

**ACTIVIDAD CELULAR**

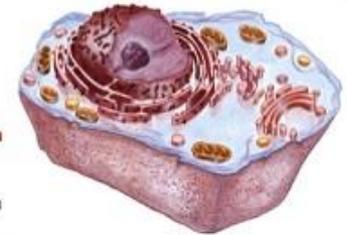
# LAS REACCIONES CELULARES BÁSICAS

1.- Todas las células llevan a cabo funciones vitales:

- Ingestión de nutrientes
  - Eliminación de desperdicios
  - Crecimiento
  - Reproducción
- Las células obtienen del alimento la energía para cada una de estas funciones básicas.

## 2.- Características de las reacciones metabólicas

- Ocurren **en medio acuoso** (disolución)
- Encadenadas y **acopladas**
- Producen o necesitan Energía (**Exergónicas** o **Endergónicas**)
- Toda reacción química necesita el aporte de una **Energía de Activación** o inicial.
- Cada reacción **catalizada por una enzima específica**, que disminuye la energía de activación.
- En la misma reacción acoplada, una misma enzima cataliza dos reacciones a la vez.



# Organismos autótrofos y heterótrofos

- Los seres vivos que sintetizan su propio alimento se conocen como autótrofos:
  - Plantas verdes
- Los seres vivos que no pueden sintetizar su propio alimento se conocen como heterótrofos:
  - Animales



- Una vez que el alimento sea ingerido, la mayor parte se degrada para producir la **energía** que necesitan las células.
  - Los procesos que ocurren en las células son físicos y químicos.

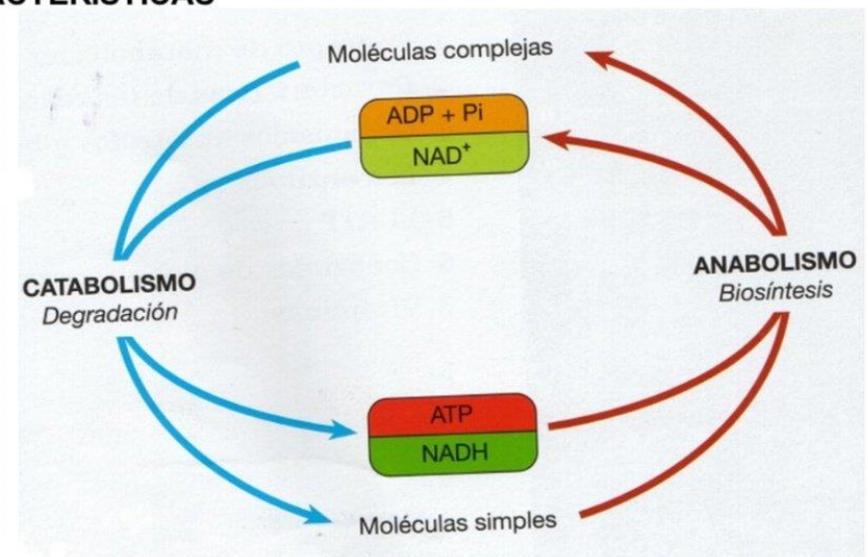
## Metabolismo

- El total de las reacciones que ocurren en una célula.

# METABOLISMO

## REACCIONES METABÓLICAS

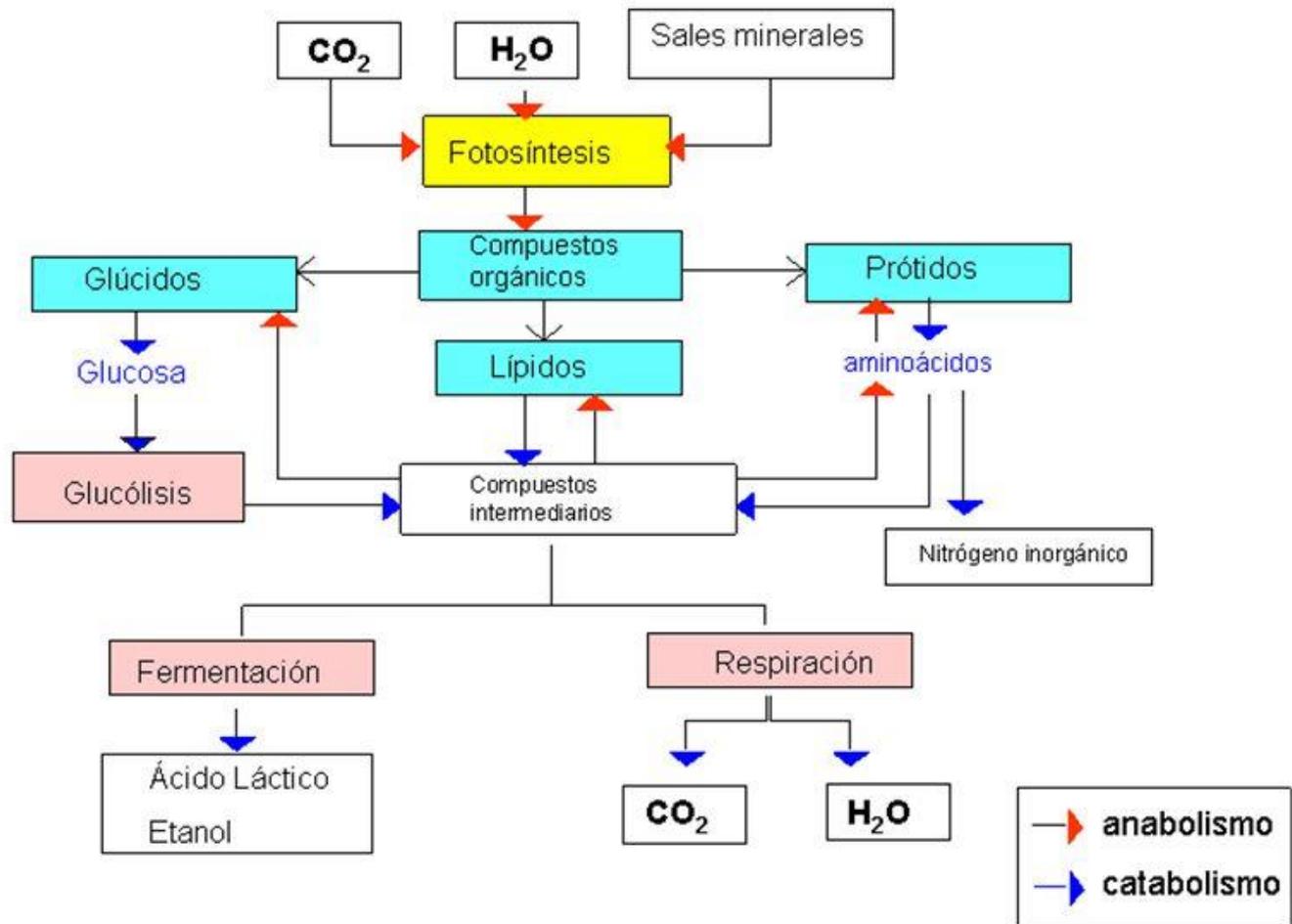
### CARACTERÍSTICAS



# METABOLISMO

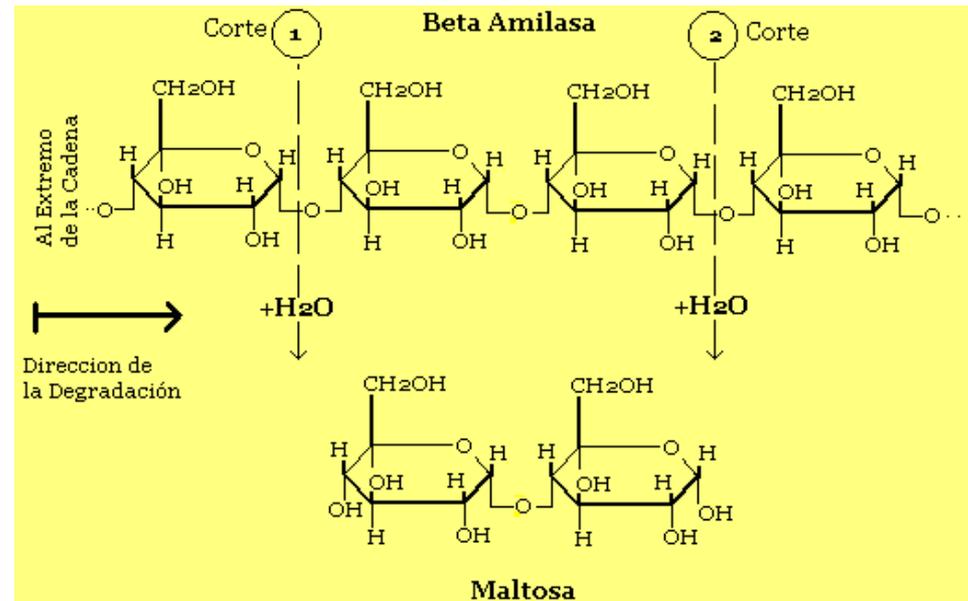
## REACCIONES METABÓLICAS

### CARACTERÍSTICAS



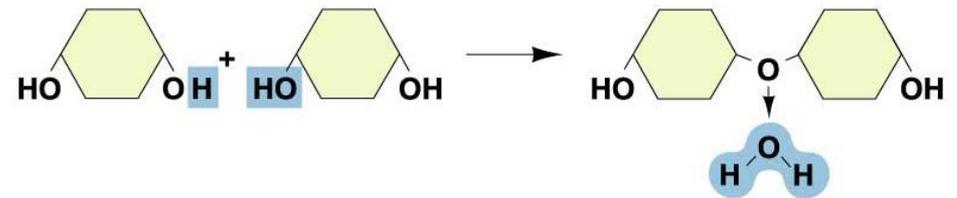
# Reacciones anabólicas y catabólicas

- Las reacciones en las cuales sustancias complejas se degradan para convertirse en sustancias más simples se llaman **reacciones catabólicas**.
  - Degradación de almidón

