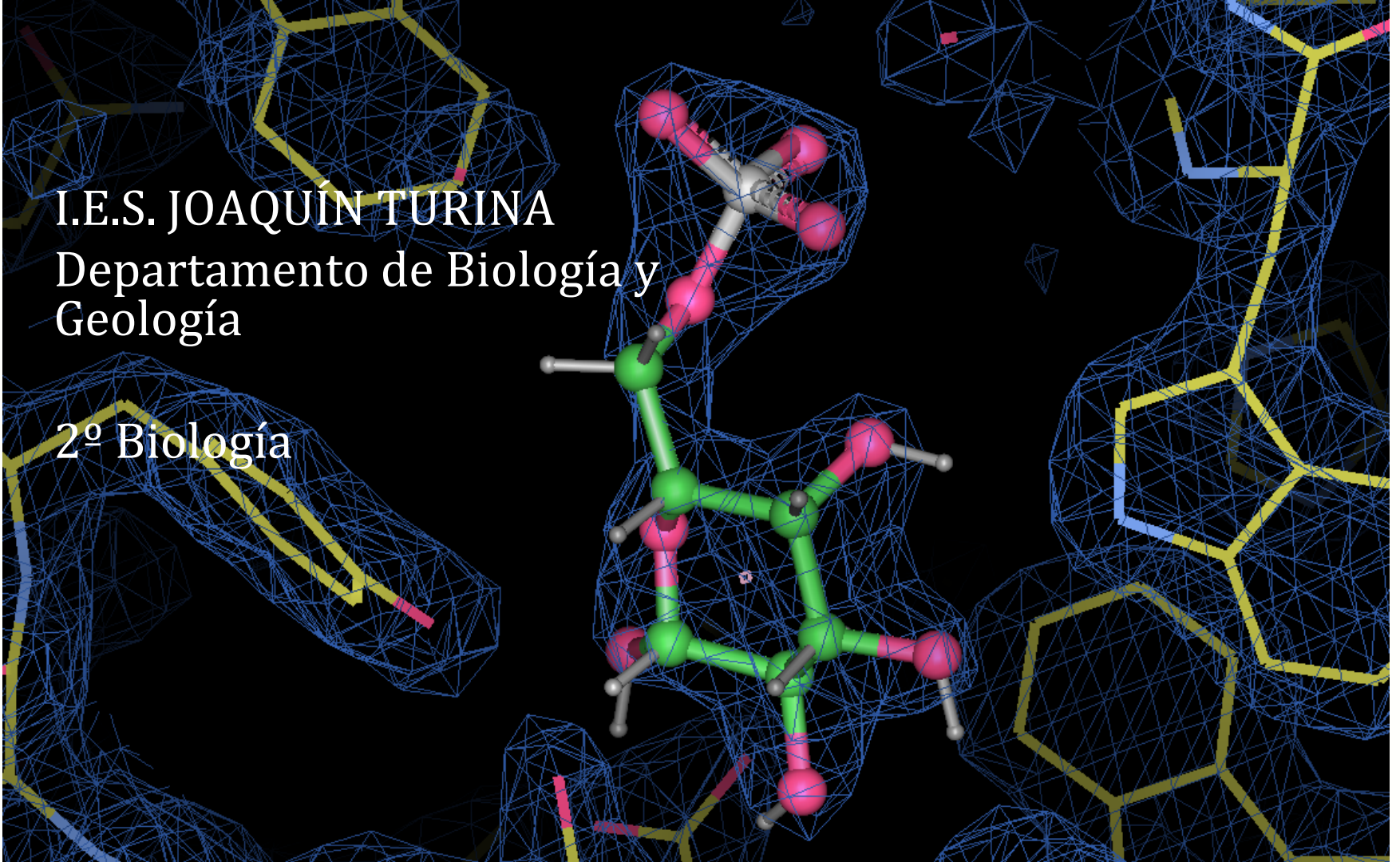


I.E.S. JOAQUÍN TURINA

Departamento de Biología y  
Geología

2º Biología



# Tema 6. Enzimas

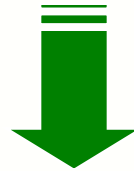
# Tema 6. Enzimas



# Concepto de enzima

---

En las células hay cientos de reacciones a la vez,  
que se realizan a bajas Tª



Sin catalizador: 1 hora/1 molécula

Con catalizador: 1 s/10<sup>5</sup> moléculas

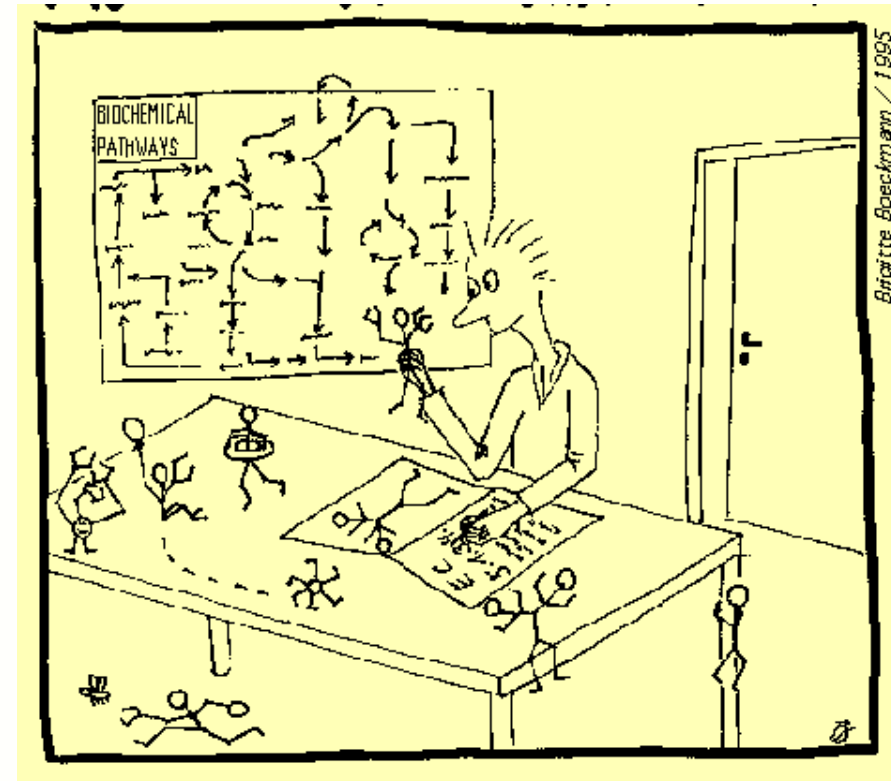
Se llevan a cabo con ayuda de



Biocatalizadores autógenos de acción específica

# Como catalizador

- Aceleran, no desplazan el equilibrio
- Pequeña cantidad
- No se alteran



# Como biocatalizador



**Enzima que degrada la insulina**

*Bio*-catalizador = enzima

- De "zume" = fermento en griego
- Además por ser *bio*:
  - actividad muy elevada
  - sensible al pH, T<sup>a</sup>,...
  - regulables
  - específicos

