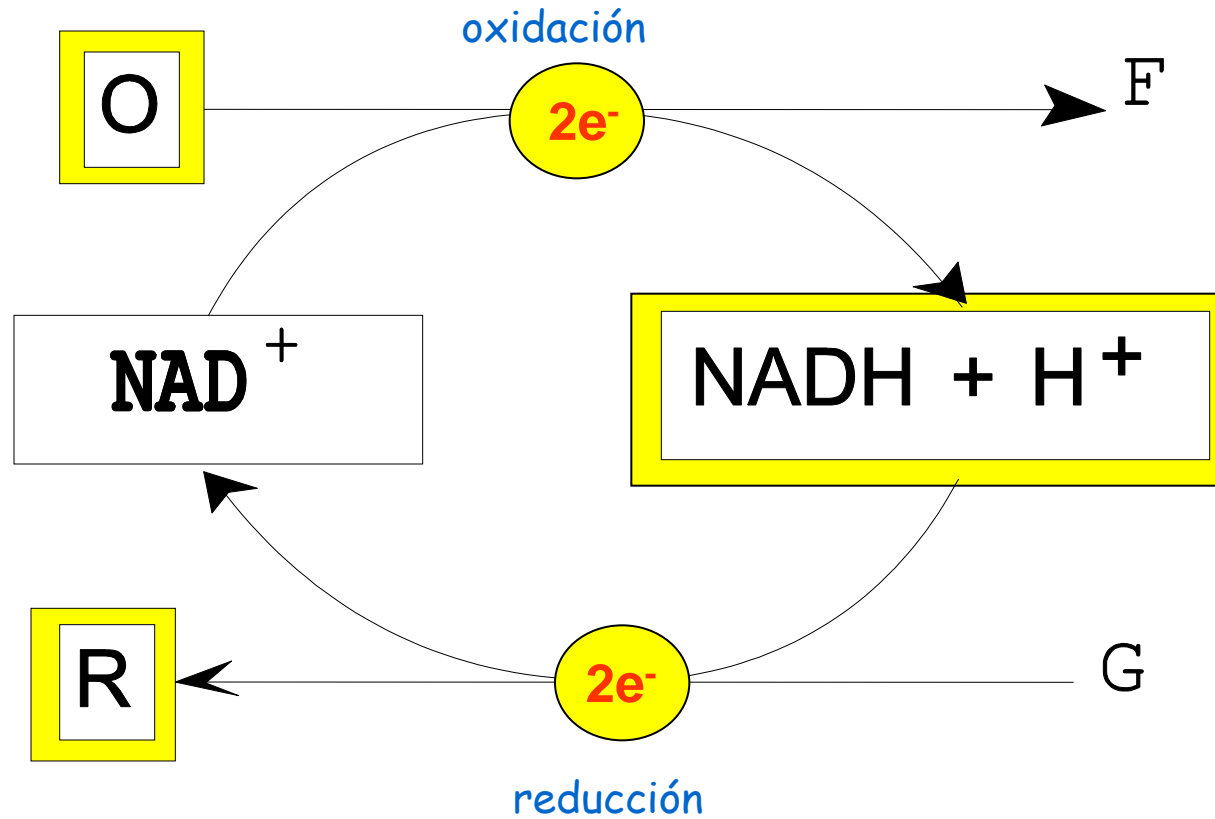
El NAD^+ y el NADP^+ intervienen en la captación de electrones en los procesos de oxidación. Al captar $2e^-$ el NAD^+ se reduce y se transforma en $\text{NADH} + \text{H}^+$. El NADP^+ actúa en los procesos relacionados con la fotosíntesis.



El NADH y el NADPH intervienen en la cesión de electrones en los procesos de reducción. Al ceder $2e^-$ el $\text{NADH} + \text{H}^+$ se oxida y se transforma en NAD^+ . El NADPH actúa en los procesos relacionados con la fotosíntesis.

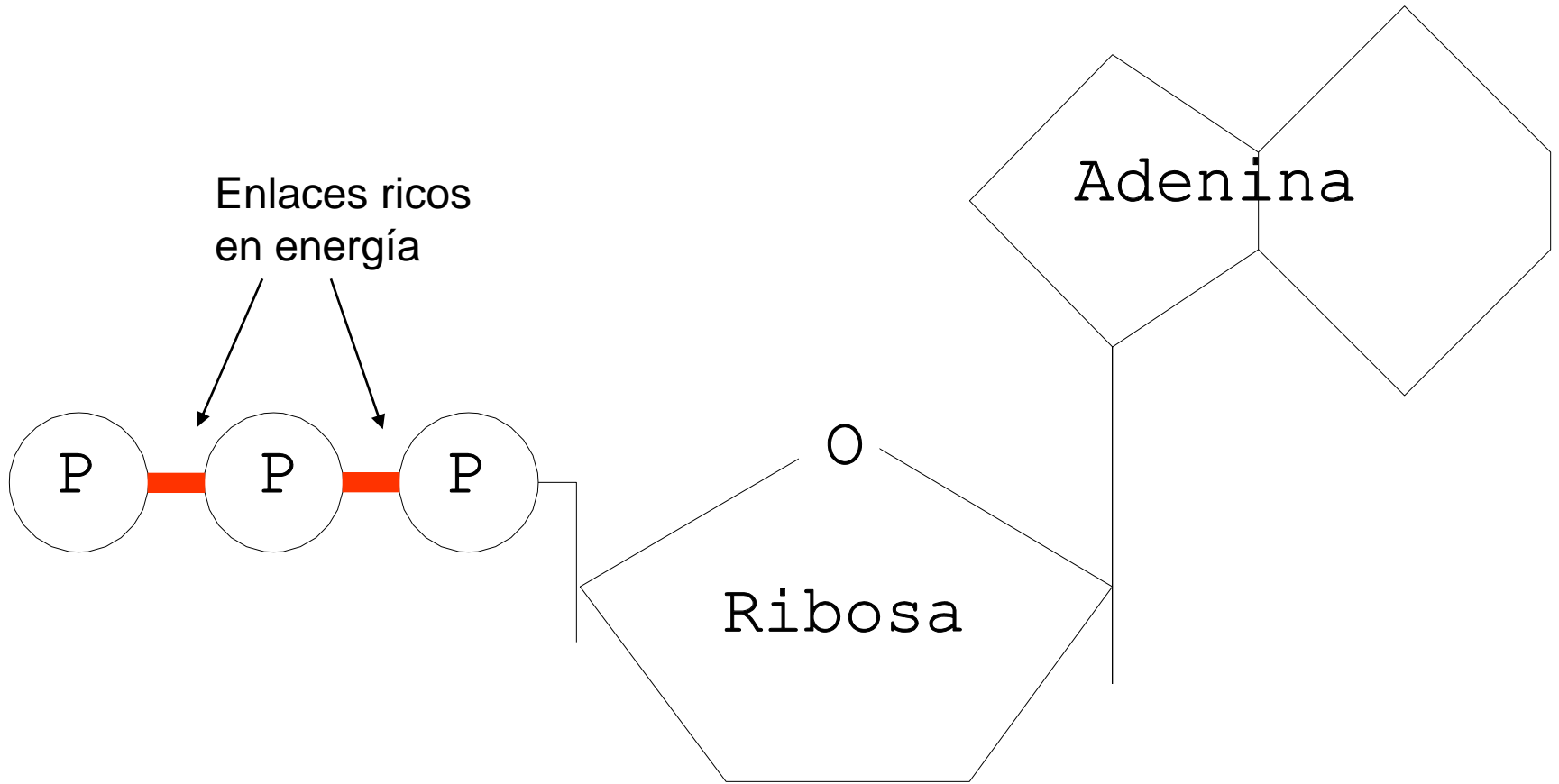


Acoplando ambos procesos, el NAD^+/NADH y el $\text{NADP}^+/\text{NADPH}$ transportan electrones desde sustancias que se oxidan a sustancias que se reduce.