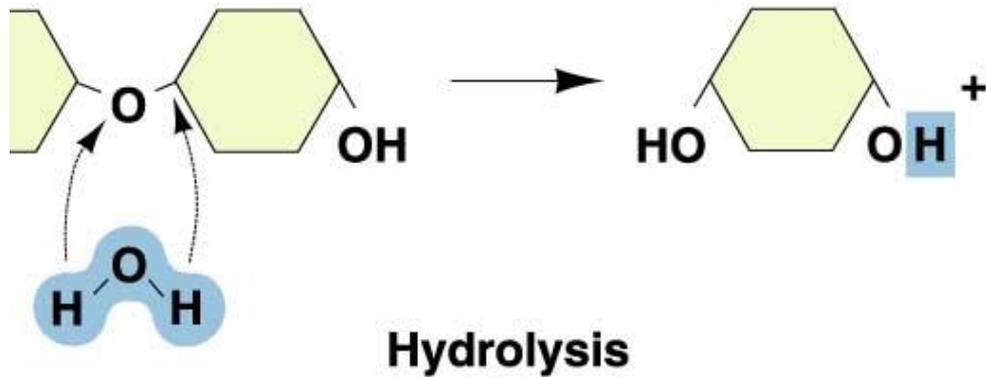


# Síntesis por deshidratación

- Las reacciones anabólicas que comprenden la remoción de agua se conocen como síntesis por deshidratación:
  - Se forma una molécula al unir sus partes y se pierde agua durante el proceso.



Dehydration synthesis

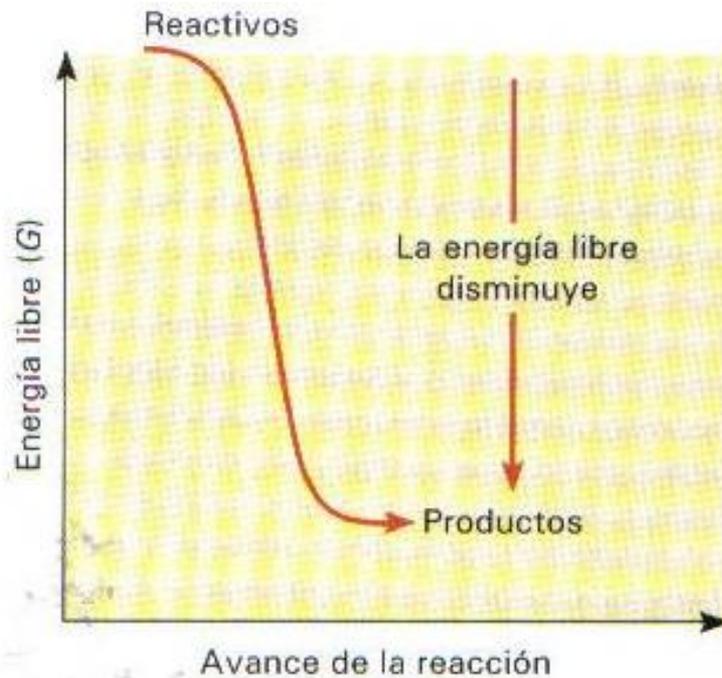


# Hidrólisis

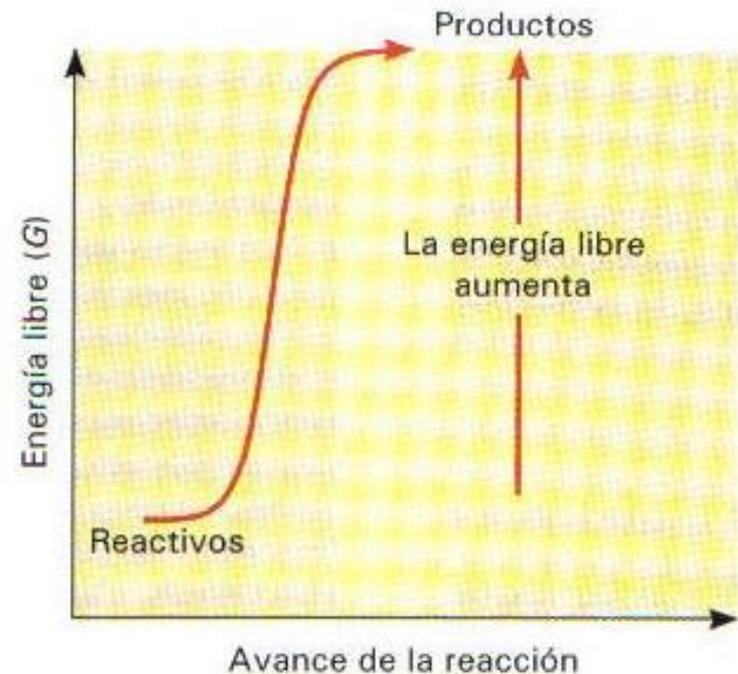
- Las reacciones catabólicas, en las cuales se añade agua, se conocen como hidrólisis.
  - Al añadir agua, la molécula grande se rompe en sus partes.

# Reacciones endergónicas y exergónicas

- Una reacción endergónica es una reacción química que necesita o utiliza energía.
  - Fotosíntesis.
- Una reacción que libera energía se conoce como una reacción exergónica.
  - Respiración celular.



(a) **Reacción exergónica**  
(espontánea; libera energía)



(b) **Reacción endergónica**  
(no espontánea; requiere energía)



## Energía de activación

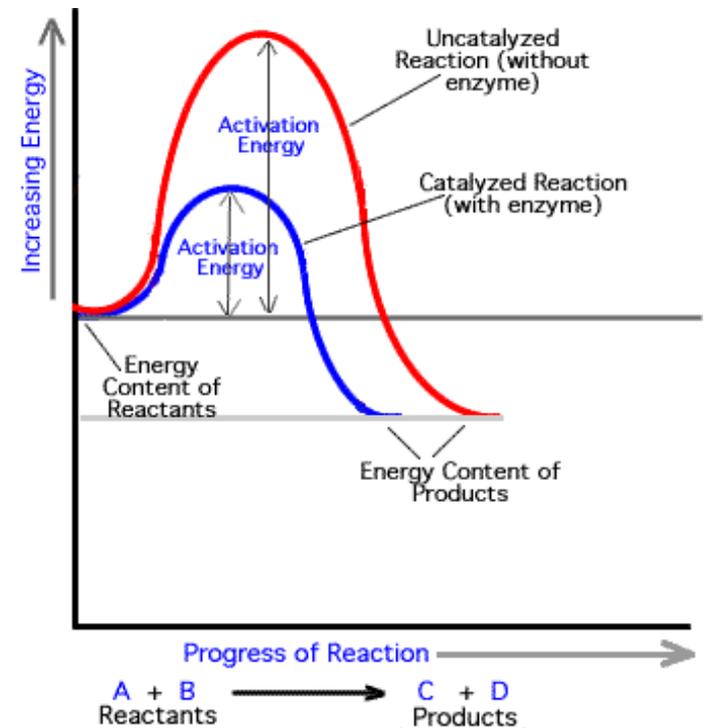
- Muchas reacciones exergónicas necesitan calor (energía) para comenzar.
  - Ej.: Combustión de madera.
- Esta energía se conoce como energía de activación.
  - La cantidad de energía de activación es, generalmente, mucho menor que la energía que libera la reacción.

