

# TEMA 9 METABOLISMO

## ÍNDICE de CONTENIDOS

1. Metabolismo
2. Enzimas
3. Vitaminas

## CRITERIOS de EVALUACIÓN

- B.1.6. Comprender la función biocatalizadora de las enzimas valorando su importancia biológica.
- B.1.7. Señalar la importancia de las vitaminas para el mantenimiento de la vida.



José Manuel Huertas Suárez

### Metabolismo

"Conjunto de reacciones bioquímicas que ocurren dentro de la células"



El **metabolismo** [metabole = cambio, ismo = cualidad] es la cualidad que tiene los organismos de cambiar químicamente la naturaleza de ciertas sustancias

### Catabolismo

"Conjunto de reacciones bioquímicas que degradan macromoléculas"



El **catabolismo** [catabole = destruir/demoler e ismo = cualidad] es un proceso metabólico que destruye moléculas complejas para formar una molécula sencillas

### Anabolismo

"Conjunto de reacciones bioquímicas que generan macromoléculas"



El **anabolismo** [ana = sobre, bole = arrojar e ismo = cualidad] es un proceso metabólico que arroja una molécula sencilla sobre otra sencilla para formar una molécula compleja

### Enzimas

"Biomoléculas de naturaleza proteína y/o nucleica que provocan reacciones bioquímicas"



El **enzima** [en = dentro e zima = fermento] es una biomolécula orgánica que provoca reacciones bioquímicas y no se consume; es decir, la enzima sirve de fermento para generar reacciones químicas. Ojo la enzima no reacciona ni se consume.

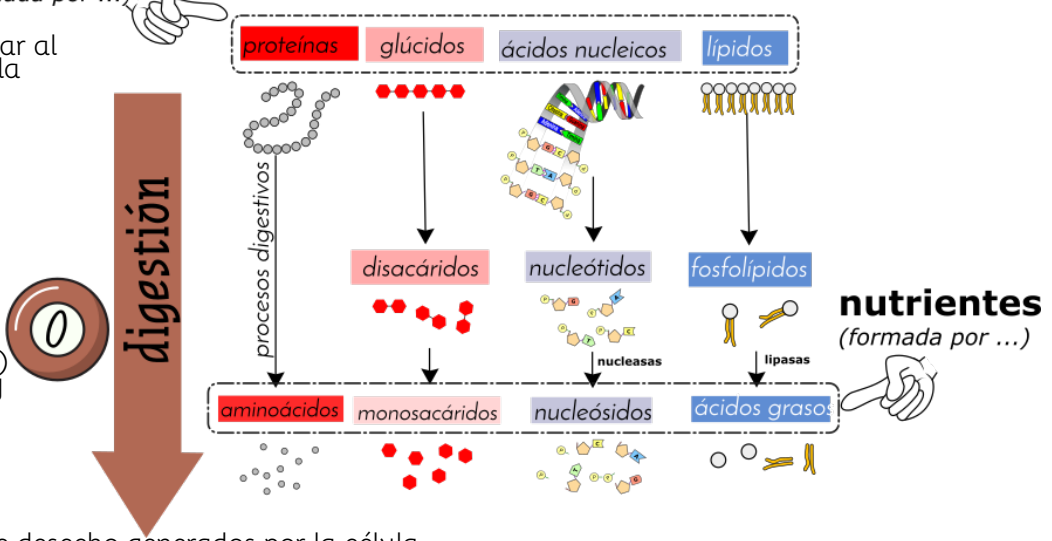
La célula es un conjunto altamente organizado de macromoléculas y orgánulos capaces de realizar todas las actividades asociadas a la vida (nutrición, relación y reproducción). Mediante la función de nutrición la célula toma materia y energía del exterior, y la transforma en: (1) materiales celulares y (2) energía para realizar trabajos de diversa índole. Pues bien, en este tema vamos a ver cómo la célula transforma unos componentes en otros y cómo obtiene energía al hacerlo.

## Nutrición celular y metabolismo

La nutrición celular es el proceso biológico de intercambio y de la transformación de materia y energía. Para un mejor estudio y comprensión se divide este proceso en tres grandes procesos biológicos: ingestión, metabolismo y excreción

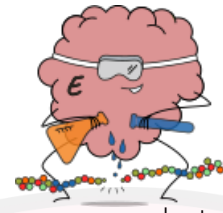
**comida**  
(formada por ...)

- **Ingestión** o incorporación de nutrientes del medio extracelular al medio intracelular a través de la membrana plasmática.
- **Metabolismo** [del griego "metabole-" = cambio y "-ismo" = cualidad; es decir la cualidad que tienen los seres vivos para cambiar unas sustancias por otras] es el conjunto de reacciones bioquímicas encadenadas que ocurren dentro de una célula donde unas biomoléculas (reactivos) se transforman en otras biomoléculas (productos) con el fin de obtener materia y energía. Esto permite que la célula pueda realizar las tres funciones vitales: nutrición, reproducción y relación.
- **Excreción** es la expulsión al medio externo los productos de desecho generados por la célula. De los tres procesos antes descritos, vamos a estudiar solo el metabolismo.



# 1 Metabolismo

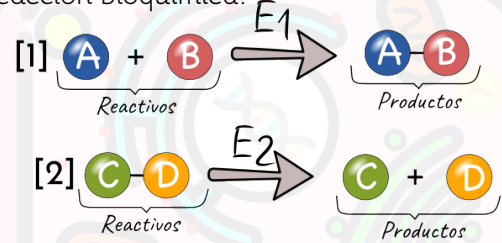
(\*) Una reacción química es un proceso de transformación de unas sustancias llamadas reactivos en otras sustancias llamadas productos. Este proceso se expresa en forma de ecuación química (descripción simbólica)  $A+B \rightarrow A-B$



El metabolismo es el conjunto de reacciones bioquímicas reguladas por enzimas que ocurren dentro de una célula y que conducen a la transformación de unas biomoléculas (reactivos) en otras biomoléculas (productos) con el fin de obtener materia y energía. Pero, ¿qué es una reacción bioquímica?

Una reacción bioquímica es una reacción química\* donde unas sustancias llamadas reactivos se transforman (= cambios en la estructura molecular y/o enlaces químicos) en otras sustancias llamadas productos.

No olvides que todas las reacciones están reguladas por enzimas (E1, E2, ...). Las reacciones químicas se representan gráficamente mediante ecuaciones químicas del siguiente modo:



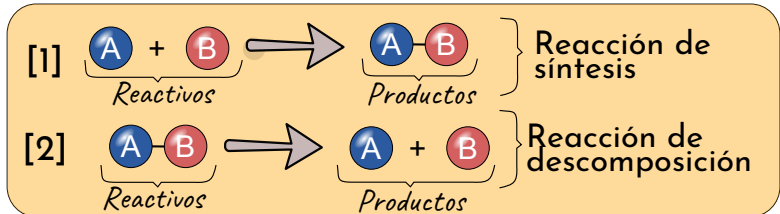
**Metabolismo**, conjunto de reacciones bioquímicas reguladas por enzimas que ocurren dentro de la célula

## 1.1 Tipos de reacciones químicas

Las reacciones químicas se clasifican según varios criterios, no excluyentes, como: el tipo de producto final que se genera, si se consumen energía o no y si se transfieren electrones o no.

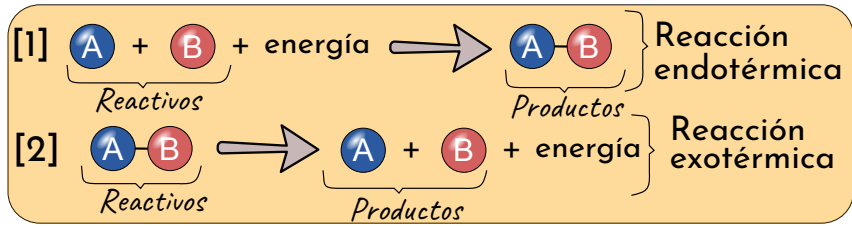
Reacciones según el producto generado (solo dos ejemplos)

- Reacciones de síntesis o combinación es una reacción en la que dos o más elementos o compuestos (reactivos) se combinan para formar un solo compuesto (producto). Suelen ser exotérmicas, porque cuando se forma el enlace entre los reactivos, se libera calor.
- Reacciones de descomposición es una reacción en la que un compuesto (reactivos) se separan para formar dos compuestos (producto)
- [...]