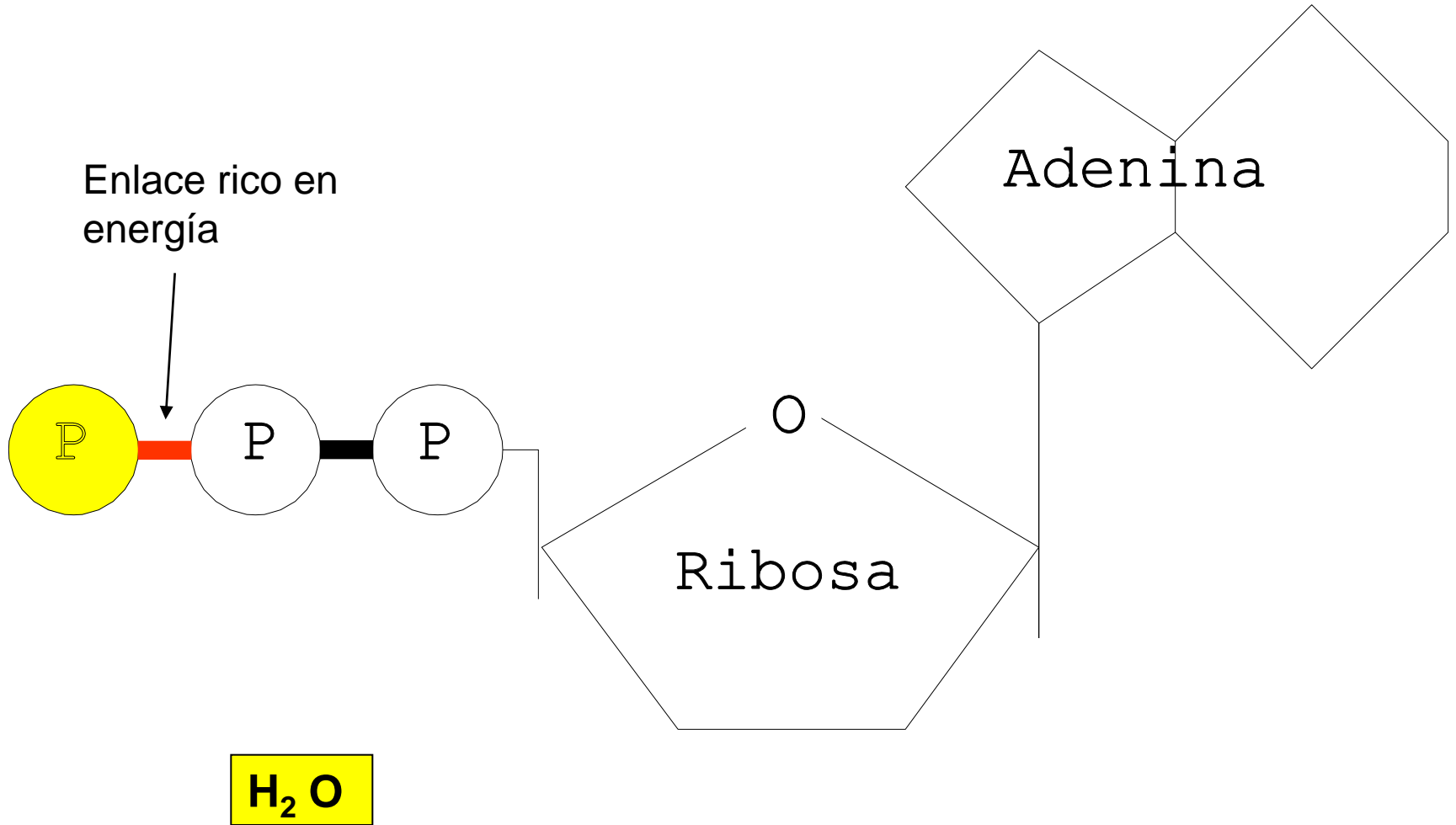


Estructura química de la coenzima ATP

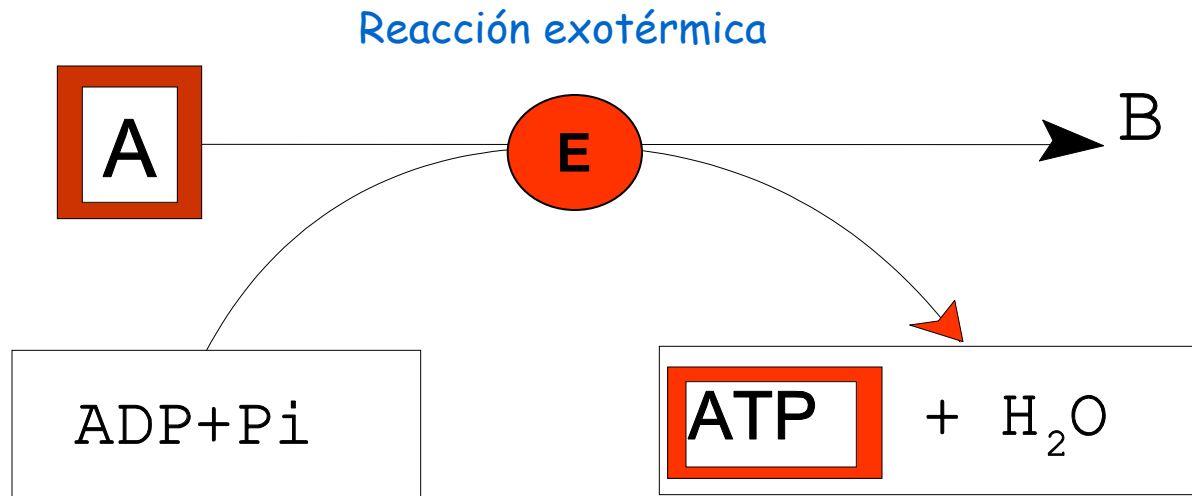
(adenosín trifosfato)