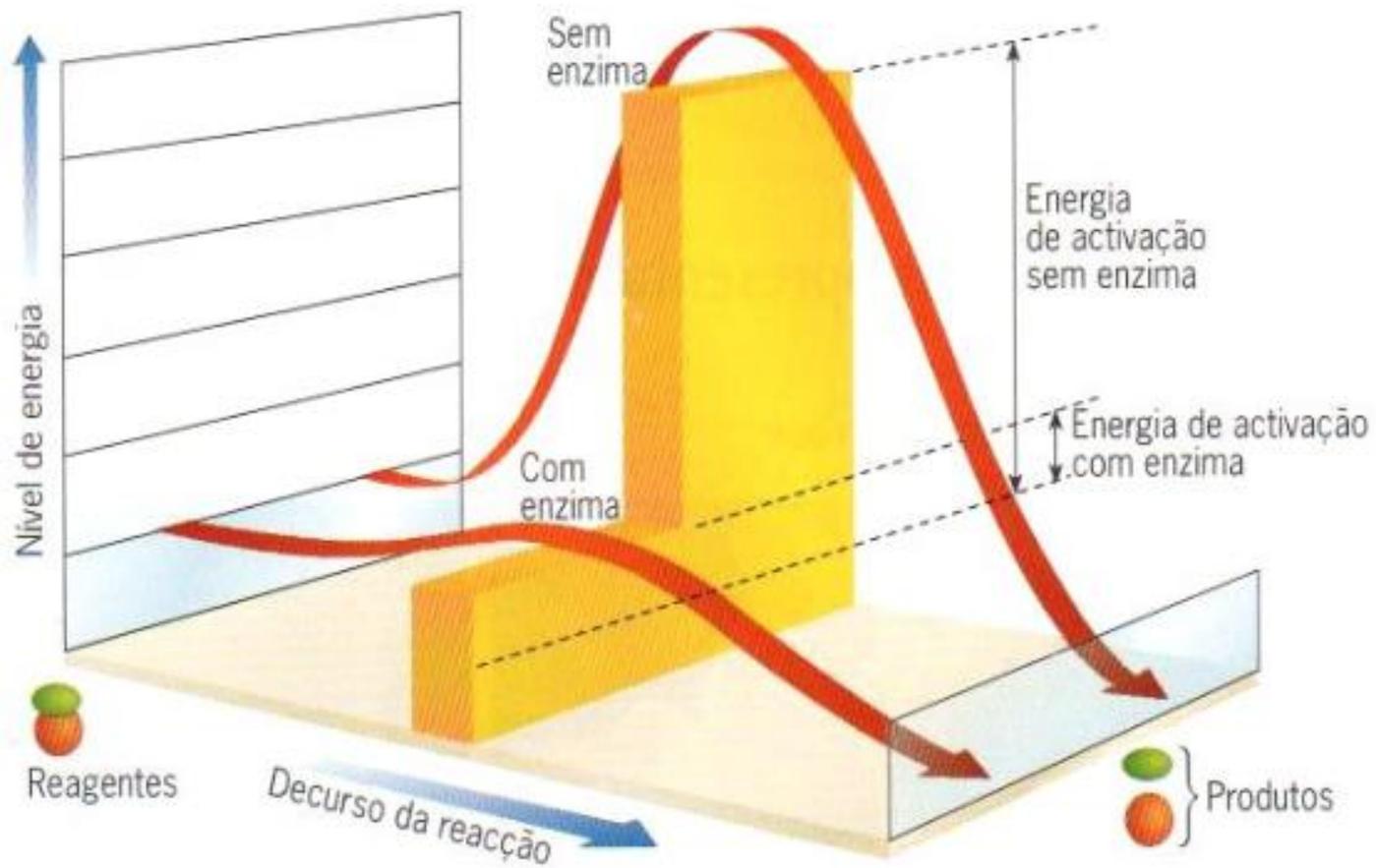
# Catalizadores

- Las células poseen compuestos químicos que controlan las reacciones que ocurren en su interior.
- La sustancia que controla la velocidad a la que ocurre una reacción química sin que la célula sufra daño alguno ni se destruya se conoce como un **catalizador**.
- Las **enzimas** son moléculas con estructura proteica que actúan como catalizadores.

# Enzimas

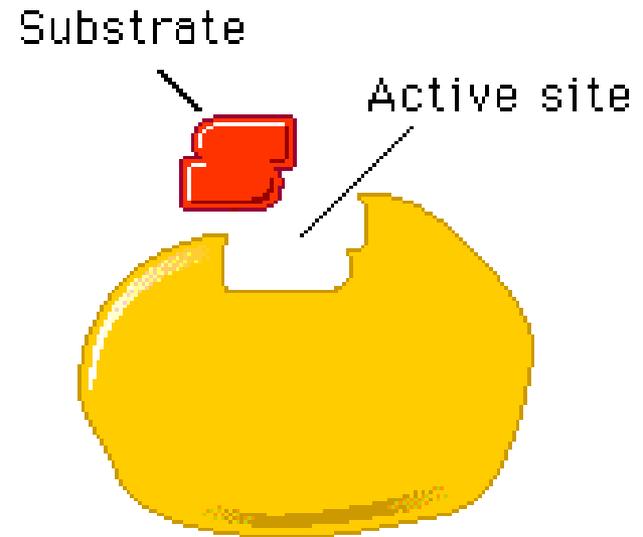
- Hacen posibles las reacciones, **disminuyendo** la cantidad de energía de activación que se necesita.
- Controlan la velocidad a la que ocurre la reacción.
- Permiten que las reacciones ocurran a unas temperaturas que no hagan daño al organismo.

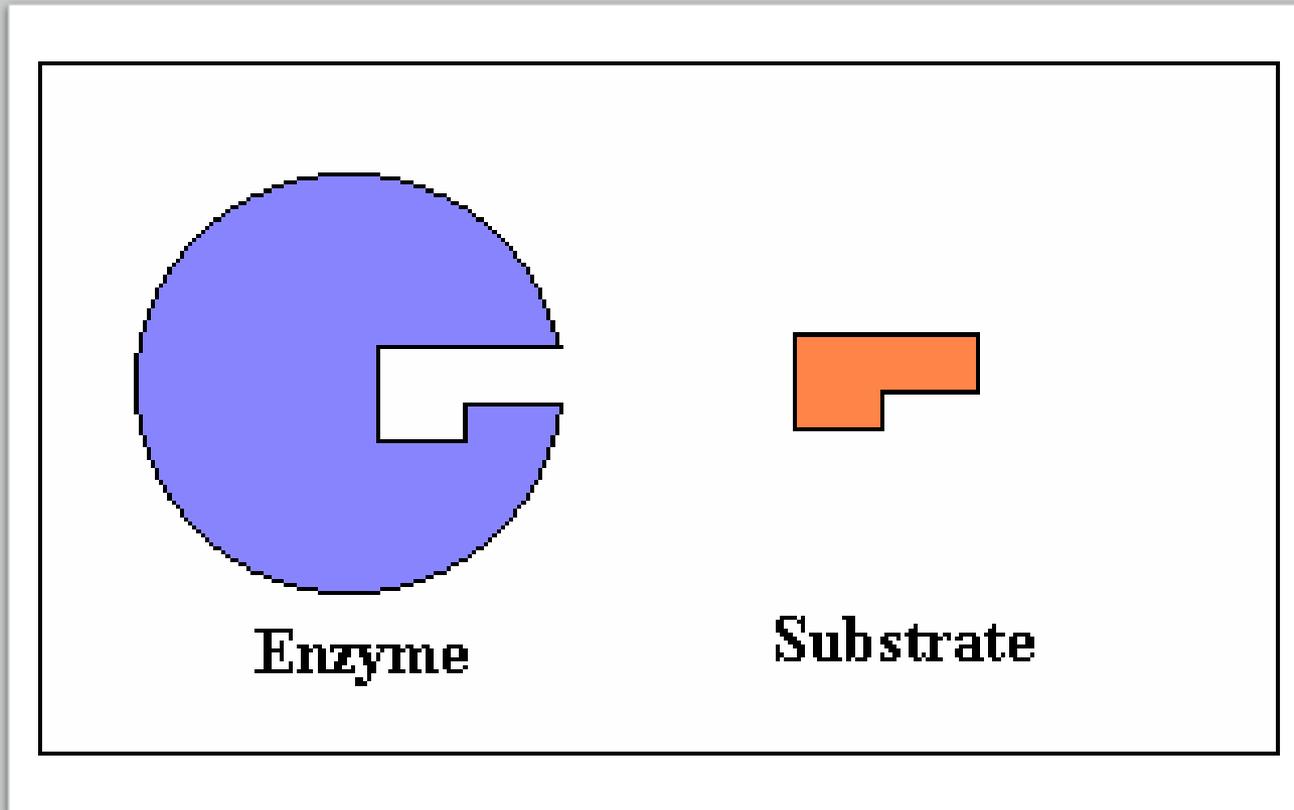




# Enzimas y sustratos

- La sustancia sobre la cual actúa una enzima se conoce como sustrato.
  - El sustrato se convierte en uno o más productos nuevos.
- Las enzimas son reutilizables y cada una puede catalizar de 100 a 30,000,000 de reacciones /min.
- Pero, una enzima particular actúa solo sobre un sustrato específico.
  - Cada enzima particular puede controlar solo un tipo de reacción.