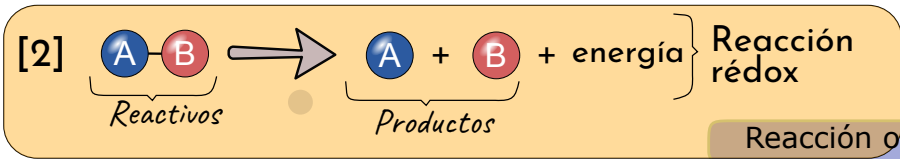
Reacciones según si consumen o no energía

- Reacciones endotérmicas son reacciones químicas que necesitan el suministro de energía calórica (en forma de calor) para que ocurran. La energía de las moléculas de productos es mayor a la energía de las moléculas de los reactivos.
- Reacciones exotérmicas son reacciones químicas que desprenden energía, ya sea como luz o calor. La energía de las moléculas de productos es menor a la energía de las moléculas de los reactivos.



Reacciones según si transfiere electrones o no

- Reacciones de oxidación es una reacción en la que dos o más elementos o compuestos (reactivos) ceden electrones y forman un compuesto (producto que se oxida). La especie que pierde los electrones se oxida
- Reacciones de reducción es una reacción en la que dos o más elementos o compuestos (reactivos) reciben electrones y forman un compuesto (producto que se reduce). La especie que gana los electrones se reduce



En biología,

- # Cuando hay una oxidación:
  - se pierden, a la vez, electrones (e<sup>-</sup>) y protones (H<sup>+</sup>); por tanto, se pierden átomos de hidrógeno (H), y
  - se libera energía.
- # Cuando hay una reducción:
  - se ganan, a la vez, electrones (e<sup>-</sup>) y protones (H<sup>+</sup>); por tanto, se ganan átomos de hidrógeno (H), y
  - se almacena energía.



- |   |  |
|---|--|
| <b>Reacción oxidación</b>   | <b>Reacción reducción</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Eliminación de electrones</li> <li>· Eliminación de hidrógenos</li> <li>· Liberación de energía</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Adición de electrones</li> <li>· Adición de hidrógenos</li> <li>· Almacena energía</li> </ul> |



## 1.2 Rutas metabólicas

Las rutas o vías metabólicas son una serie de reacciones químicas encadenadas (entre 2 y 20 reacciones químicas) que ocurren dentro de la célula.

Entre el principio y el final de cada ruta metabólica se generan muchos compuestos intermedios llamados metabolitos de tal manera que el producto de la primera reacción se transformará en el reactivo de la segunda, y así sucesivamente. Así pues, en cada ruta metabólica se inicia con un reactivo específico y concluye con un producto final.



*Rutas metabólicas, las reacciones bioquímicas encadenadas y reguladas por enzimas*

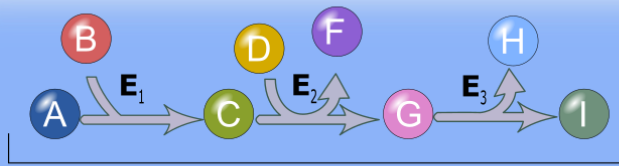
Algunas rutas metabólicas son lineales, otras ramificadas (se forman varios productos a partir de varios reactivos) y otras son cíclicas (uno de los componentes de la ruta se regenera). Todas las reacciones están reguladas por

Las rutas o vías metabólicas son un conjunto de reacciones químicas ligadas unas con otras. Pueden ser de tres tipos:



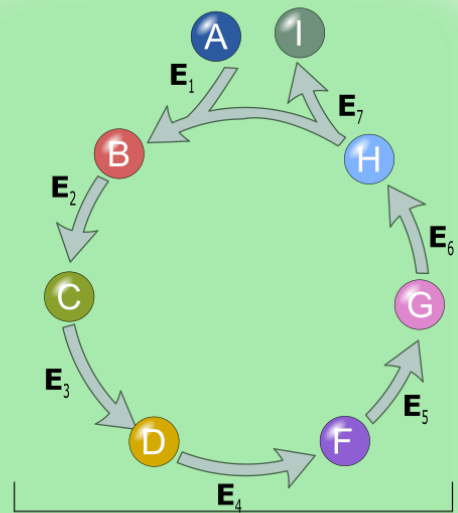
### RUTA METABÓLICA LINEAL

Donde **A** es el reactivo inicial, **D** es el producto final, y **B, C** son los metabolitos intermedios de la ruta metabólica.  $E_x$  son enzimas.



### RUTA METABÓLICA RAMIFICADA

Por convenio, cuando dos flechas se tocan significa que los reactivos de los que parten reaccionan entre sí para originar los productos que aparecen en las puntas de las flechas. Donde **A** y **B** son los reactivos iniciales, **H** e **I** son el producto final, y **C, D, F** y **G** son los metabolitos intermedios de la ruta metabólica.  $E_x$  son enzimas.



### RUTA METABÓLICA CÍCLICA

Donde **A** es el reactivo inicial, **B** e **I** son el producto final, y **B, C, D, F, G** y **H** son los metabolitos intermedios de la ruta metabólica.  $E_x$  son enzimas.

## 1.3 Metabolismo y las leyes de la termodinámica

El metabolismo de un organismo transforma la materia y la energía; por tanto, está sujeto a las leyes de la termodinámica.

➤ **Primera ley de la termodinámica o principio de conservación de la energía** dice que la energía ni se crea ni se destruye, sino que se transforma y transfiere. Por ejemplo, las plantas transforman la energía lumínica del sol en energía química que se almacena en los enlaces químicos de la biomoléculas que sintetiza como son los azúcares.

➤ **Segunda ley de la termodinámica** dice que la transformación y transferencia de energía incrementa la entropía o desorden del universo. La célula crea orden cuando forma estructuras como macromoléculas a partir de moléculas sencillas (polipéptidos a partir de aminoácidos), orgánulos, tejidos, etc.



# 2 Enzimas

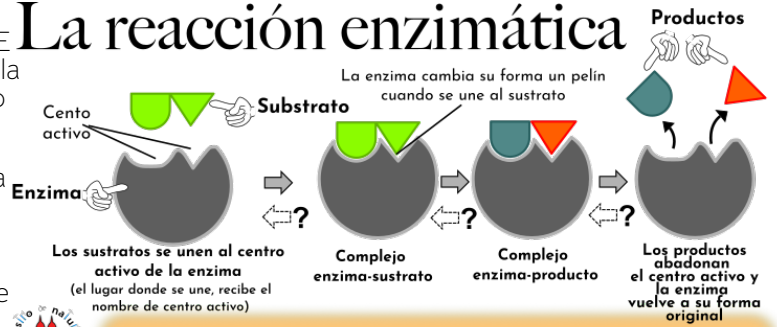
Las **enzimas** son biocatalizadores que aceleran las reacciones bioquímicas que ocurren tanto dentro como fuera de las células.

Cualquier reacción enzimática puede representarse así:  $E + S \rightarrow ES \rightarrow EP \rightarrow E + P$ . Donde E representa a la enzima, S al sustrato, P al producto de la reacción, y ES el complejo intermedio enzima-sustrato y E-P el complejo enzima-producto.

¿Cómo funciona una enzima? La enzima se une a una molécula a la que vamos a llamar sustrato, formándose un complejo enzima-sustrato (ES).

Tal unión se lleva a cabo en hendiduras de la superficie de las enzimas llamadas **centros activos**. Toda enzima posee uno o más centros activos. Tras producirse la reacción química se originan un complejo enzima-producto (EP). Finalmente, se libera el producto P, lo que deja la enzima lista para un nuevo ciclo, pues no se gastan.