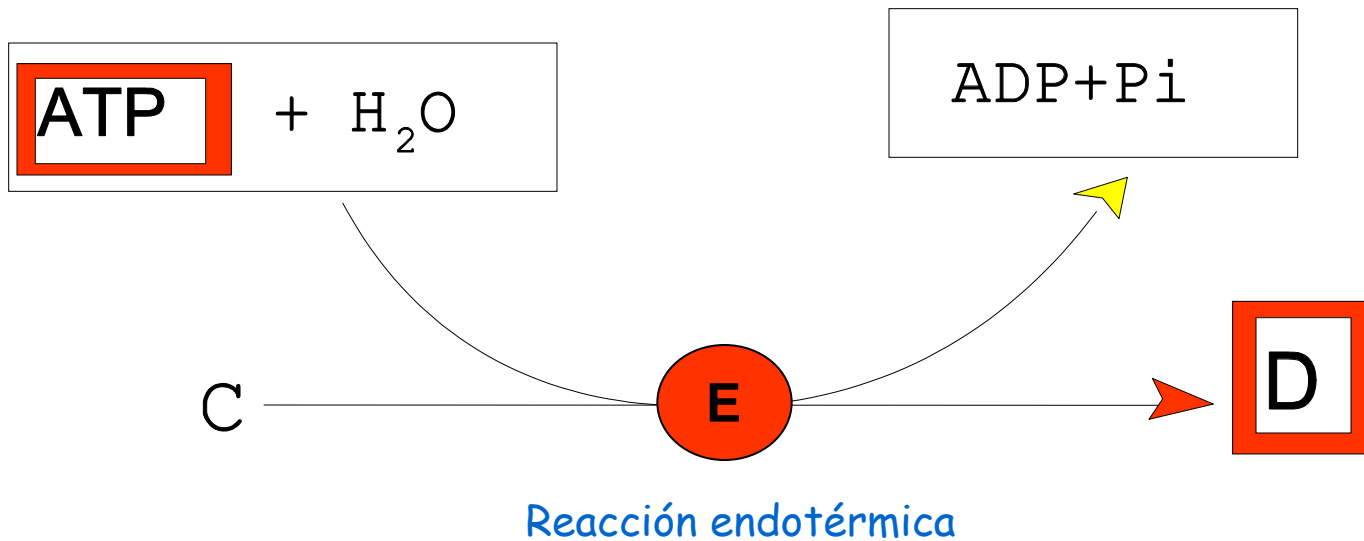
Transformación del ADP en ATP. El ADP al reaccionar con P ($H_3 P O_4$) se transforma en ATP y agua. De esta manera se almacena energía, 7 Kcal por enlace rico en energía.



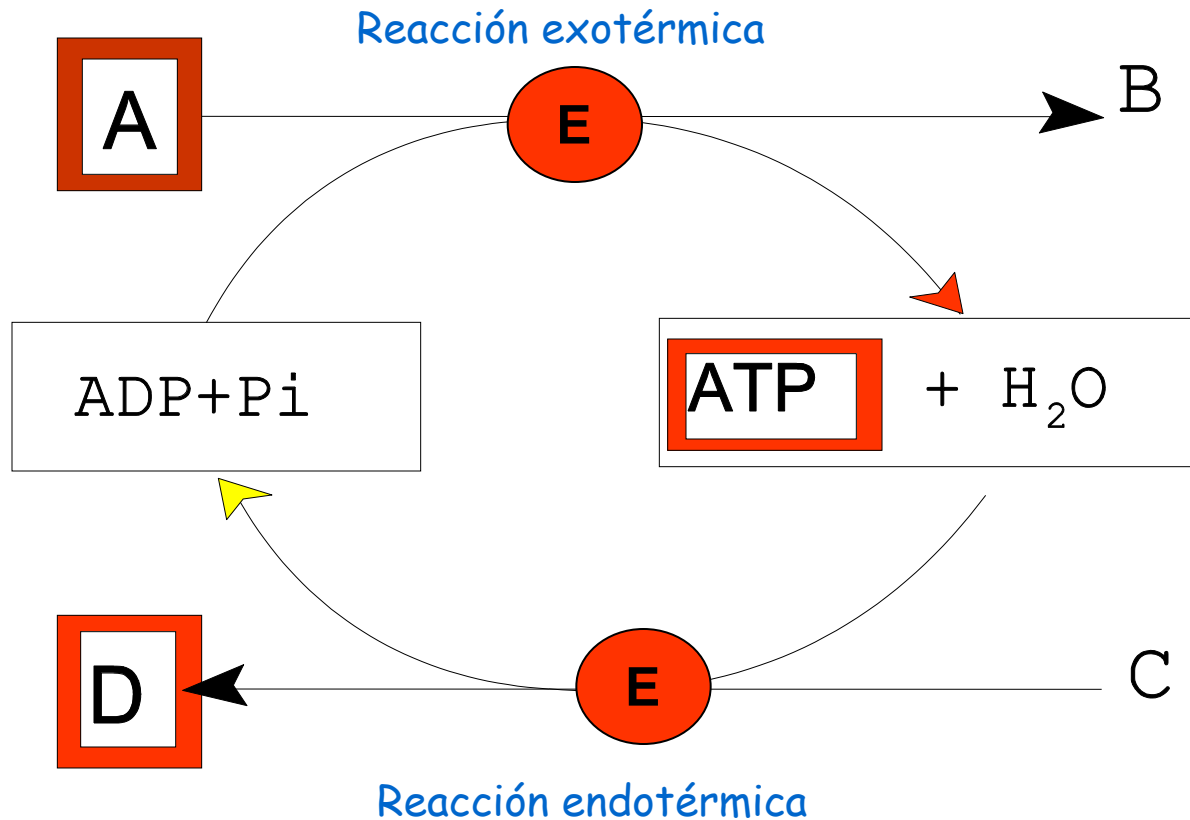
El **ADP** es una coenzima que interviene en la captación de energía en las reacciones exotérmicas (exergónicas) transformándose en ATP.



El **ATP** es una coenzima que interviene proporcionando energía en aquellos procesos que la necesitan: endotermicos (endergónicos).



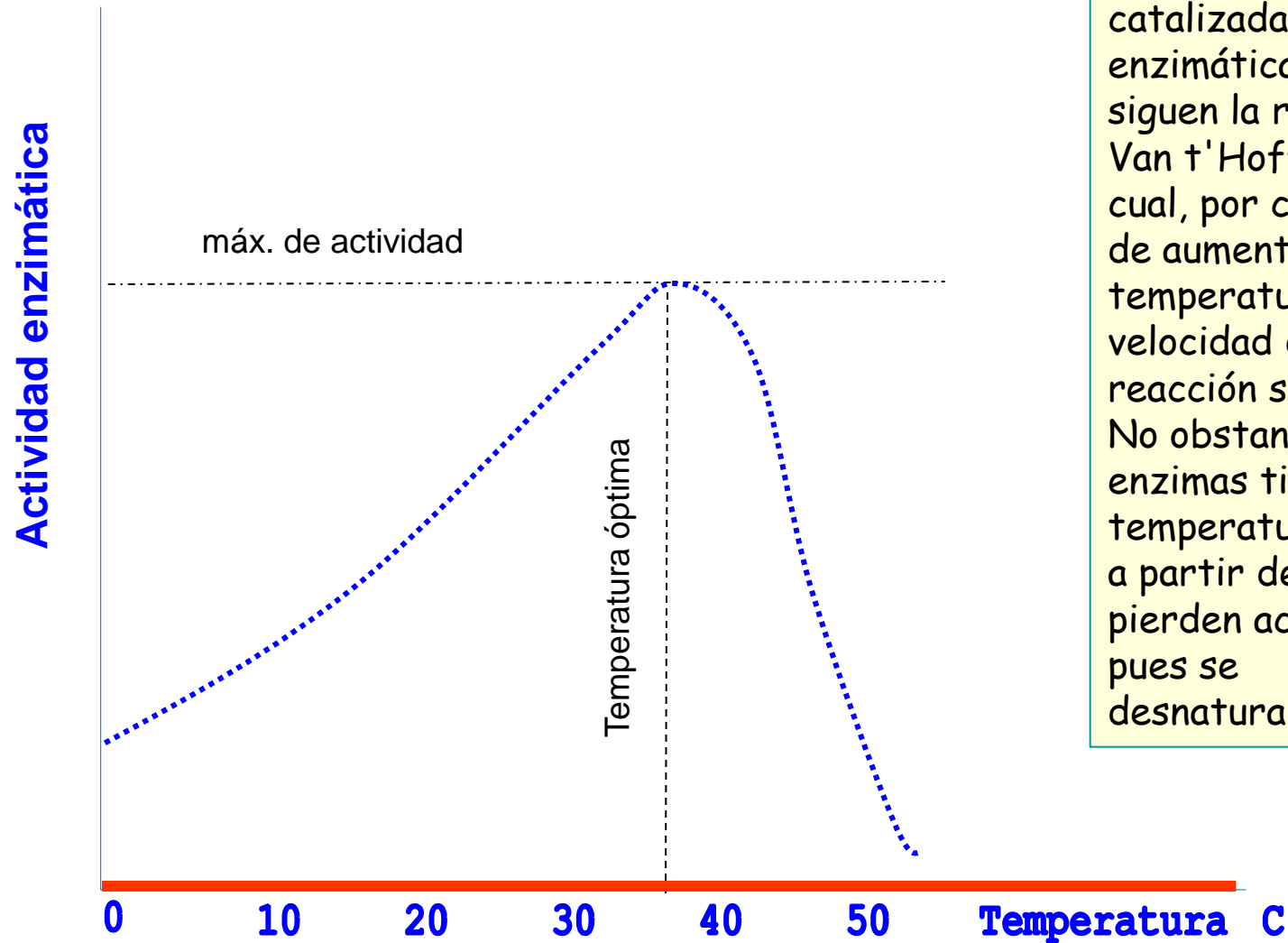
Acoplando ambos procesos, los seres vivos transfieren energía desde los procesos exotérmicos a los procesos endotérmicos y viceversa.