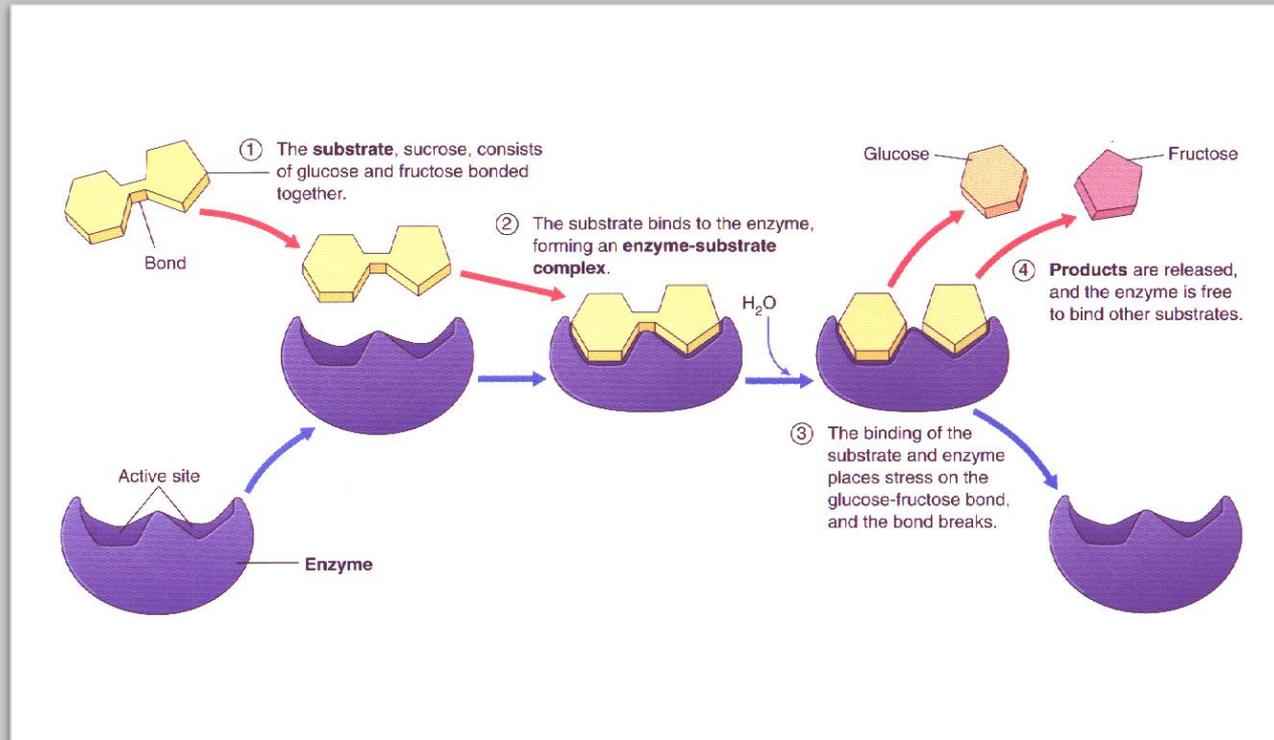
**Reacción catabólica**



Reacción anabólica

# Enzimas y coenzimas

- Una enzima recibe el nombre del sustrato sobre el cual actúa.
  - A una parte del nombre del sustrato se le añade el sufijo **-asa**. ¿Cuál será el sustrato de una proteasa?
- En algunas reacciones, pequeñas moléculas, llamadas **coenzimas**, se unen a las enzimas para controlar las reacciones.
  - Las coenzimas no son proteínas y no sufren cambios durante las reacciones.
  - Algunas **vitaminas** son coenzimas. **B1, B2, B6, K**.
  - Una reacción no ocurrirá si la coenzima no está presente.



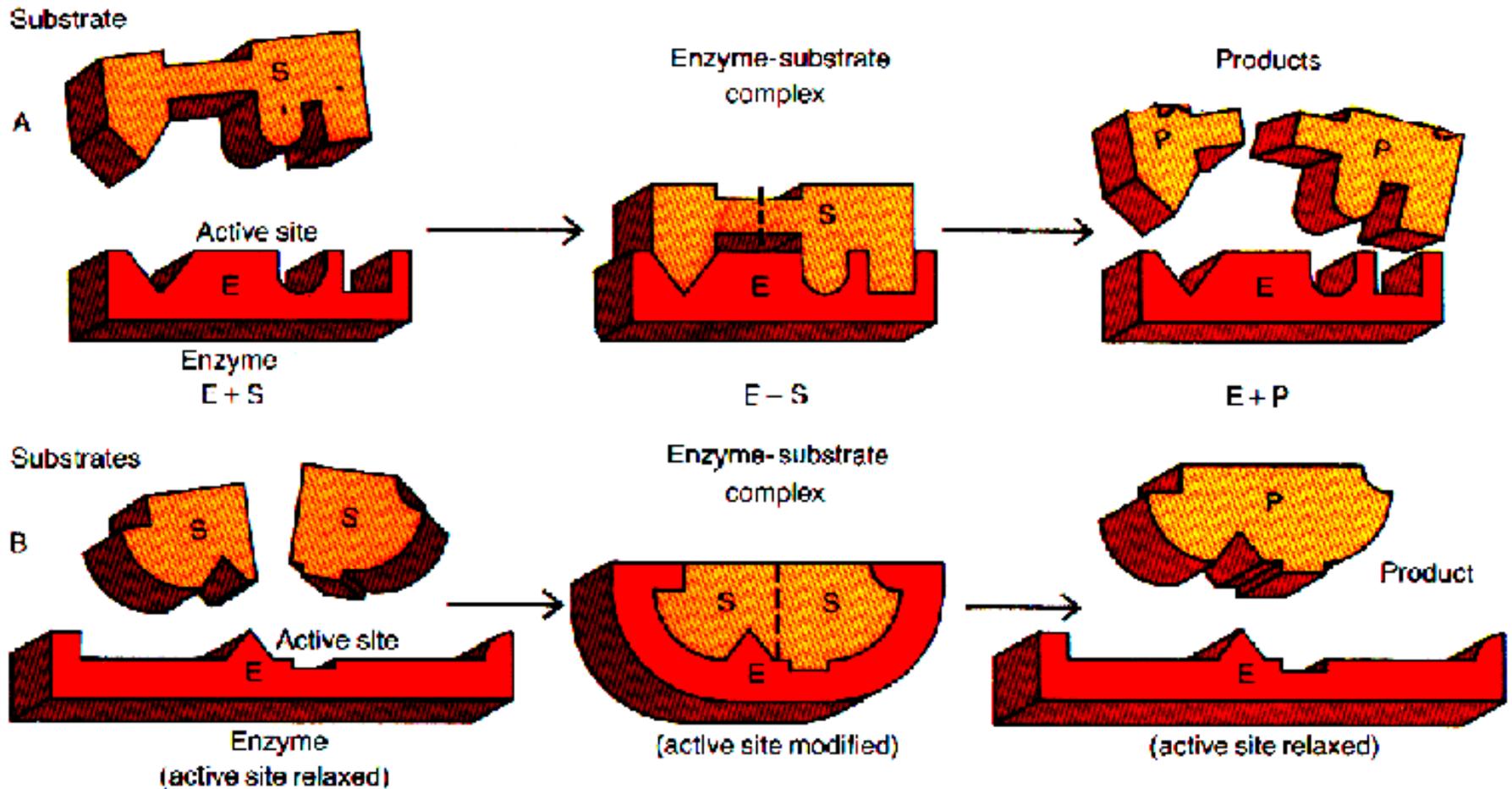
## Los modelos de enzimas

- La estructura de una enzima determinan la reacción que puede catalizar.
- La enzima se une al **sustrato (S)** mediante el sitio activo, para formar un complejo enzima-sustrato o E-S.
- En el **sitio activo**, la enzima y el sustrato se ajustan perfectamente.

# Los modelos de enzimas

A. Modelo de la llave y la cerradura.

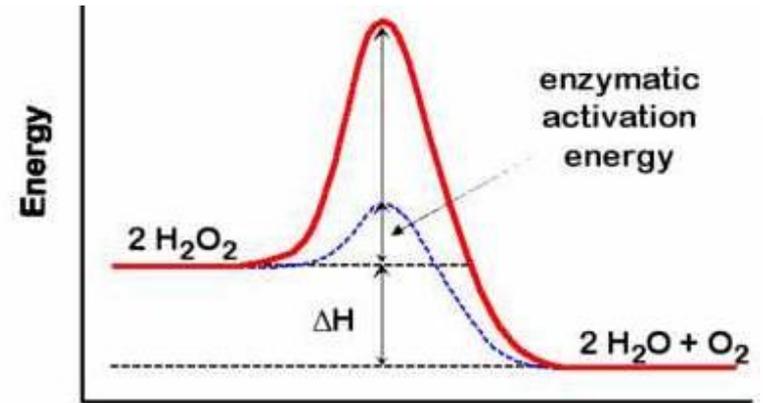
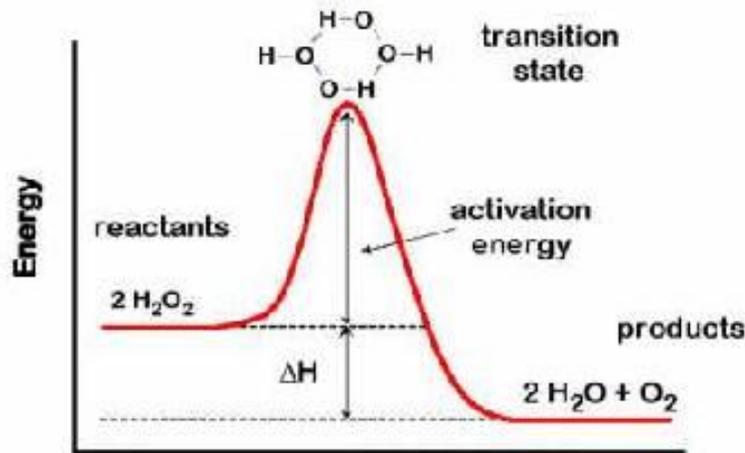
B. Modelo del ajuste inducido.