## La reacción enzimática



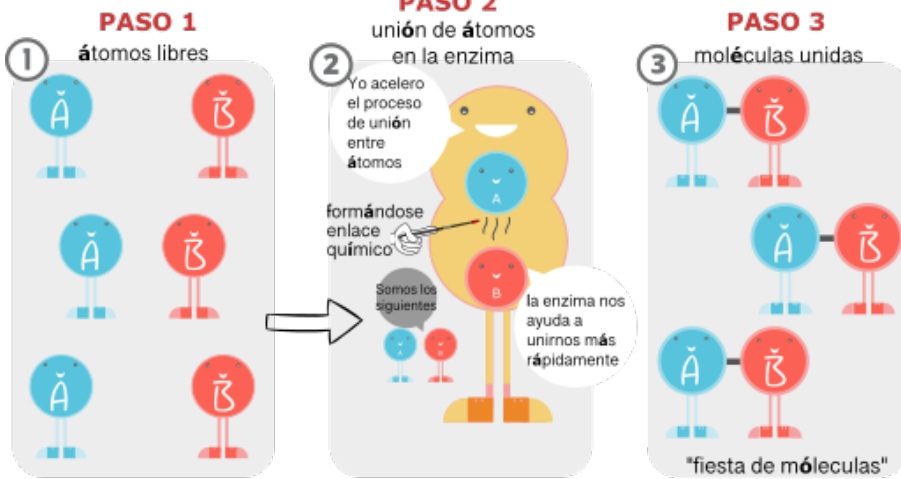
Enzima    Sustrato    Complejo Enzima-sustrato    Complejo Enzima-producto    Enzima    Producto



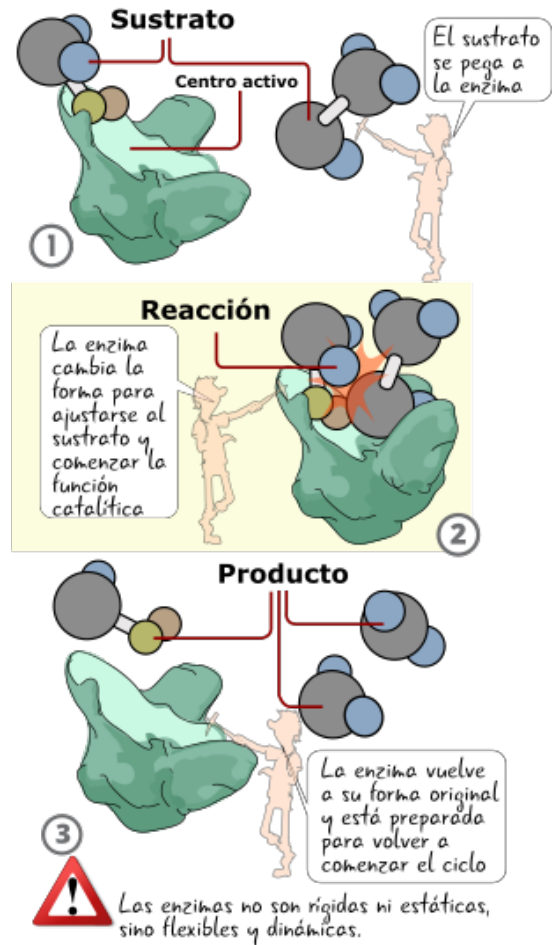
Las enzimas son tan eficaces como catalizadores, porque junta las moléculas reactantes (llamadas sustratos) en una orientación precisa, de modo que los electrones implicados en la reacción puedan interaccionar.

Uff, si te empieza a doler la cabeza, entonces espera a lo que te voy a contar, porque te va a explotar la cabeza. Y si ahora te digo que hay cientos de maneras de representar informalmente una enzima. Aquí tienes tres formas (¿con cuál te quedas?):

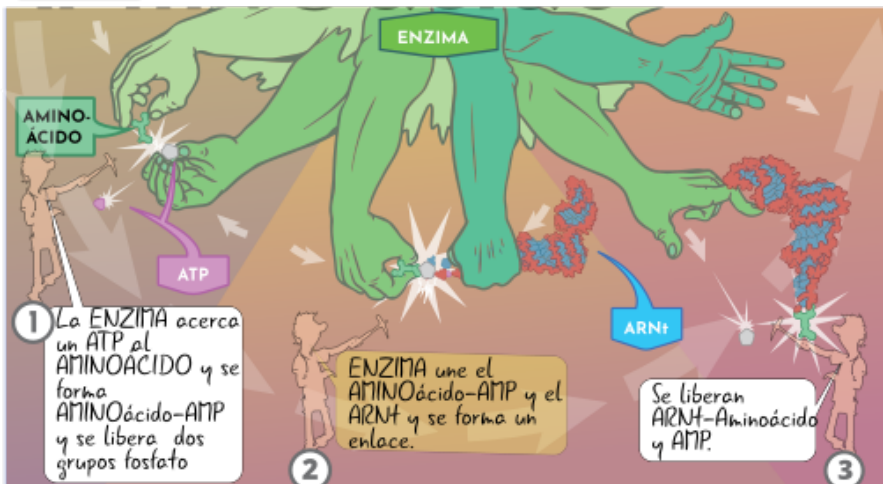
### Forma #1 de representar una reacción enzimática



### Forma #3 de representar una reacción enzimática



### Forma #2 de representar una reacción enzimática



# 2.1 Propiedades de las enzimas

(\* Las **ribozimas** son moléculas de ARN con actividad catalítica, capaces de catalizar reacciones químicas en el interior celular. El término "ribozima" es una contracción de las palabras "ácido ribonucleico" y "enzima".

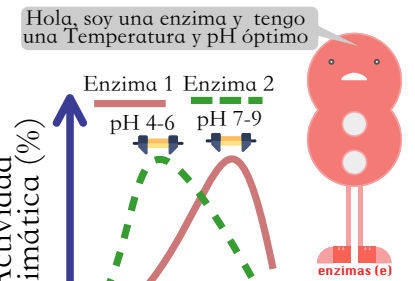
Las enzimas presentan las siguientes propiedades:

**Alto peso molecular**, pues son macromoléculas. Las enzimas son, en su gran mayoría, proteínas globulares\*, lo que significa que están compuestas por largas cadenas de aminoácidos unidas por enlaces peptídicos. Cada aminoácido tiene un peso molecular específico, y al unirse en grandes cantidades para formar una proteína, el peso molecular total se eleva considerablemente