FACTORES QUE CONDICIONAN LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

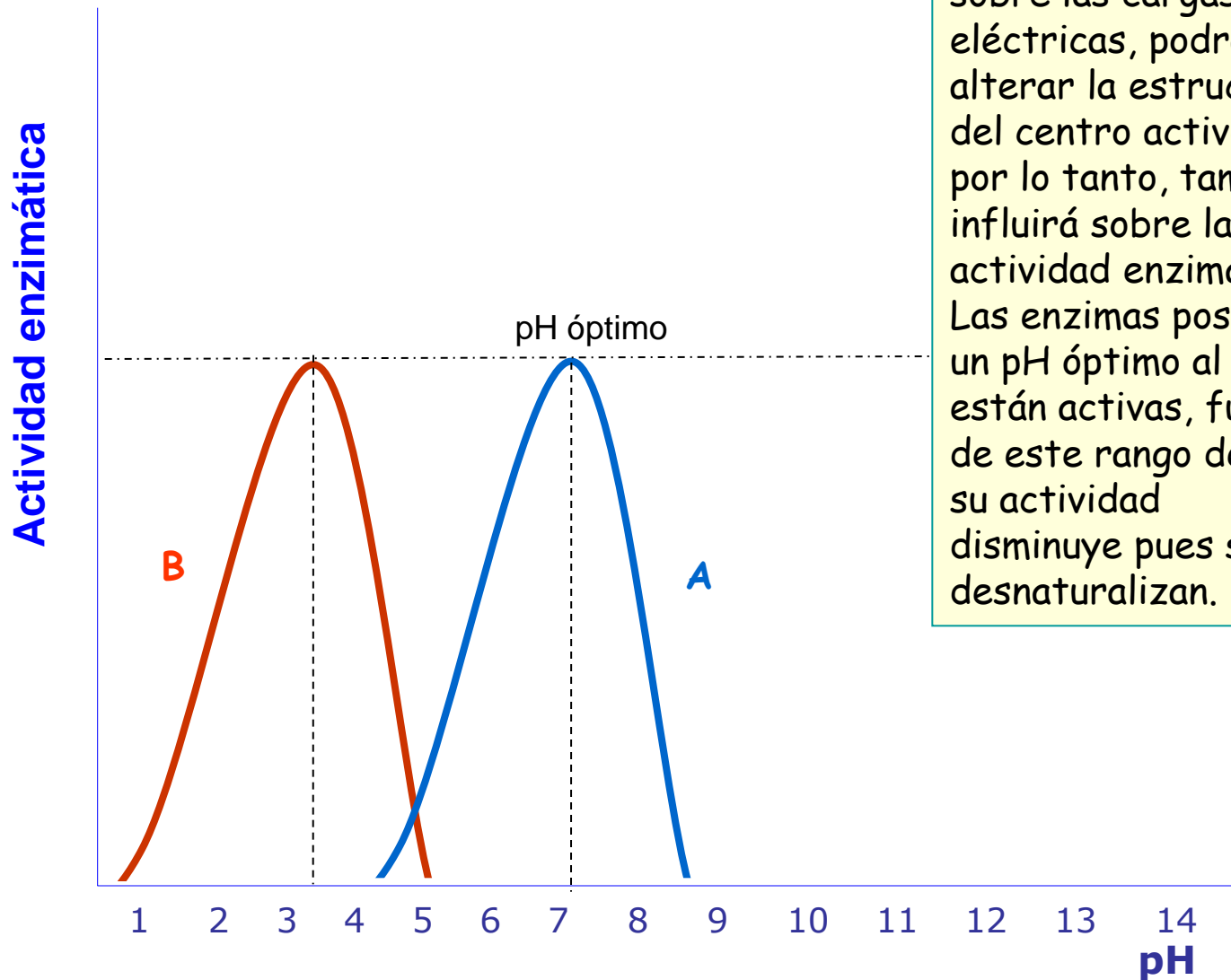
- Temperatura
- pH
- Inhibidores
- Envenenadores
- Activadores

Variación de la actividad enzimática con la temperatura



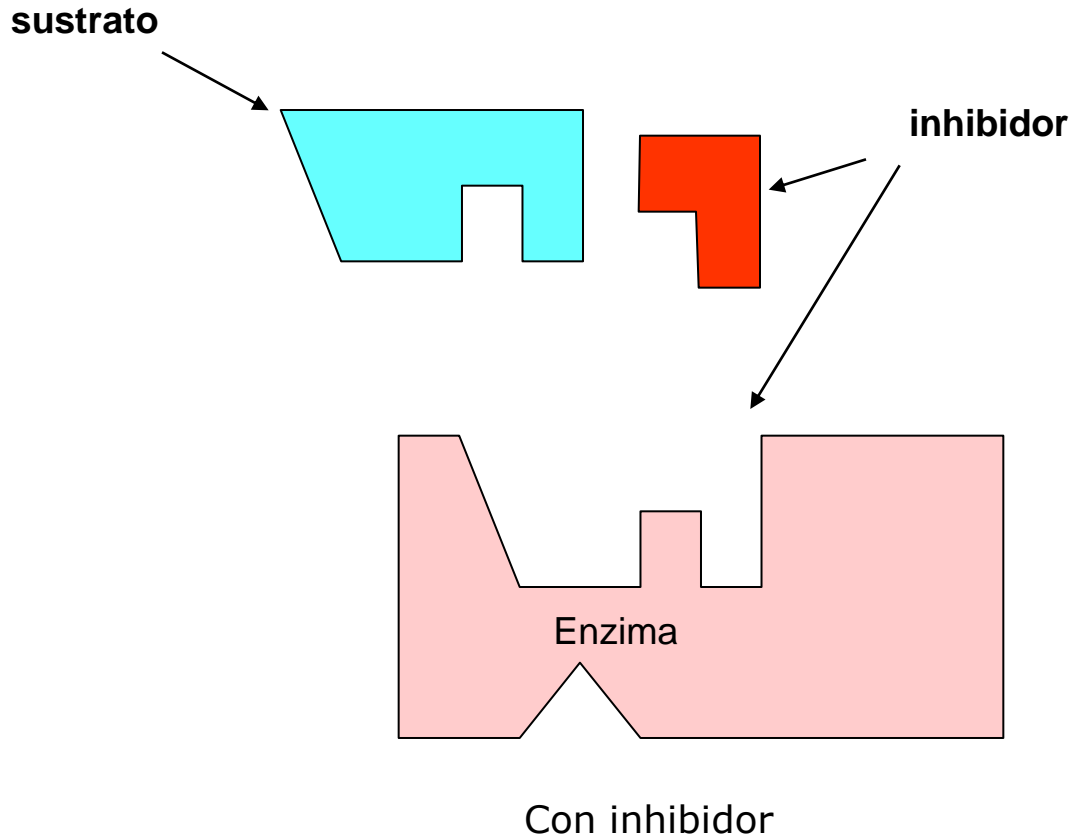
Como toda reacción química, las reacciones catalizadas enzimáticamente siguen la regla de Van t'Hoff. Según la cual, por cada 10°C de aumento de temperatura, la velocidad de la reacción se duplica. No obstante, las enzimas tienen una temperatura óptima a partir de la cual pierden actividad pues se desnaturalizan.