## IMPORTANCIA DE LAS ENZÍMAS

- La medida de la actividad enzimática en fluidos biológicos o tejidos es importante para el diagnóstico de muchas enfermedades.
- Muchos fármacos son inhibidores de la actividad enzimática
- Importancia en la industria de alimentación y agricultura.



# MODO DE ACCIÓN DE LAS ENZIMAS

Reacción con catalizador y sin catalizador

# ASPECTOS GENERALES

- Prácticamente todas las reacciones químicas que tienen lugar en los seres vivos están catalizadas por enzimas.
- Las enzimas son **catalizadores específicos**: cada enzima cataliza un solo tipo de reacción.

# ASPECTOS GENERALES

- **sustrato**
- **centro activo**
- El centro activo comprende un sitio de unión formado por los aminoácidos que están en contacto directo con el sustrato y un sitio catalítico, formado por los aminoácidos directamente implicados en el mecanismo de la reacción
- Una vez formados los **productos** el enzima puede comenzar un nuevo ciclo de reacción

# PROPIEDADES DE LAS ENZIMAS

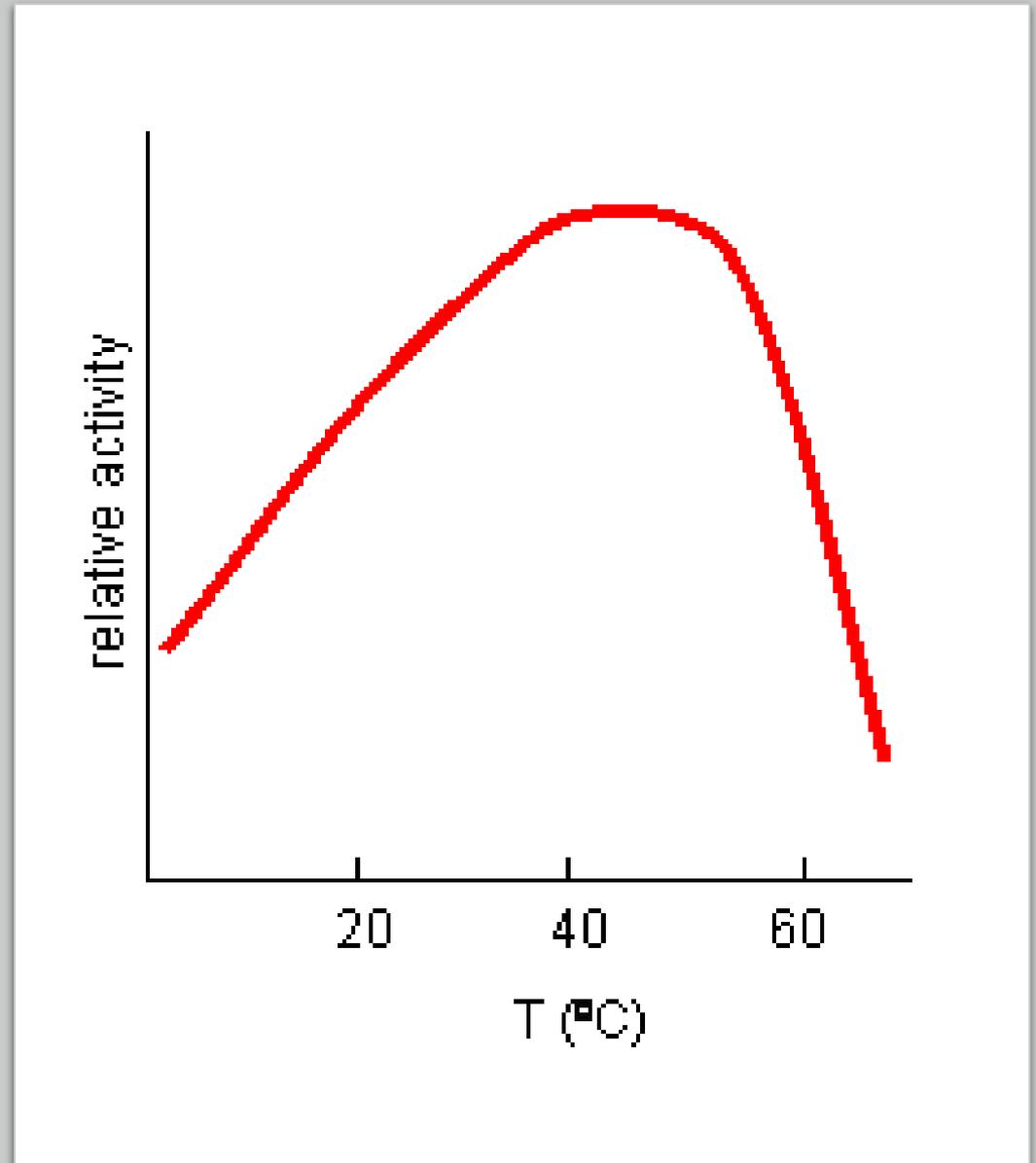
- Las propiedades de las enzimas derivan del hecho de ser proteínas.
- **Cambios en la conformación** suelen ir asociados en **cambios en la actividad** catalítica.
- Los factores que influyen de manera más directa sobre la actividad de un enzima son:
  - pH
  - Temperatura
  - Concentración de sustrato
  - Cofactores
  - inhibidores

# pH SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

- Las enzimas poseen grupos químicos ionizables (carboxilos -COOH; amino -NH<sub>2</sub>; tiol -SH, etc.) en las cadenas laterales de sus aminoácidos.
- Según el pH del medio, estos grupos pueden tener carga eléctrica positiva, negativa o neutra.
- Como la conformación de las proteínas depende, en parte, de sus cargas eléctricas, habrá un pH en el cual la conformación será la más adecuada para la actividad catalítica. Este es el llamado **pH óptimo**.

# TEMPERATURA SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

- La temperatura a la cual la actividad catalítica es máxima se llama **temperatura óptima**. Por encima de esta temperatura, el aumento de velocidad de la reacción (actividad enzimática) decrece rápidamente hasta anularse.



# COFACTORES SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

- Un **cofactor** es un compuesto químico no proteico o un ion metálico que se requiere para la actividad de una enzima como catalizador

- **Cofactores: Orgánicos e inorgánicos**

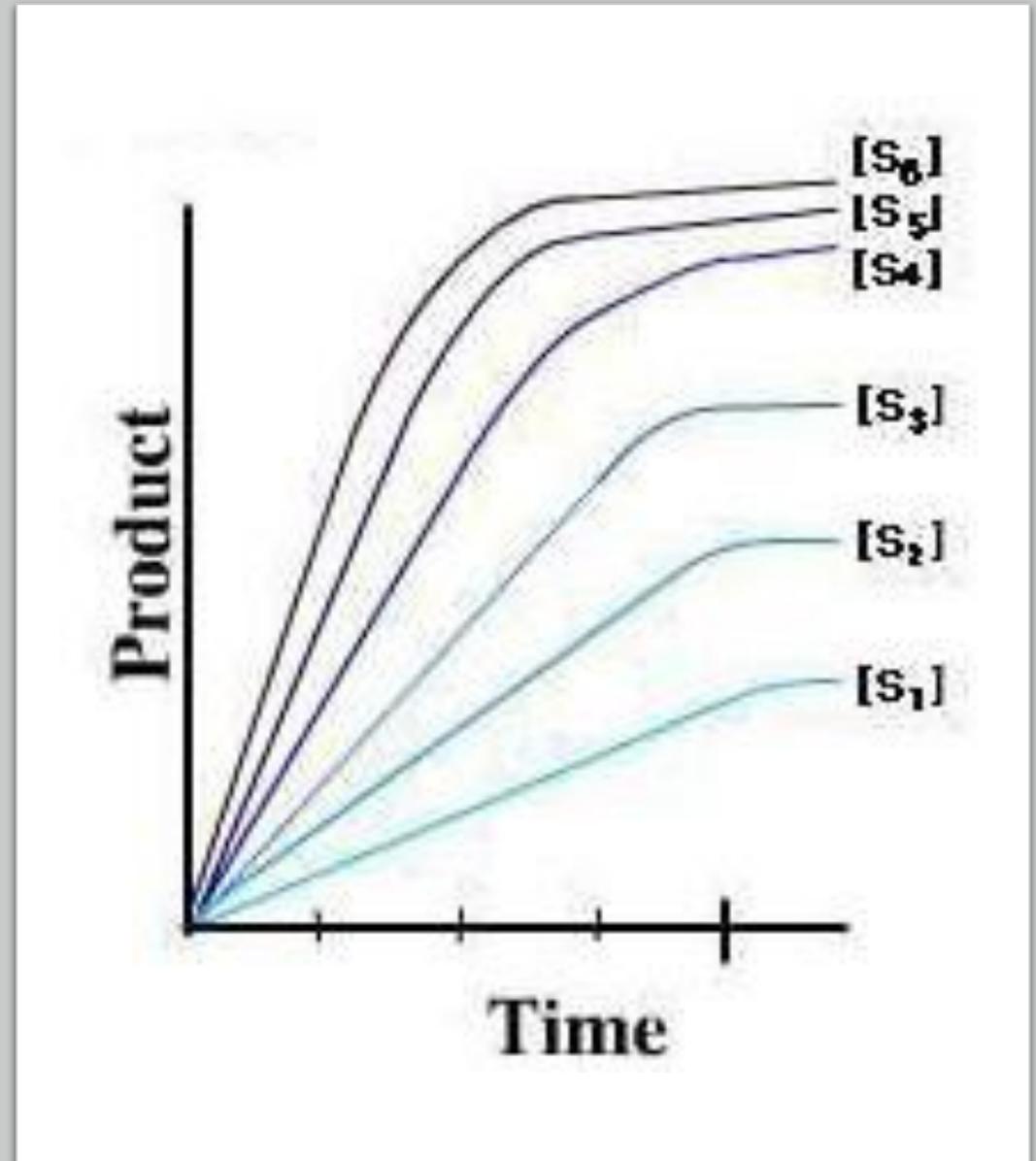
- **El orgánico se denomina COENZIMA**

Las **coenzimas** son cofactores orgánicos no proteicos, termoestables, que unidos a una apoenzima constituyen la holoenzima o forma catalíticamente activa de la enzima

- Pueden ser iones inorgánicos como el  $\text{Fe}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Mn}^{++}$ ,  $\text{Zn}^{++}$ , etc. Cuando el cofactor es una molécula orgánica se llama **coenzima**.