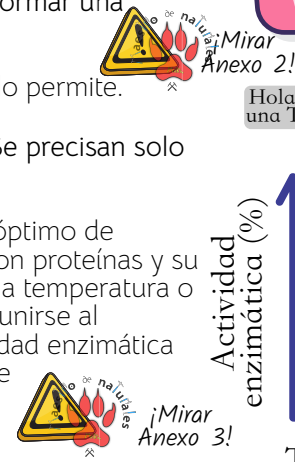


**Solubilidad en agua**, ya que su estructura terciaria globular se lo permite.

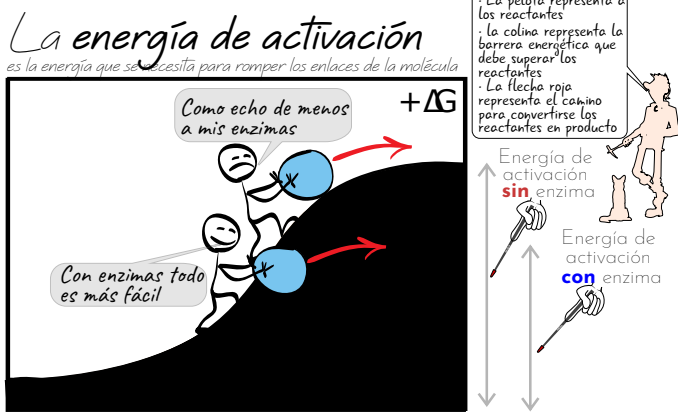
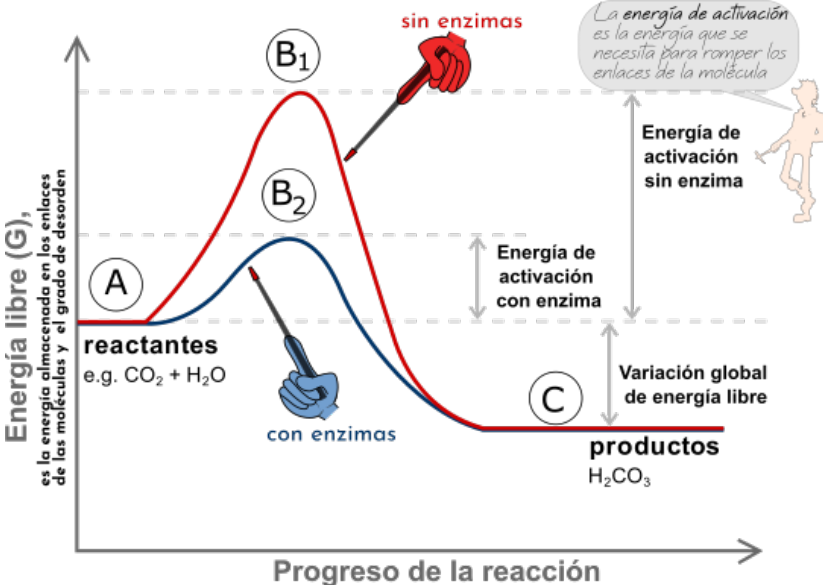
**No se consumen** durante la reacción; es decir, no se gastan. Se precisan solo pequeñas cantidades, porque se recuperan al final de la reacción.



**Temperaturas y pH óptimos**. Cada enzima tiene un intervalo óptimo de temperatura y pH en el que su actividad es máxima. Las enzimas son proteínas y su estructura tridimensional es esencial para su función. Cambios en la temperatura o el pH pueden alterar esta estructura, afectando su capacidad para unirse al sustrato y catalizar la reacción. Fuera del intervalo óptimo, la actividad enzimática disminuye significativamente, y en casos extremos, la enzima puede desnaturizarse y perder completamente su función



**Aceleran las reacciones bioquímicas**. Las enzimas pueden acelerar las reacciones químicas entre 100,000 y 10 millones de veces más rápido que las mismas reacciones sin la presencia de estas enzimas.

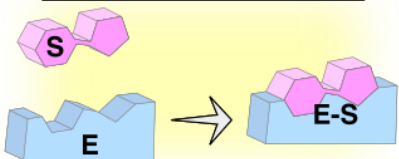


**Alta especificidad entre la enzima y el sustrato**. La enzima sólo actúa sobre un determinado sustrato o sobre un grupo de ellos. Esta especificidad entre enzima-sustrato puede presentarse de distintas formas:

## Grados de especificidad, solo ciertos tipos de sustratos pueden unirse al centro activo!



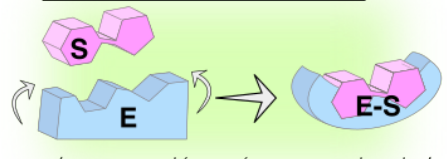
**Modelo de complementariedad**



El sustrato se complementa con la enzima como una llave con su cerradura



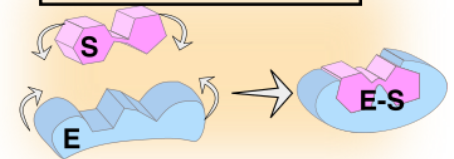
**Modelo de ajuste inducido**



La enzima modifica su forma para poder adaptarse al sustrato, como una guante hace con la mano.



**Modelo del apretón de manos**



La enzima y el sustrato modifican su forma para poder acoplarse



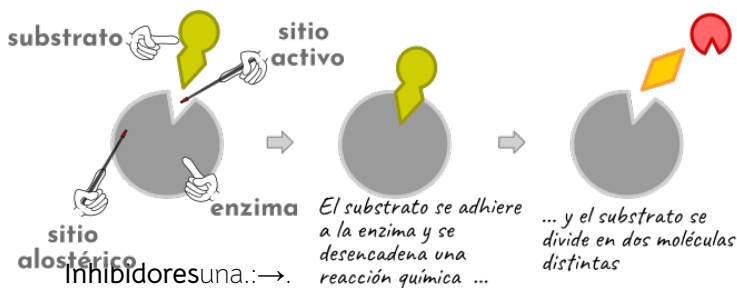
Las enzimas pueden ser reguladas por otras moléculas que aumentan o bien disminuyen su actividad. Las moléculas que aumentan la actividad de una enzima se conocen como activadores, mientras que aquellas que disminuyen la actividad de una enzima se llaman inhibidores

Inhibidores enzimáticos son moléculas que, al unirse a una enzima, disminuyen o impiden su actividad catalítica. Pueden hacerlo de varias formas: (1) compitiendo con el sustrato por el sitio activo; (2) uniéndose a un sitio alostérico: Al unirse a un sitio diferente del sitio activo, pueden inducir cambios conformacionales que dificultan la unión del sustrato, y (3) modificando covalentemente la enzima.

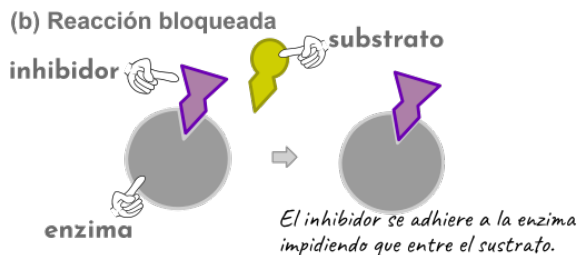
**Inhibidores reversibles:** La molécula **no se une permanentemente a la enzima**; por tanto, la unión a la enzima se hace mediante enlaces débiles. Se dividen en grupos de acuerdo con su comportamiento de unión y pueden ser:

→ **Inhibidores competitivos** Se asemejan al sustrato y se unen al centro activo de la enzima.

(a) REACCIÓN NORMAL donde el sustrato **no modifica** a la enzima



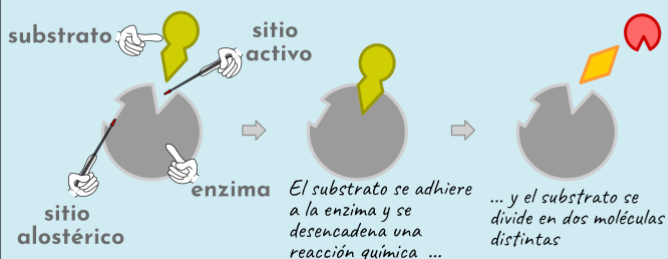
(b) INHIBIDOR COMPETITIVO, ocupa el sitio del sustrato



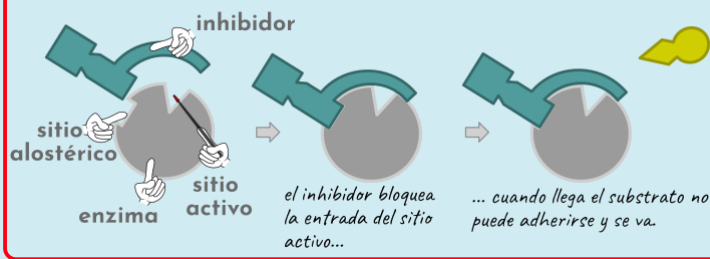
→ **Inhibidores acompetitivos.** Se fijan a la enzima por una zona que no es el centro activo, llamada centro alostérico. Al hacerlo, el centro activo cambia la forma impidiendo que el sustrato se una.