Variación de la actividad enzimática con el pH.



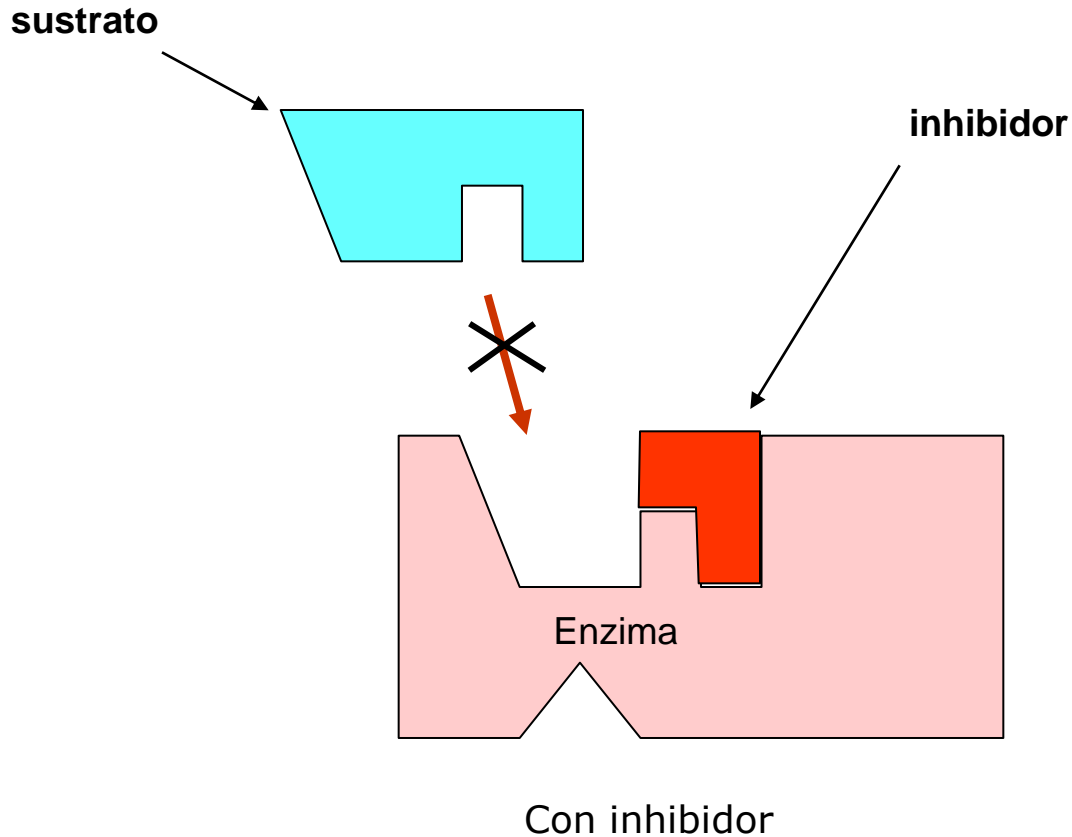
El pH, que al influir sobre las cargas eléctricas, podrá alterar la estructura del centro activo y, por lo tanto, también influirá sobre la actividad enzimática. Las enzimas poseen un pH óptimo al que están activas, fuera de este rango de pH su actividad disminuye pues se desnaturalizan.

Inhibición competitiva



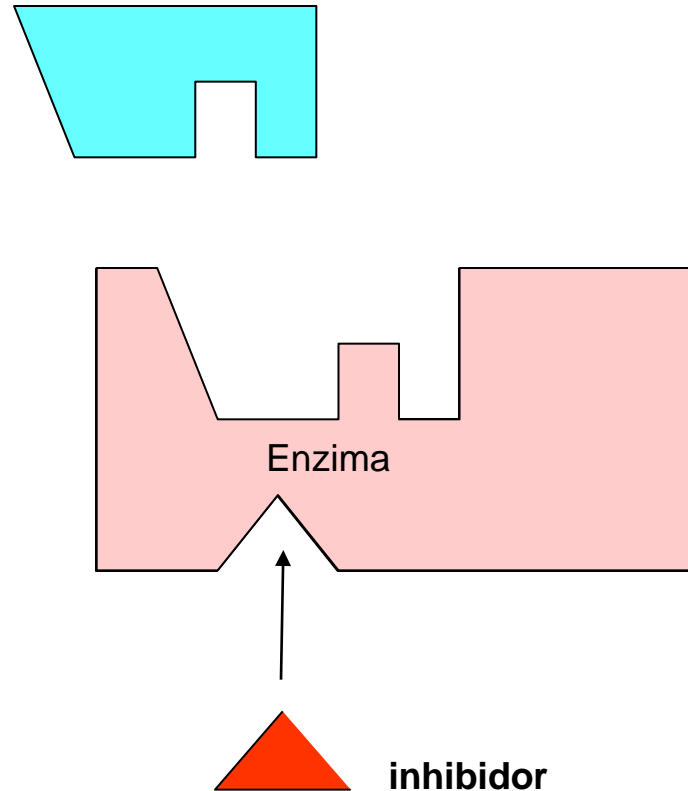
Los inhibidores **competitivos** son sustancias, muchas veces similares químicamente a los sustratos, que se unen al centro activo impidiendo con ello que se una el sustrato. El proceso es reversible y depende de la cantidad de sustrato y de inhibidor, pues ambos compiten por la enzima.

Inhibición competitiva



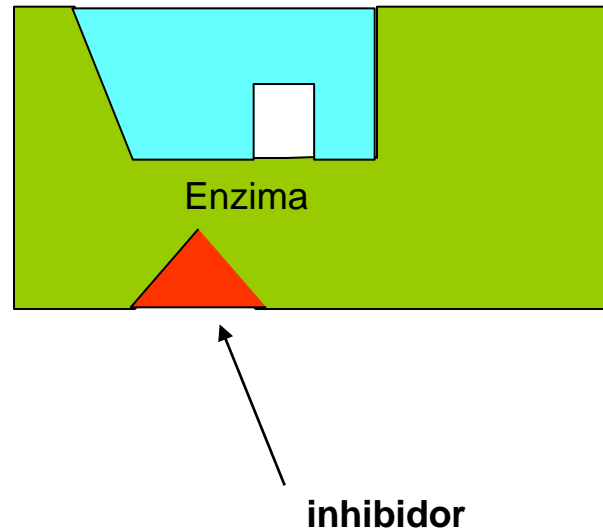
Los inhibidores **competitivos** son sustancias, muchas veces similares químicamente a los sustratos, que se unen al centro activo impidiendo con ello que se una el sustrato. El proceso es reversible y depende de la cantidad de sustrato y de inhibidor, pues ambos compiten por la enzima.