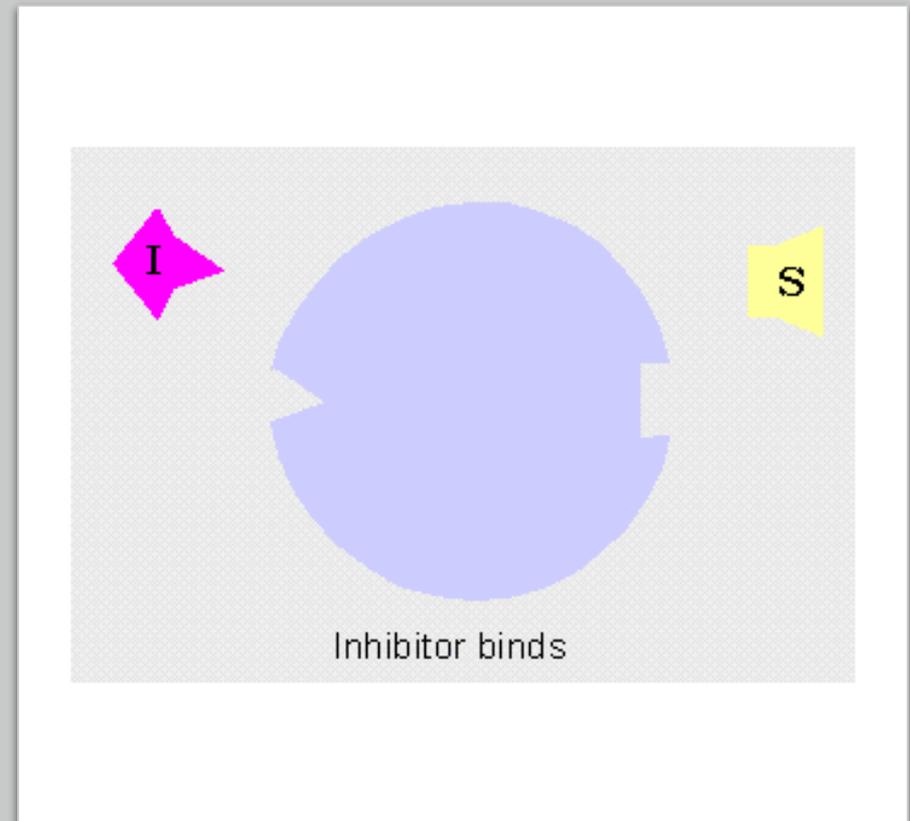
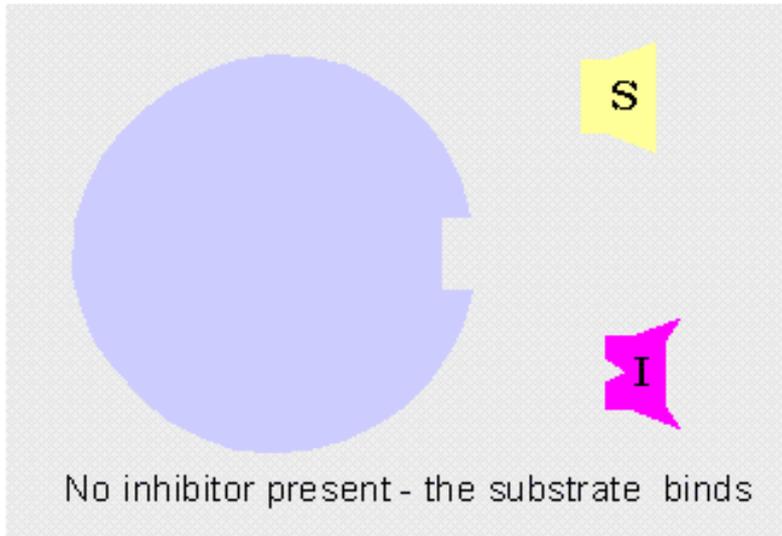
## CONCENTRACIONES SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

- La Figura muestra la velocidad de una reacción enzimática a 6 concentraciones distintas de sustrato.
- Además, la presencia de los productos finales puede hacer que la reacción sea más lenta, o incluso invertir su sentido



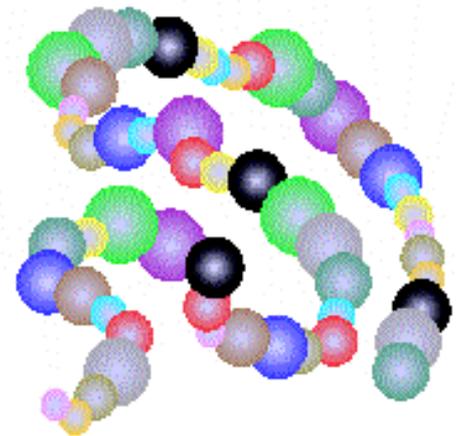
# INHIBIDORES SOBRE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

- Estos inhibidores bien pueden ocupar temporalmente el centro activo por semejanza estructural con el sustrato original (inhibidor competitivo) o bien alteran la conformación espacial del enzima, impidiendo su unión al sustrato (inhibidor no competitivo) .



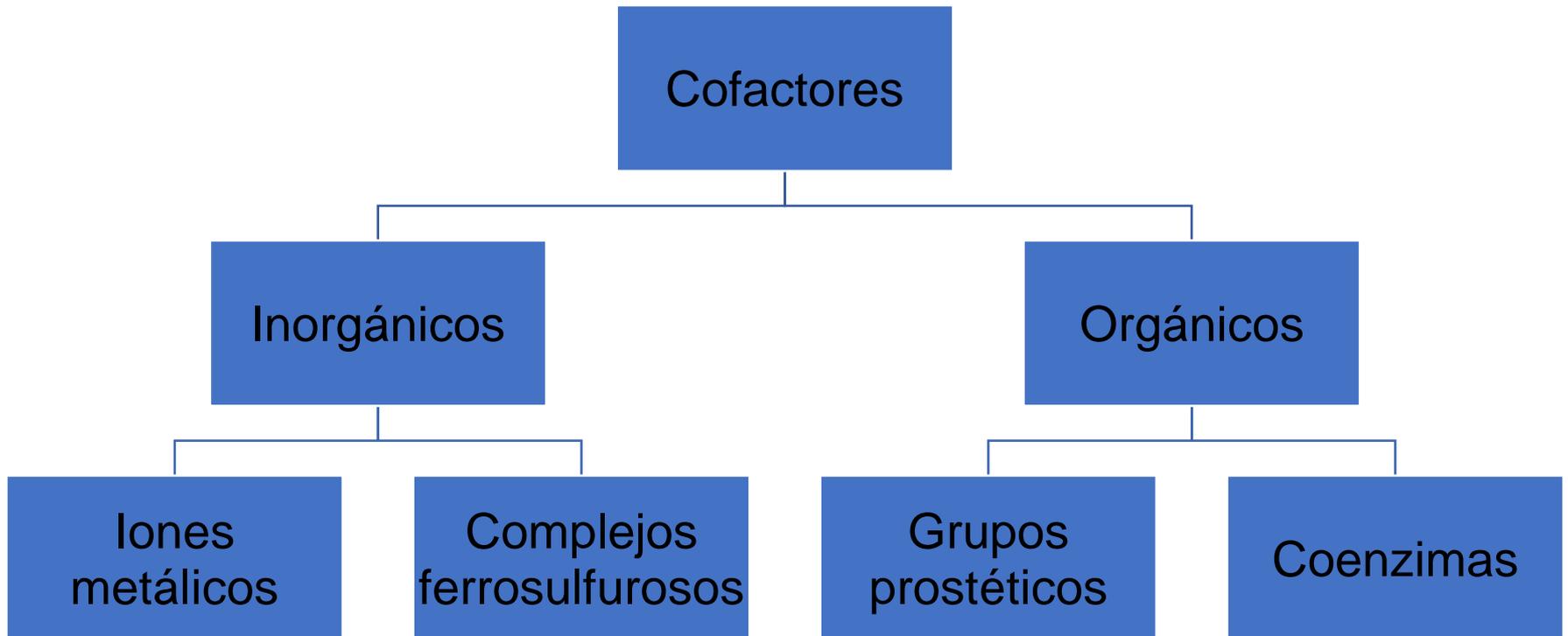
# Acción enzimática.