### Inhibidores enzimáticos y sustratos **no competitivos** que **no modifican** la geometría de la enzima

(a) REACCIÓN NORMAL donde el sustrato **no modifica** a la enzima



(b) INHIBIDOR NO COMPETITIVO que **no modifica** a la enzima

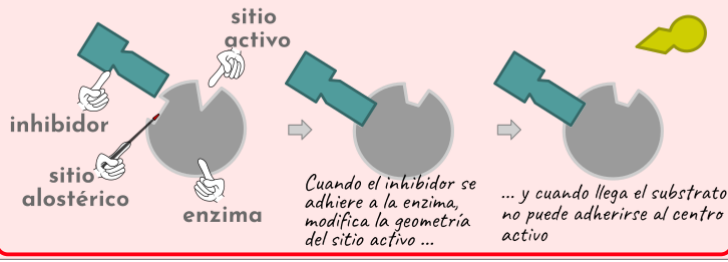


### Inhibidores enzimáticos y sustratos **no competitivos** que **sí modifican** la geometría de la enzima

(a) REACCIÓN NORMAL donde el sustrato **sí modifica** a la enzima



(b) INHIBIDOR NO COMPETITIVO que **sí modifica** a la enzima



**Inhibidores irreversibles:** La molécula **se une permanentemente a la enzima** mediante enlaces covalentes, destruyendo los enlaces peptídicos que forman la estructura primaria de la enzima. Esto afecta a las estructuras superiores de la enzima y, por tanto, la enzima no realiza su función (creo que la vigésima octava vez que te digo " la estructura de una molécula, determina su propiedad y ésta afecta a la función que realiza").

→ **Venenos** como el cianuro (que se une a los átomos de hierro y cobre en el sitio activo de la citocromo c oxidasa de células animales -las plantas son resistentes al cianuro-, bloqueando así la respiración celular).

→ **Fármacos** como la aspirina, (la cual inhibe las enzimas COX-1 y COX-2 implicadas en la síntesis de un intermediario inflamatorio, las prostaglandinas, con lo que suprime así los efectos derivados: el dolor y la inflamación).



**Activadores enzimáticos** son moléculas que, al unirse a una enzima, aumentan su actividad catalítica. Pueden hacerlo de varias formas, como: (1) modificando la estructura de la enzima - al unirse a un sitio alostérico, pueden inducir cambios conformacionales que hacen que el sitio activo sea más accesible para el sustrato- y (2) estabilizando una conformación activa de la enzima: Algunos activadores se unen a la enzima y la estabilizan en una conformación que favorece la catálisis.

Se dividen en grupos de acuerdo con su comportamiento de unión y pueden ser: cofactores, coenzimas y activadores alostéricos

- ➔ **Cofactores.** Son pequeñas moléculas no proteicas que se unen a la enzima y son esenciales para su actividad. Pueden ser iones metálicos (como el zinc, magnesio o hierro) o moléculas orgánicas complejas (como las vitaminas).
- ➔ **Coenzimas** Son un tipo especial de cofactores orgánicos que transportan grupos funcionales de una reacción a otra. A menudo derivan de vitaminas.
- ➔ **Activadores alostéricos.** Se unen a un sitio diferente del sitio activo de la enzima (sitio alostérico) y provocan un cambio conformacional en la enzima que aumenta su afinidad por el sustrato.

## 2.2 Coenzimas

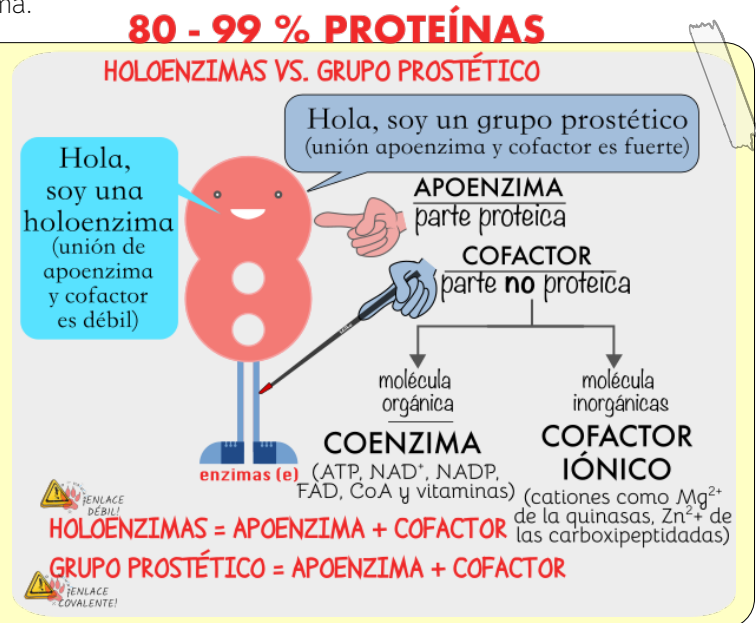
Las **coenzimas** o **cofactores enzimáticos orgánicos** son moléculas orgánicas no proteicas de bajo peso molecular que se unen temporal o permanentemente a una enzima (llamada apoenzima) para ayudarla a catalizar reacciones bioquímicas.

A diferencia de las enzimas, las coenzimas se modifican durante la reacción química; por ejemplo, el  $NAD^+$  se reduce a  $NADH$  cuando acepta dos electrones (y un protón) y, por tanto, se agota; cuando el  $NADH$  libera sus electrones se recupera el  $NAD^+$ , que de nuevo puede actuar como coenzima.

Las **holoenzimas** son macromoléculas formadas por la asociación, temporal o permanente, entre una **apoenzima** (enzima **PROTEICA** que necesita la ayuda de una molécula para ser funcional) y un **cofactor enzimático** (= moléculas orgánicas no proteicas de bajo peso molecular o iones metálicos que ayudan a las enzimas a catalizar las reacciones bioquímicas). Se calcula que casi un tercio de las enzimas conocidas requieren, al menos, de un ión metálico para su actividad.

Así pues, en toda holoenzima distinguimos dos partes: apoenzima (enzima) y cofactor (= iones metálicos o moléculas orgánicas). Los cofactores pueden ser de dos tipos: activadores inorgánicos (iones metálicos) o activadores orgánicos (llamados coenzimas).

Mejor fíjate en el esquema para una mejor comprensión →



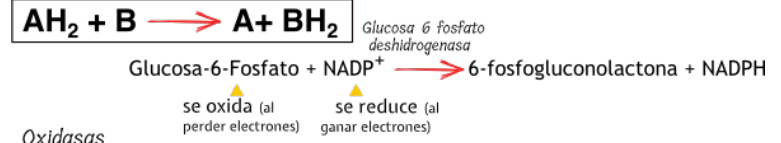
## 2.3 Clasificación de las enzimas

Las enzimas se clasifican, según la **reacción que catalizan**, en seis clases y se nombran añadiendo el sufijo **-asa** al nombre del sustrato:

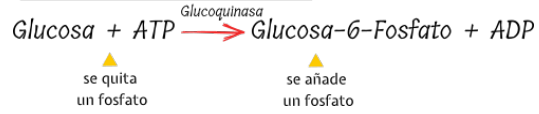
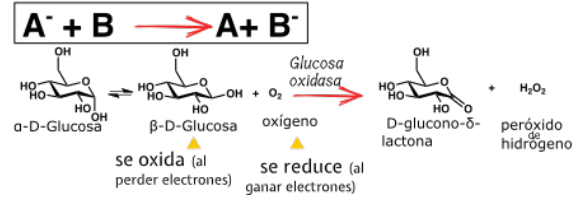
**Oxidorreductasas** cataliza la transferencia de electrones (casi siempre en forma de átomos de hidrógeno) desde una molécula donante (el agente reductor) a otra aceptora (el agente oxidante). El nombre recomendado es: deshidrogenasa y oxidasa

- **deshidrogenasa** o **reductasa**, si la enzima oxida al sustrato haciendo que pierda hidrógenos, los cuales pasan a un aceptor.
- **oxidasa**, si la enzima le pasa los electrones al O<sub>2</sub> que actúa como aceptor.

### Deshidrogenasas



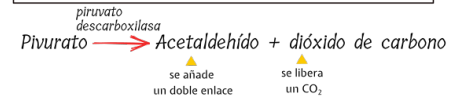
### Oxidatas



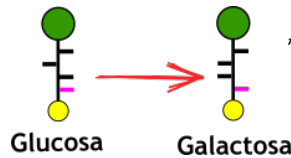
**Transferasas** transfieren radicales de un sustrato donador (A) a otro aceptor (B), sin que en ningún momento estos radicales queden libres.