Inhibición no competitiva



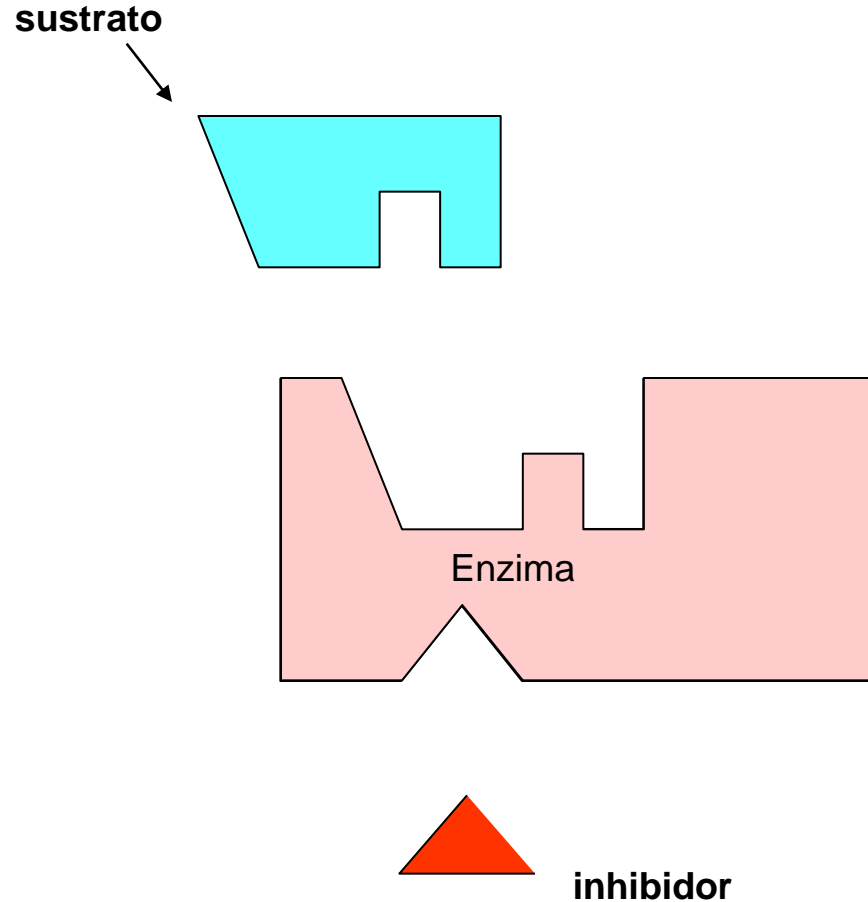
Los inhibidores **no competitivos** son sustancias que se unen a la enzima en lugares diferentes al centro activo alterando la conformación de la molécula de tal manera que, aunque se forme un complejo enzima-sustrato, no se produce la catálisis. Este tipo de inhibición depende solamente de la concentración de inhibidor.

Inhibición no competitiva



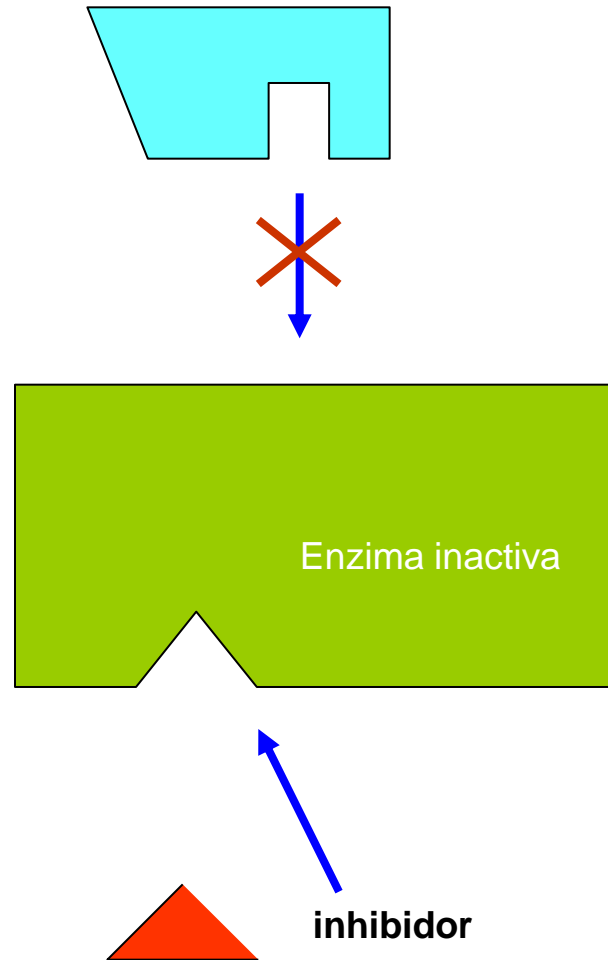
Los inhibidores **no competitivos** son sustancias que se unen a la enzima en lugares diferentes al centro activo alterando la conformación de la molécula de tal manera que, aunque se forme un complejo enzima-sustrato, no se produce la catálisis. Este tipo de inhibición depende solamente de la concentración de inhibidor.

Inhibición no competitiva



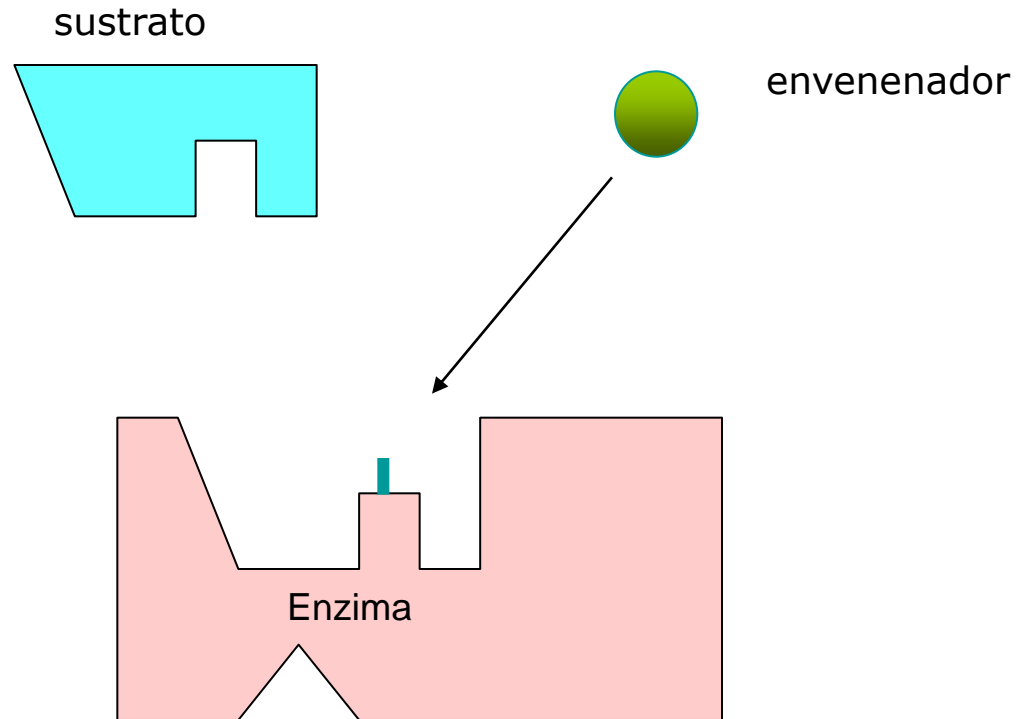
Los inhibidores **no competitivos** son sustancias que se unen a la enzima en lugares diferentes al centro activo alterando la conformación de la molécula de tal manera que, aunque se forme un complejo enzima-sustrato, no se produce la catálisis. Este tipo de inhibición depende solamente de la concentración de inhibidor.