Casi todas las enzimas son mucho más grandes que los sustratos sobre los que actúan, y solo una pequeña parte de la enzima (alrededor de 3 a 4 aminoácidos) está directamente involucrada en la catálisis, "*centro activo*". Las enzimas también pueden contener sitios con la capacidad de unir cofactores, o sustratos o productos (directos o indirectos) de la reacción catalizada.



# Cofactores.

## Moléculas no protéicas.

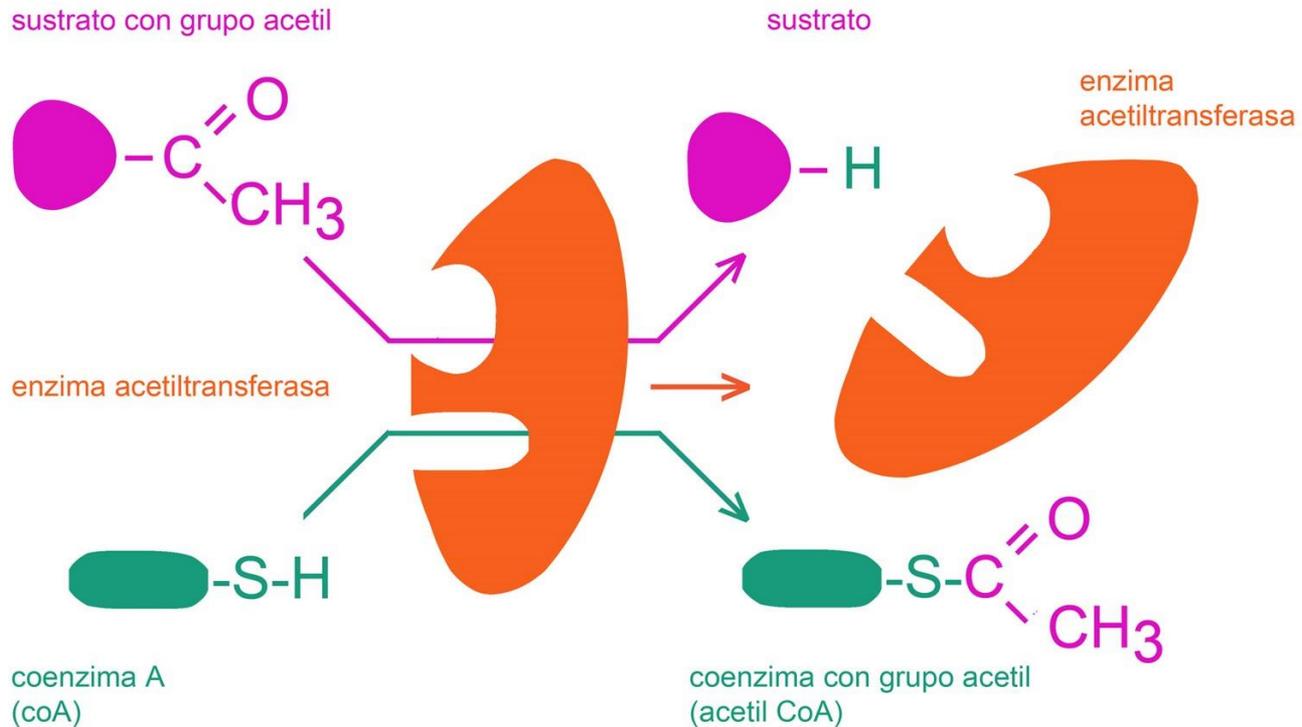


## ANHIDRASA CARBÓNICA CON ZINC



Enzimas que requieren cofactor pero no lo tienen unido se llaman **apoenzimas**; cuando las apoenzimas se unen a uno o varios cofactores se denominan **holoenzimas**.

- La mayoría de los minerales actúan como cofactores inorgánicos en reacciones enzimáticas.
- Las coenzimas transportan grupos químicos de una enzima a otra. Algunos de estos compuestos, como la riboflavina, la tiamina y el ácido fólico son vitaminas. Los grupos químicos intercambiados incluyen el ion hidruro (H-) transportado por NAD o NADP+, el grupo fosfato transportado por el ATP, el grupo acetilo transportado por la coenzima A, los grupos formil, metenil o metil transportados por el ácido fólico y el grupo metil transportado por la S-Adenosil metionina.



LA CoA ES UN EJEMPLO DE COENZIMA DE TRANSFERENCIA DE GRUPOS ORGÁNICOS DE TIPO ACIL (acetil, propionil, malonil, etc). Actúa sobre todo en el *Ciclo de Krebs* y en la oxidación y síntesis de ácidos grasos.



# Regulación Enzimática.

Regular es lograr que la enzima trabaje o que la enzima no trabaje, sin afectar la presencia de la enzima.

Se puede regular la actividad de la enzima o la cantidad de la enzima.

El mecanismo de regular la cantidad de enzima es más lento que el mecanismo de regular la actividad de la enzima.

## Tipos de Regulación.

Mecanismos para regular la actividad enzimática.

Regulación alostérica  
(reversible)

Modificación covalente  
(reversible)

Activación de  
zimógenos por  
proteólisis limitada  
(irreversible)

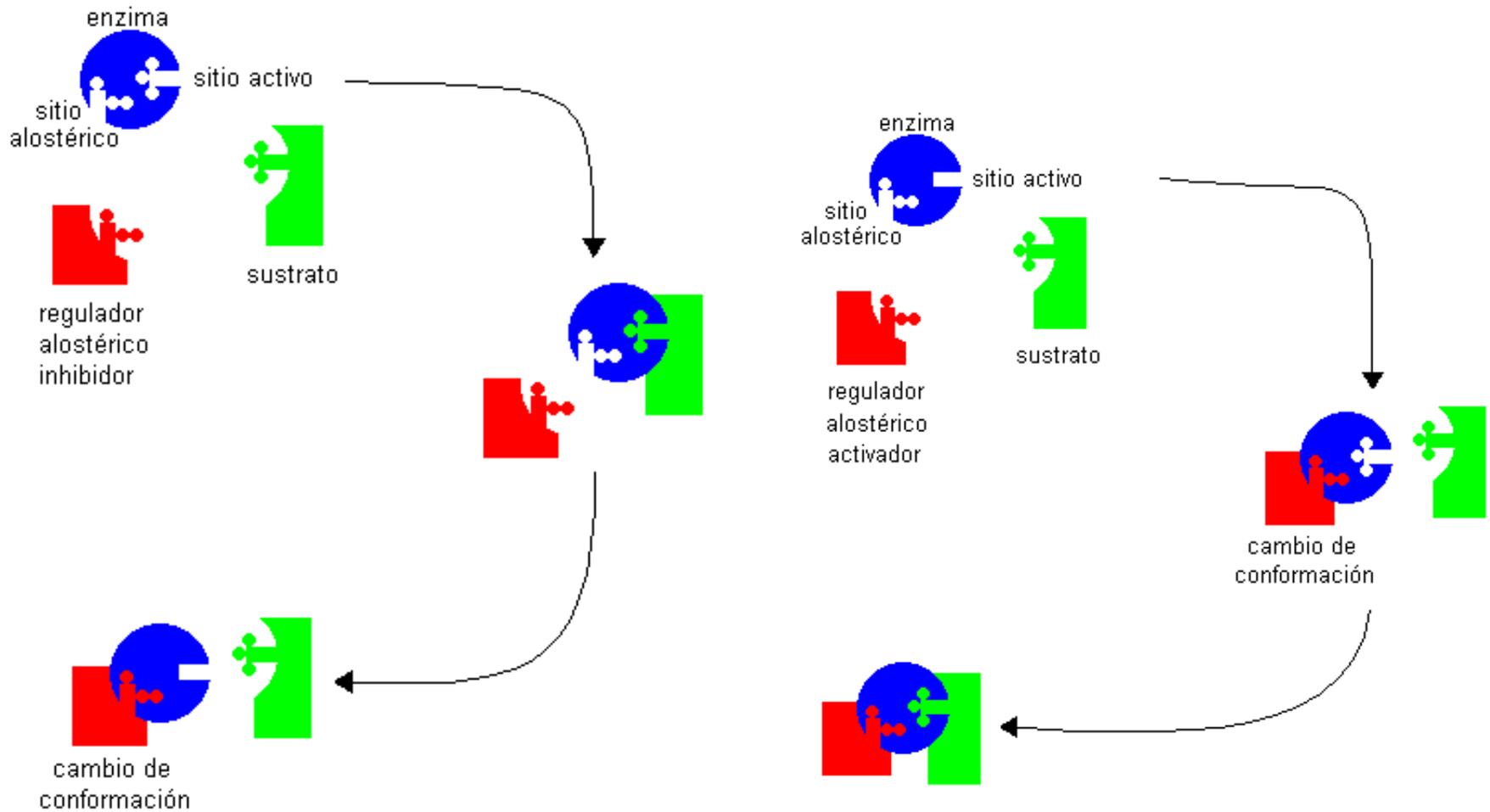
Disponibilidad de  
sustrato

Compartimentalización

Disponibilidad de  
cofactor

# Regulador alostérico.

- El regulador alostérico encaja perfecto en el **sitio alostérico**; es un sitio distinto al sitio activo.
- El regulador alostérico puede ser un **activador** o un **inhibidor**. Es decir, puede ser regulador positivo o negativo.
- Al unirse el inhibidor y la enzima, se alteran las uniones débiles de la proteína (enzima). Esto provoca un **cambio** en la **conformación** de la proteína y altera su **función**.