**Hidrolasas** rompen enlaces covalentes por introducción de una molécula de agua disociada en sus iones H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>. Entre ellas destacan las enzimas digestivas (carbohidrasas, lipasas y proteasas que actúan sobre glúcidos, lípidos y proteínas respectivamente). Transforman los polímeros en monómeros.

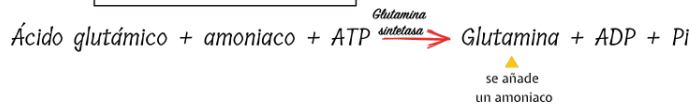
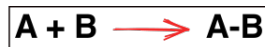
**Liasas** rompen los enlaces químicos por vía no hidrolítica, con la consiguiente liberación de grupos químicos. Al hacerlo, generalmente, originan dobles enlaces por eliminación de H<sub>2</sub>O (deshidratasas), CO<sub>2</sub> (descarboxilasas) o NH<sub>3</sub> (desaminasas); o bien, añaden CO<sub>2</sub>. Por ejemplo, las descarboxilasas que catalizan la liberación de CO<sub>2</sub> a partir de sustratos orgánicos.



**Isomerasas** generan reordenaciones intramoleculares. Cambian la posición de algún grupo funcional por lo que reciben el nombre de isomerización reacciones.



**Ligasas o sintetetasas** unen moléculas utilizando para ello la energía procedente del ATP. La energía liberada por el ATP queda almacenada en el enlace formado entre A y B. Realizan enlaces C-C, C-S, C-O y C-N.





# 3 Vitaminas

Las **vitaminas** son compuestos orgánicos esenciales para el funcionamiento normal de cualquier organismo. Las vitaminas son destruidas por la luz, el calor y el oxígeno.

Los animales no pueden fabricar (sintetizar) las vitaminas, por lo que necesitan ingerirlas mediante la dieta en pequeñas cantidades. ¿Qué pasa si no tomamos vitaminas y si tomamos muchas? La carencia o exceso de vitaminas provoca diversos trastornos metabólicos, que se denominan: hipovitaminosis, hipervitaminosis y avitaminosis

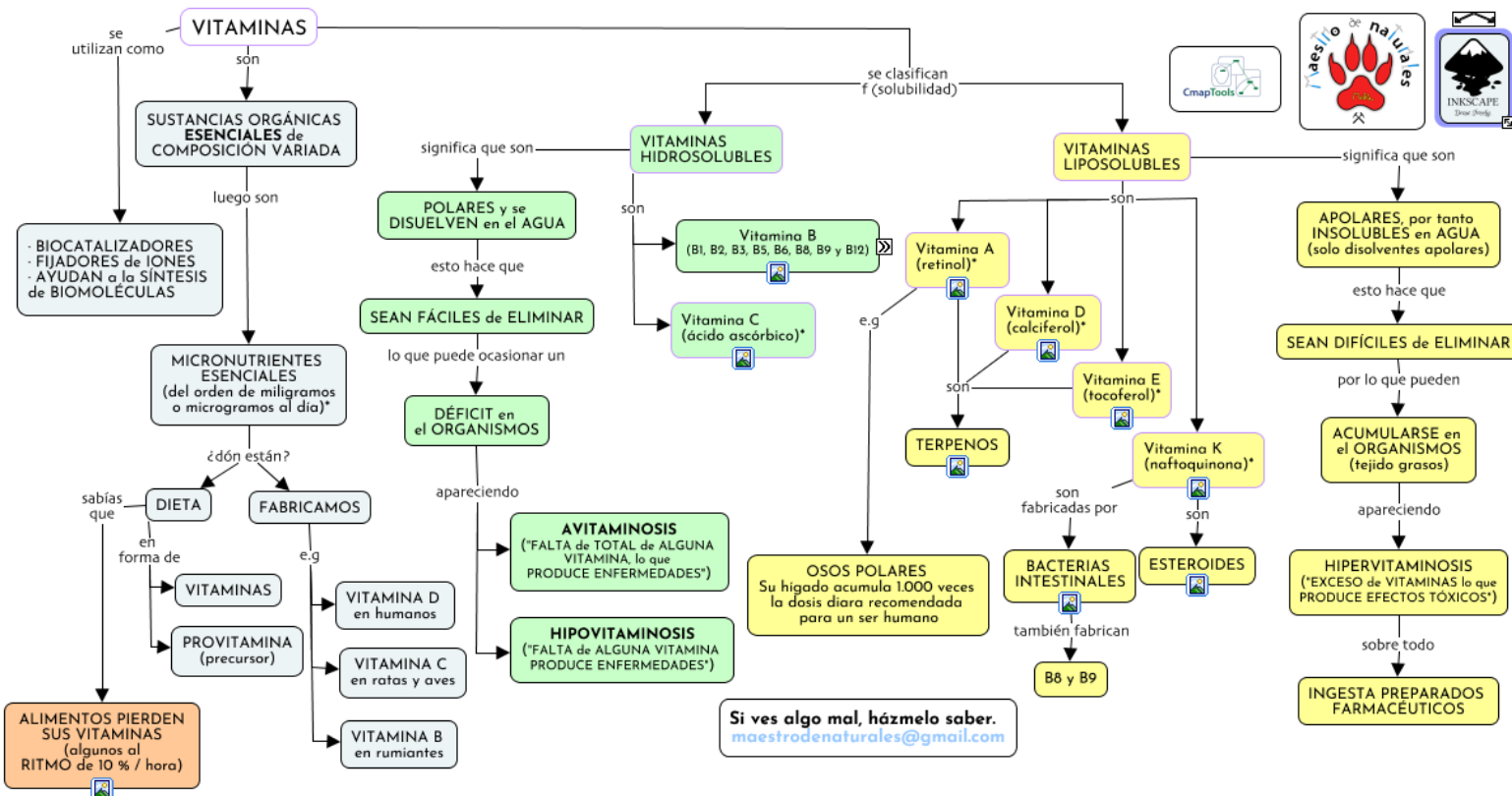
Muchas vitaminas, o sus derivados, actúan como coenzimas. Por ejemplo:

- Vitamina B1 o tiamina.
- Vitamina B2 o riboflavina
- Vitamina B3 o niacina
- Vitamina B5 o ácido pantoténico
- Vitamina B6 o piridoxina.
- Vitamina B7 o biotina (vitamina H o vitamina B8)
- Vitamina B9 o ácido fólico (vitamina M)

- ➔ **Hipovitaminosis**: producida por una cantidad insuficiente de una determinada vitamina.
- ➔ **Hipervitaminosis**: causada por un exceso de vitaminas, que se acumulan al ingerirse en mayor cantidad de la necesaria.
- ➔ **Avitaminosis**: debida a la ausencia total de una o varias vitaminas

La composición química de las vitaminas es muy variada y, normalmente, son de origen vegetal, abundan en las frutas y verduras frescas. Las vitaminas se designan con letras mayúsculas o mediante su nombre químico. Muchas vitaminas actúan como coenzimas o precursores de coenzimas. Hay 13 vitaminas y se clasifican, según su solubilidad, en dos grandes grupos: vitaminas liposolubles y vitaminas hidrosolubles

- ➔ **Vitaminas liposolubles**: Solubles en lípidos o en disolventes lipídicos. No se eliminan fácilmente, por lo que su exceso se acumula en el cuerpo y puede producir trastornos. No suelen ser coenzimas. Ejemplos son Vitamina A, D, E y K.
- ➔ **Vitaminas hidrosolubles**: Son solubles en agua, por lo que su exceso se elimina a través de la orina. Se conoce la función coenzimática de casi todas ellas. Generalmente actúan como coenzimas o precursoras de coenzimas. Ejemplos son vitaminas B1, B2, B3, B5, B6, B8, B9, B12 y C.