Inhibición alostérica.



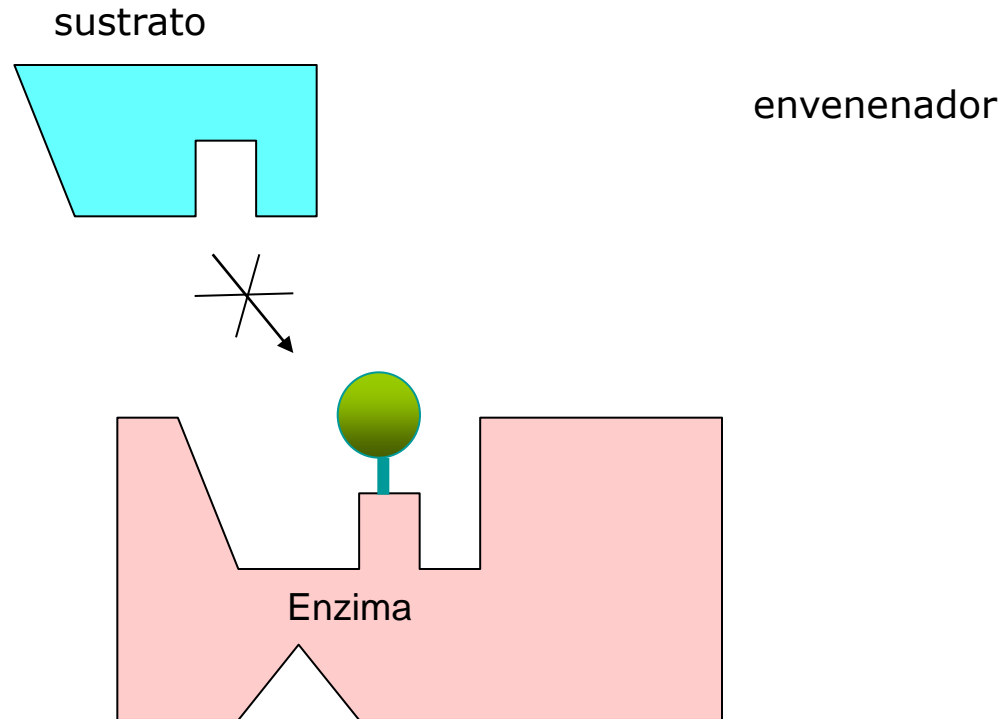
Los inhibidores alostéricos se unen a una zona de la enzima y cambian la configuración del centro activo de tal manera que impiden que el sustrato se pueda unir a él.