Cambia la conformación y por lo tanto baja su **afinidad** por el sustrato. Así, baja la cantidad de **producto**. Si en lugar de inhibidor es un activador, entonces favorece la **afinidad** de la enzima porque mejora el **sitio activo** para el sustrato. Es la inversa del inhibidor.

## Tipos de inhibición.

Competitiva: el inhibidor compite con el sustrato por el mismo sitio activo en la enzima.

No competitiva: el inhibidor se coloca cerca del centro activo de la enzima pero no lo utiliza.

# Modificación covalente.

Como ejemplo tenemos la **fosforilación y la desfosforilación**, es decir, la unión o eliminación de fosfatos.

Los mecanismos alostéricos son mediante uniones débiles. Pero en la **modificación covalente** se trata de uniones fuertes.

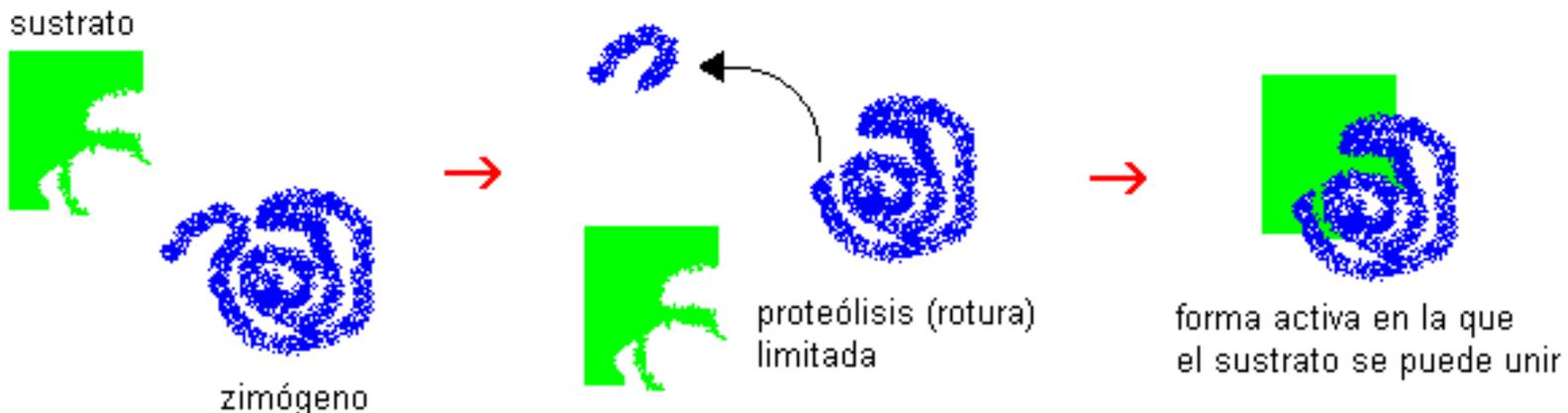
Reacción de fosforilación: requiere un catalizador. La enzima que cataliza se llama proteína quinasa (enzima que fosforila a la otra enzima). Al fosforilarse la enzima cambia su estructura primaria, en el sentido de que uno de sus aminoácidos queda unido covalentemente a un fosfato. Sin embargo el cambio no es grande en la estructura primaria, es despreciable. El fosfato tiene carga negativa, cambia la forma de la proteína (enzima). Cambia su estructura tridimensional. Esto modifica la actividad de la proteína (enzima). Puede activarla o desactivarla. Para revertirlo hace falta una reacción química inversa, la hidrólisis, que se denomina desfosforilar.

La enzima que cataliza la desfosforilación es la enzima fosfatasa (enzima que desfosforila a otra enzima).

# Activación de zimógenos por proteólisis limitada.

Los **zimógenos** son enzimas que se fabrican en **forma inactiva**. Los zimógenos son precursores de enzimas. Recién trabajan en el momento y lugar en que se necesitan. Se activan por **proteólisis (rotura de proteínas)**. Al zimógeno se le corta un pequeño fragmento. Proteólisis completa brinda aminoácidos. La proteólisis es limitada, se le quita una pequeña porción de aminoácidos.

Se cambia la **estructura primaria** y, eso permite que el sustrato se pueda unir a la enzima.



# Disponibilidad de sustrato o de cofactor.

- Se trata de fabricar más enzima o fabricar menos enzima.
- Hay enzimas **constitutivas** y enzimas **adaptativas**. Las enzimas constitutivas son las que están presentes siempre. Las enzimas adaptativas son las que aparecen solamente cuando se las necesita, son las que están genéticamente reguladas. La mayoría de las enzimas son constitutivas.
- La cantidad de enzimas en el organismo también se puede regular por la velocidad de **degradación** de la enzima. Es decir, la velocidad, a la que la enzima se degrada, su vida media.

# Compartimentalización.

Imaginemos que dentro de la mitocondria hay una ruta metabólica. El sustrato entonces deberá entrar a la mitocondria para unirse a las enzimas. Es decir que el sustrato y la enzima están en distintos compartimentos (de la célula). Este tipo de regulación se denomina **compartimentalización**.

## Clasificación.

Nombre:

- Por el sustrato (lactasa – lactosa)
- Por la reacción química catalizada (ADN polimerasa – polimeriza el ADN)

Ambas con el sufijo **asa**.

La Unión Internacional de Bioquímica y Biología Molecular creó nomenclatura para identificar a las enzimas basada en **Números EC**. (Enzyme commission numbers).

Clasificación  
EC depende  
del  
mecanismo  
de acción.

Grupo	Accion	ejemplos
1. Oxidoreductasas EC 1	Catalizan reacciones de oxidorreducción. Tras la acción catálica quedan modificados en su grado de oxidación por lo que debe ser transformados antes de volver a actuar de nuevo.	Dehidrogenasas Aminooxidasa Deaminasas Catalasas
2. Transferasas EC 2	Transfieren grupos <a href="#">activos</a> (obtenidos de la ruptura de ciertas moléculas) a otras sustancias receptoras. Suelen actuar en procesos de interconversiones de azucares, de aminoácidos, etc	Transaldolasas Transcetolasas Transaminasas
3. Hidrolasas EC 3	Verifican reacciones de hidrólisis con la consiguiente obtención de monómeros a partir de polímeros. Suele ser de tipo digestivo, por lo que normalmente actúan en primer lugar.	Glucosidasas Lipasas Peptidasas Esterasas Fosfatasas
4. Isomerasas EC 4	Actúan sobre determinadas moléculas obteniendo de ellas sus isómeros de función o de posición. Suelen actuar en procesos de interconversion	Isomerasas de azúcar Epimerasas Mutasas
5. Liasas EC 5	Realizan la degradación o síntesis (entonces se llaman sintetetasas) de los enlaces denominados fuertes sin ir acoplados a sustancias de alto <a href="#">valor</a> energético.	Aldolasas Decarboxilasas
6. Ligasas EC 6	Realizan la degradación o síntesis de los enlaces fuertes mediante el acoplamiento a sustancias ricas en energía como los nucleosidos del ATP	Carboxilasas Peptidosintetasas



Factores que  
modifican la  
acción  
enzimática.

- ***Efecto de la temperatura :***

Un aumento en la temperatura provoca un aumento de la velocidad de reacción hasta cierta temperatura óptima, ya que después de aproximadamente 45° C se comienza a producir la desnaturalización térmica.

Cuando mayor es la temperatura, mayor es la velocidad de reacción.

# Factores que modifican la acción enzimática.

- ***Concentración de sustrato:***

Al principio un aumento de la concentración de sustrato produce un aumento rápido de la velocidad de reacción, pero si se sigue aumentando la concentración de sustrato, la velocidad de reacción comienza a disminuir; vemos que a muy altas concentraciones de sustrato se observa que no cambia la velocidad de reacción, se dice que los *centros activos de la enzima se encuentran saturados*.

# Factores que modifican la acción enzimática.

- ***Efecto del pH:***

El pH no afecta la actividad enzimática directamente sino que modifica la concentración de protones. Los protones además de alterar la estructura de la enzima y el sustrato, pueden participar también en la reacción como sustrato o producto. En esos casos, la concentración de protones afecta directamente la velocidad de la reacción.

Cualquier cambio brusco de pH, sabiendo que las enzimas son proteínas, puede alterar el carácter iónico de los grupos amino y carboxilo en la superficie proteica, afectando así las propiedades catalíticas de una enzima.

A pH alto o bajo se puede producir la desnaturalización de la enzima y en consecuencia su inactivación.