# ANEXO 1

## ¿De qué está hecha la enzima? De naturaleza proteica



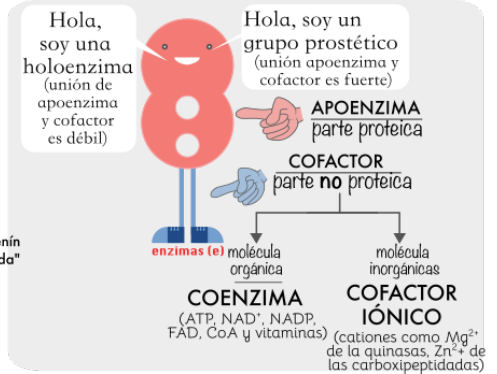
**100 %  
PROTEÍNAS**



**100 %  
ÁCIDO NUCLEICO**



**80 - 99 % PROTEÍNAS**



Vamos a recordar cómo se lee estas acronimias de moléculas

**ATP** se lee "Adenin Trifosfato"

**NAD<sup>+</sup>** se lee "Nicotinamida adenín dinucleótido en su forma oxidada"

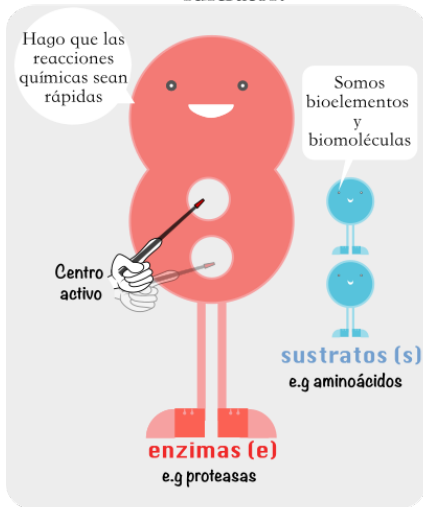
**NADP<sup>+</sup>** se lee "Nicotinamida adenín dinucleótido Fosfato en su forma oxidada"

**FAD** se lee "Flavin adenín dinucleótido en su forma oxidada"

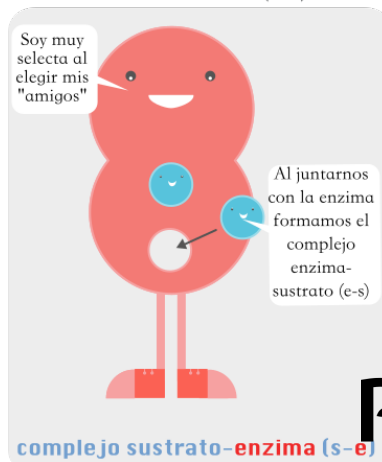
**CoA** se lee "Coenzima A"

## ¿Cuál es la función de la enzima? Hace que las reacciones químicas sean más rápidas

**PASO 1**  
¡La enzima encuentra a los sustratos!



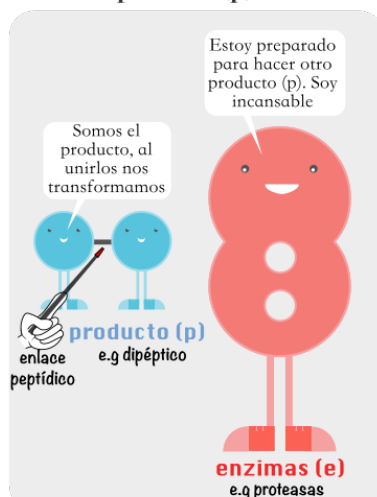
**PASO 2**  
¡Los sustratos se juntan a la enzima, formándose complejo sustrato-enzima (s-e)



**PASO 3**  
¡El complejo enzima-sustrato (e-s) favorece la unión entre sustratos!



**PASO 4**  
¡La enzima suelta el producto (p)!



## Partes de una enzima

### DOMINIO ESTRUCTURAL

Formado por aminoácidos estructurales cuya función es sostener al centro activo (=almazán de la enzima)

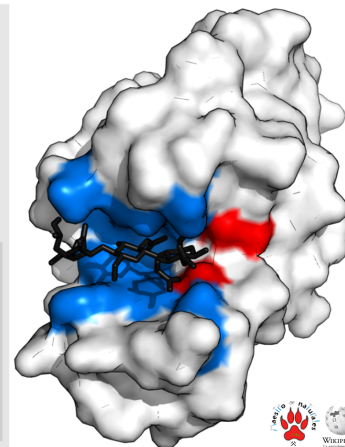
### CENTRO ACTIVO

#### DOMINIO FIJADOR

Formado por aminoácidos fijadores que fijan y orientan al sustrato

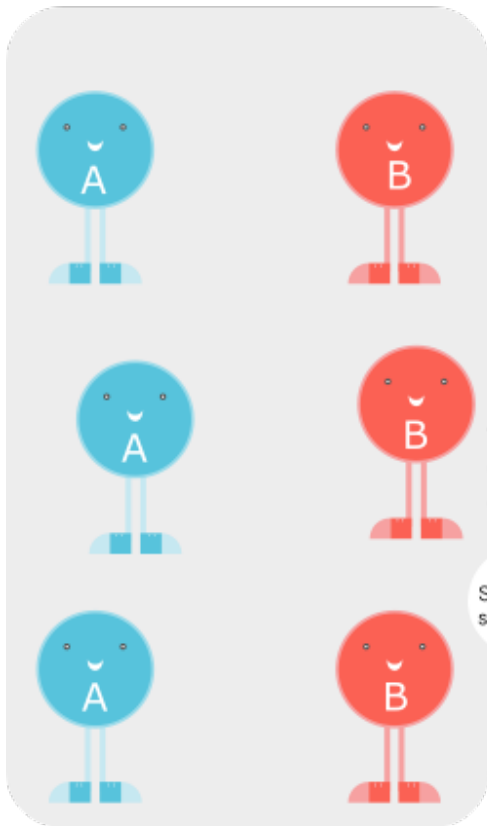
#### DOMINIO CATALIZADOR

Formado por aminoácidos catalizadores que reducen la energía química de activación