envenenadores

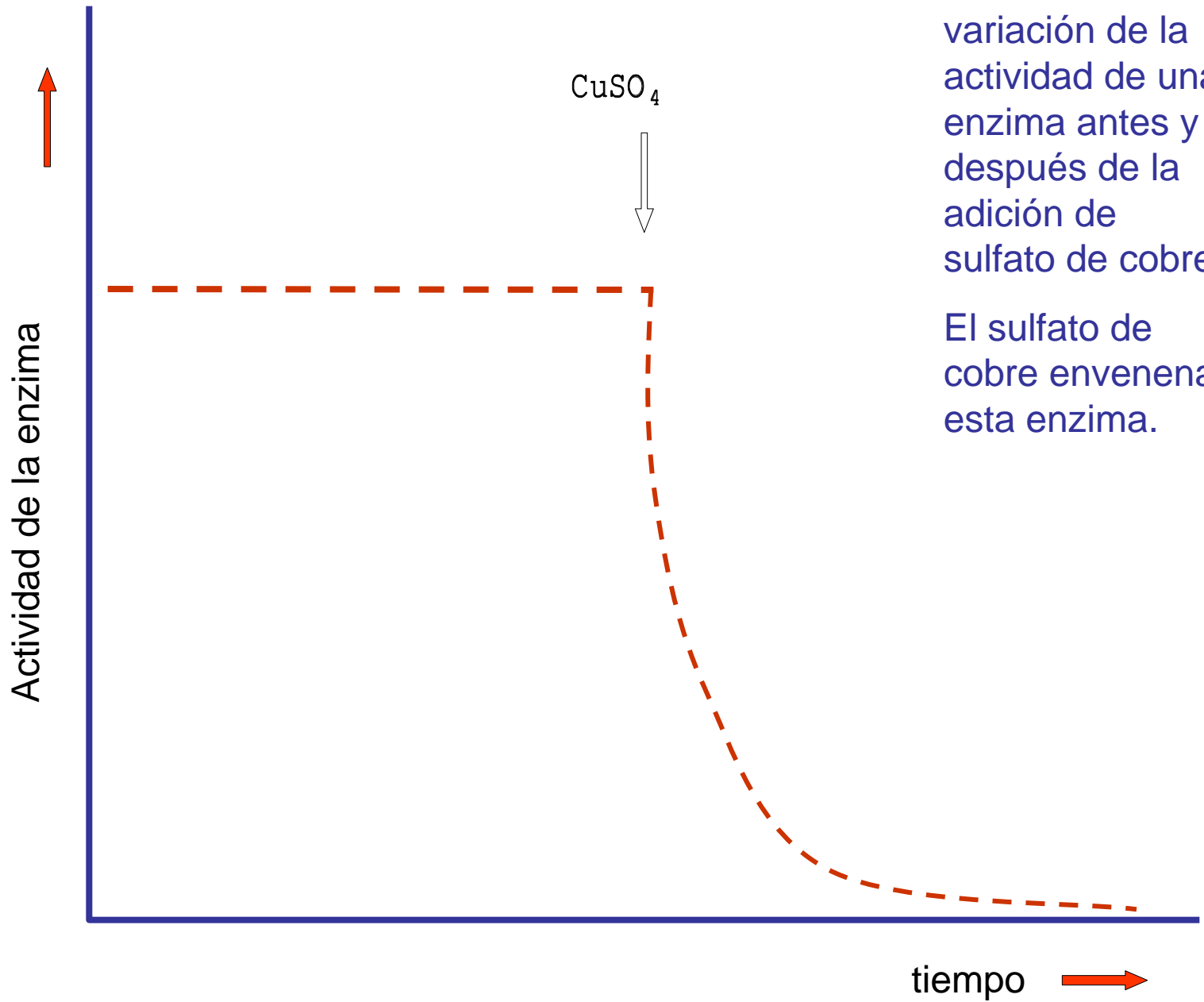


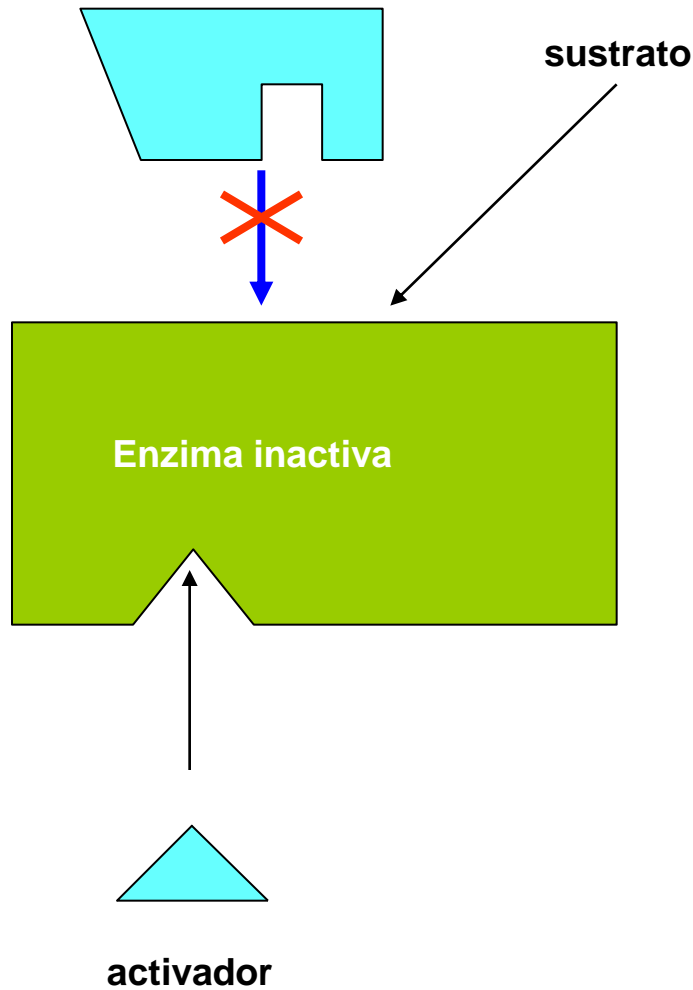
Los envenenadores son sustancias que se unen al centro activo mediante enlaces fuertes en un proceso irreversible, con lo que impiden de manera definitiva la catálisis.

envenenadores



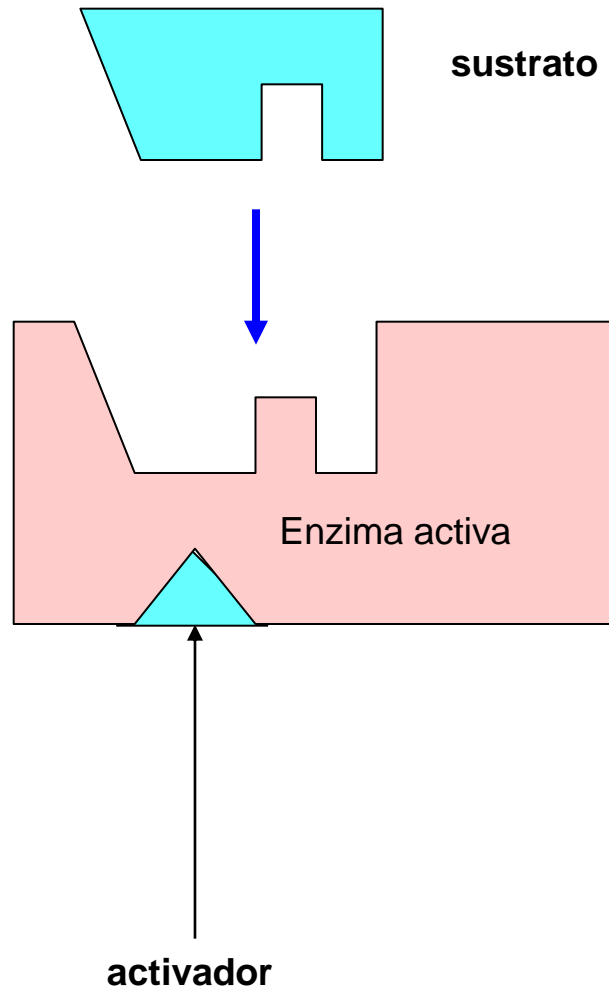
Los envenenadores son sustancias que se unen al centro activo mediante enlaces fuertes en un proceso irreversible, con lo que impiden de manera definitiva la catálisis.





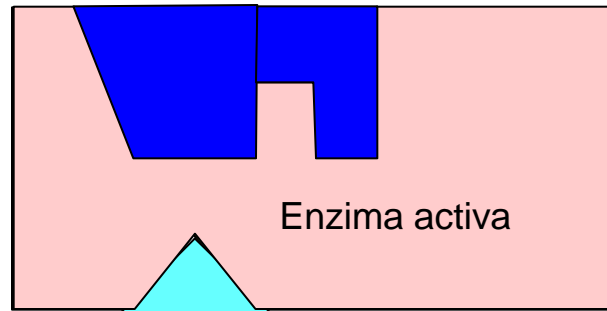
Los activadores se unen al centro regulador, cambian la configuración del centro activo, que hasta ese momento estaba inactivo y desencadenan la catálisis enzimática.

activadores



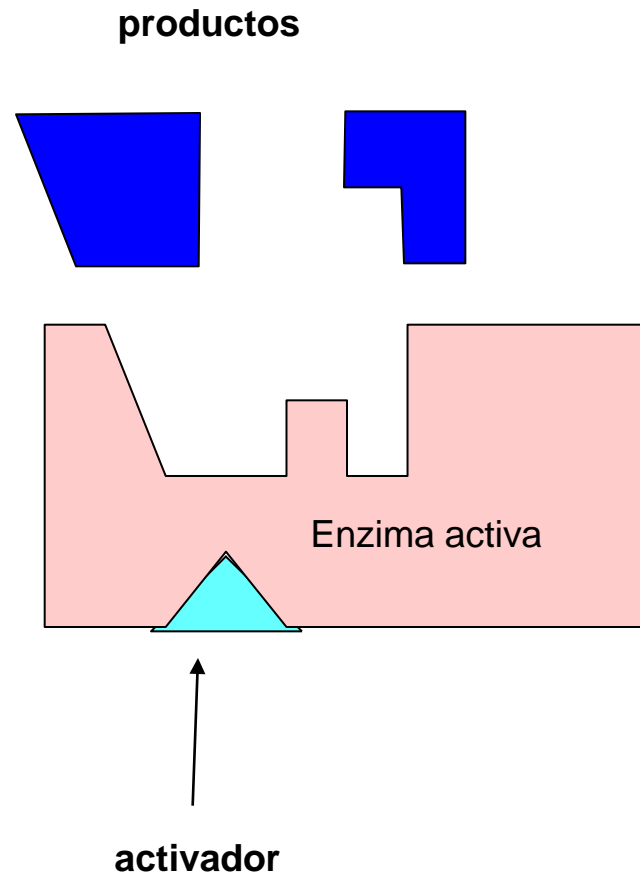
Los activadores se unen al centro regulador, cambian la configuración del centro activo, que hasta ese momento estaba inactivo y desencadenan la catálisis enzimática.

productos



activador

Los activadores se unen al centro regulador, cambian la configuración del centro activo, que hasta ese momento estaba inactivo y desencadenan la catálisis enzimática.



Los activadores se unen al centro regulador, cambian la configuración del centro activo, que hasta ese momento estaba inactivo y desencadenan la catálisis enzimática.

FIN