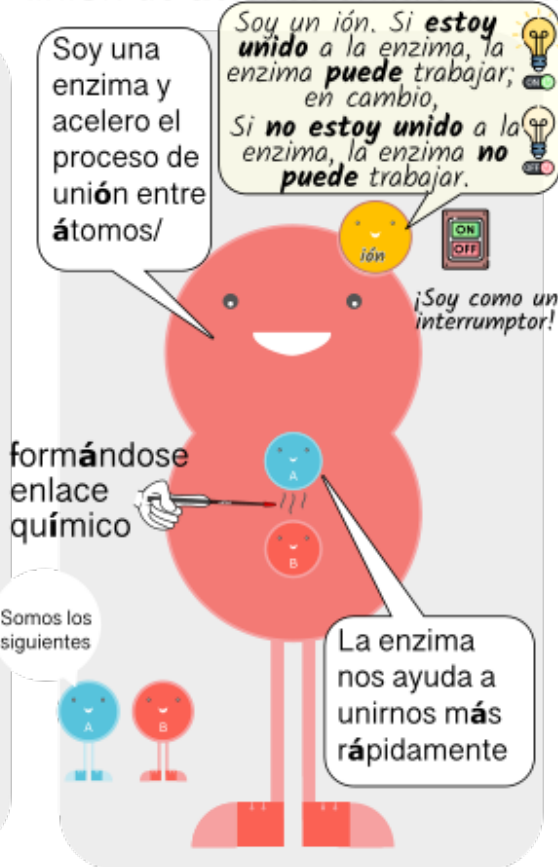


# ANEXO 2

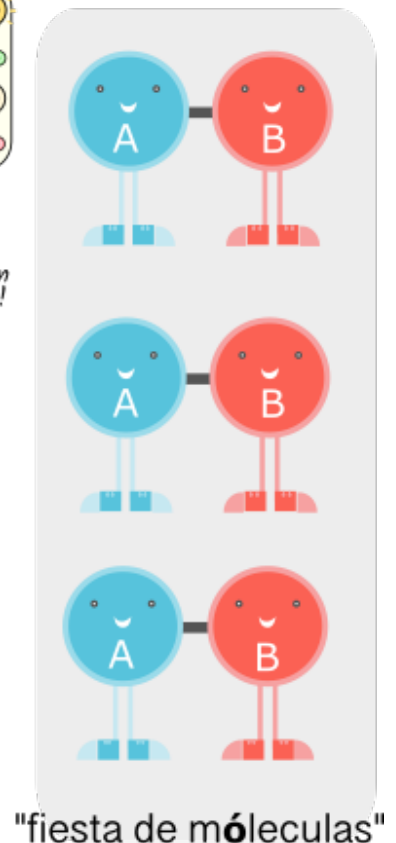
## PASO 1 átomos libres



## PASO 2 unión de átomos en la enzima



## PASO 3 moléculas unidas



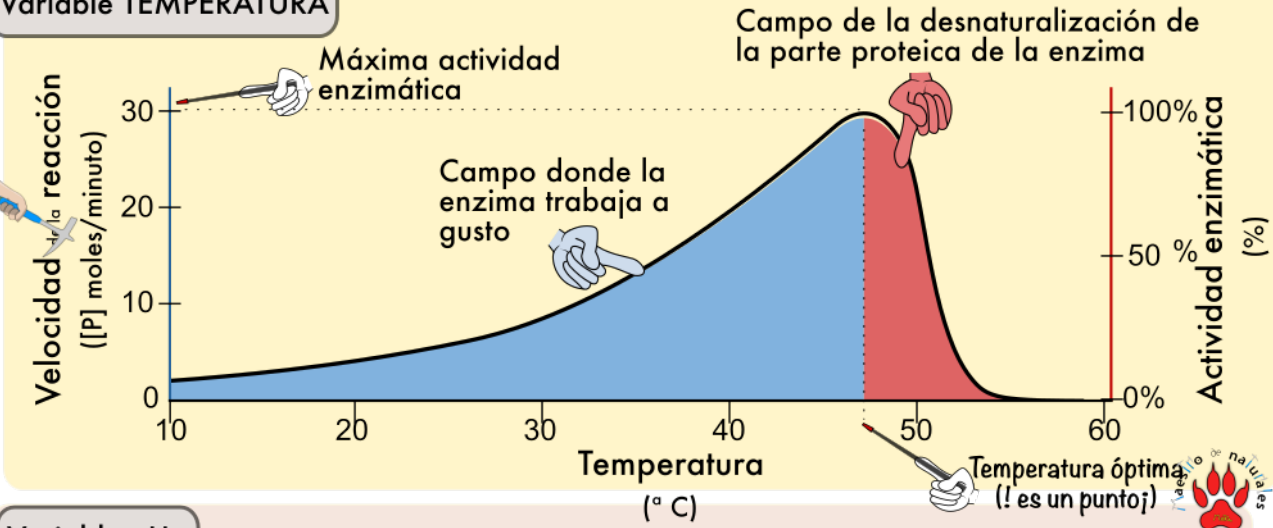
# ANEXO 3

La velocidad de reacción depende de:  
 1º [reactantes]  
 2º temperatura a la cual se encuentra la reacción  
 3º pH a la cual se encuentra la reacción

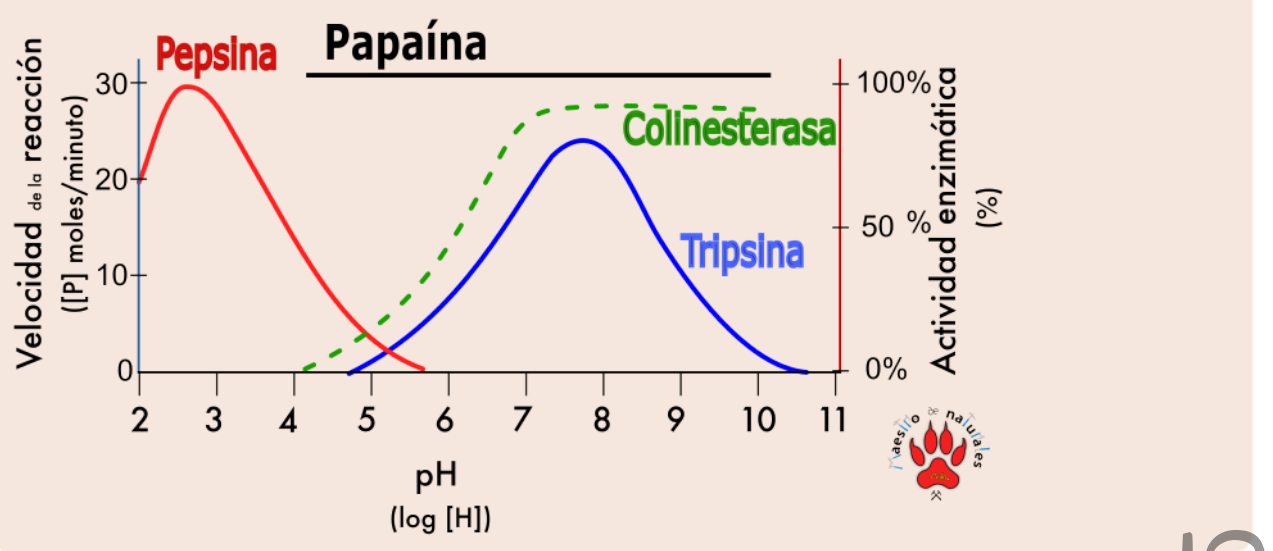
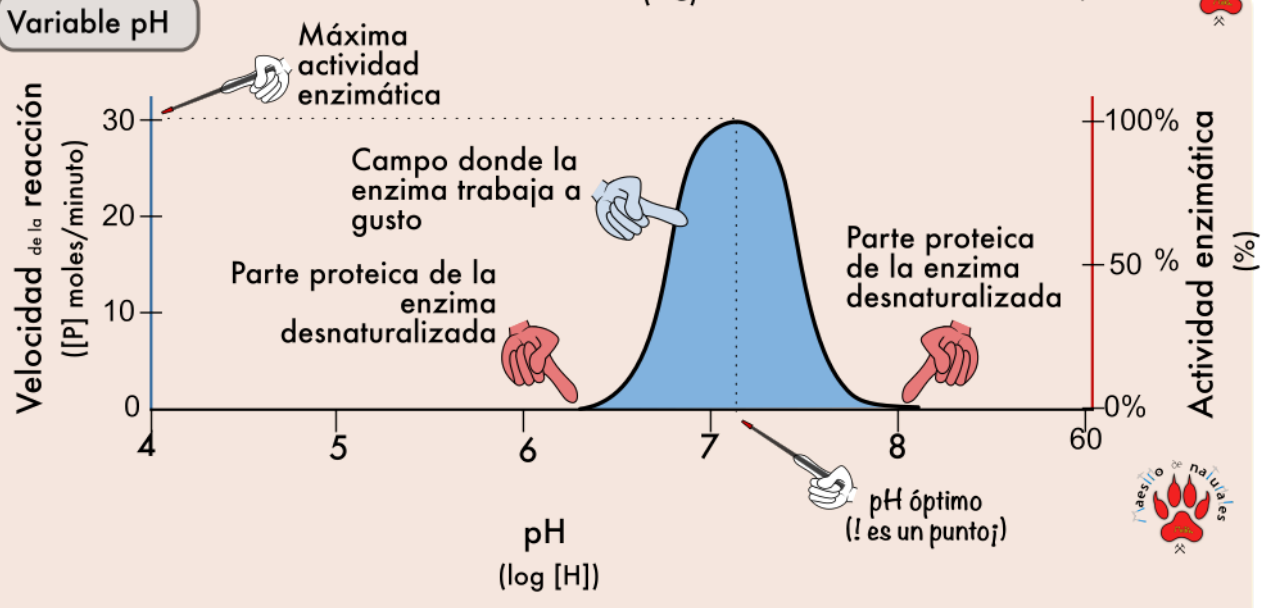
El campo coloreado representa el rango donde la enzima realiza su trabajo



## Variable TEMPERATURA



## Variable pH



# Actividad enzimática



# ANEXO 4

## Ejemplo de inhibición competitiva