# Naturaleza química

---

- Ribonucleótidos

- Ribozimas

- Proteínas

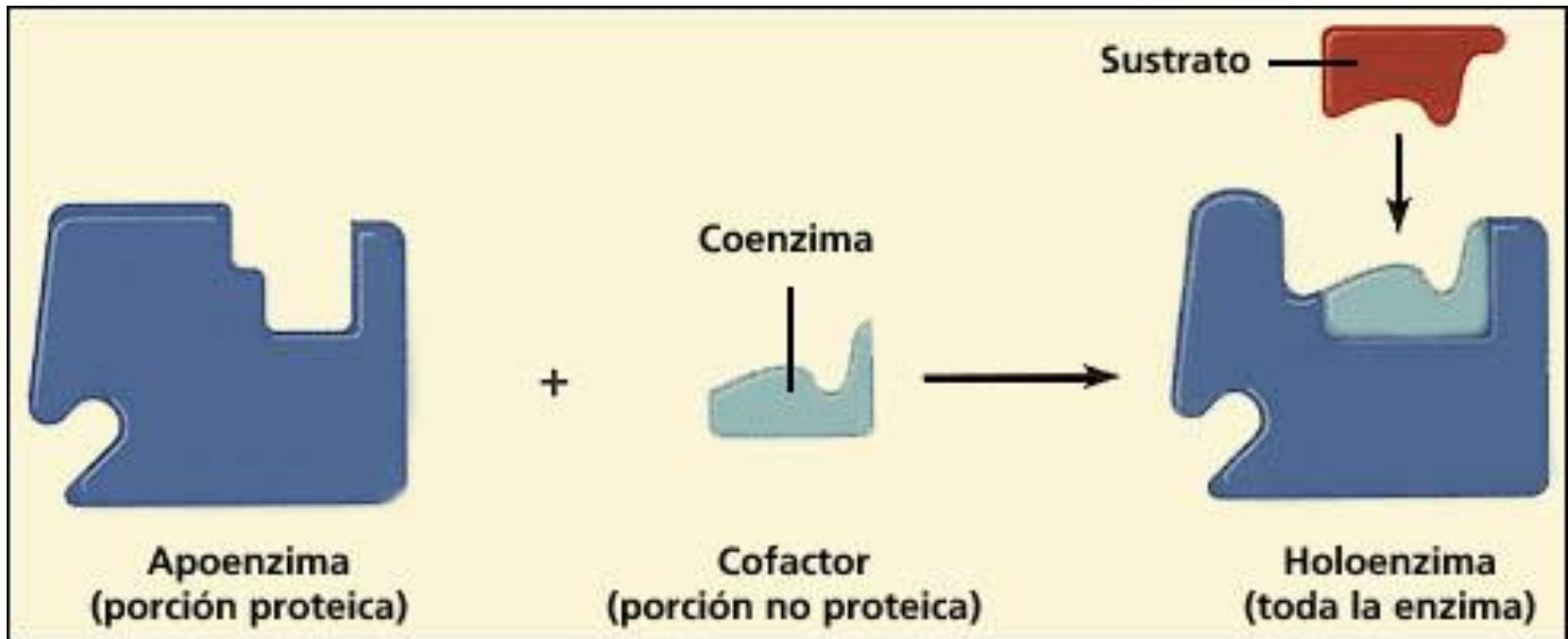
- Holoproteínas

- Heteroproteínas u Holoenzimas



# Holoenzima

## Apoenzima + cofactor



# Naturaleza química (2)

---

## ➤ Heteroproteínas u Holoenzimas :

- Apoenzima (prot)

- Cofactor



inorgánico



orgánico



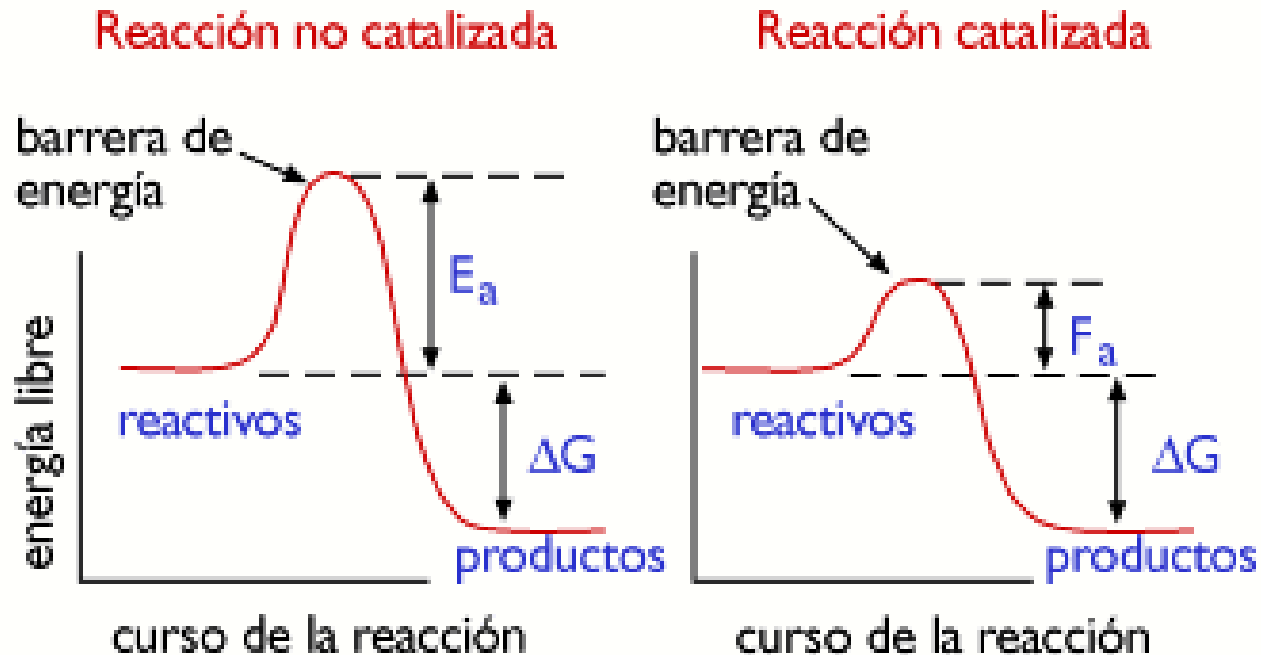
Grupo prostético  
(fuerte)



Coenzima  
(débil)

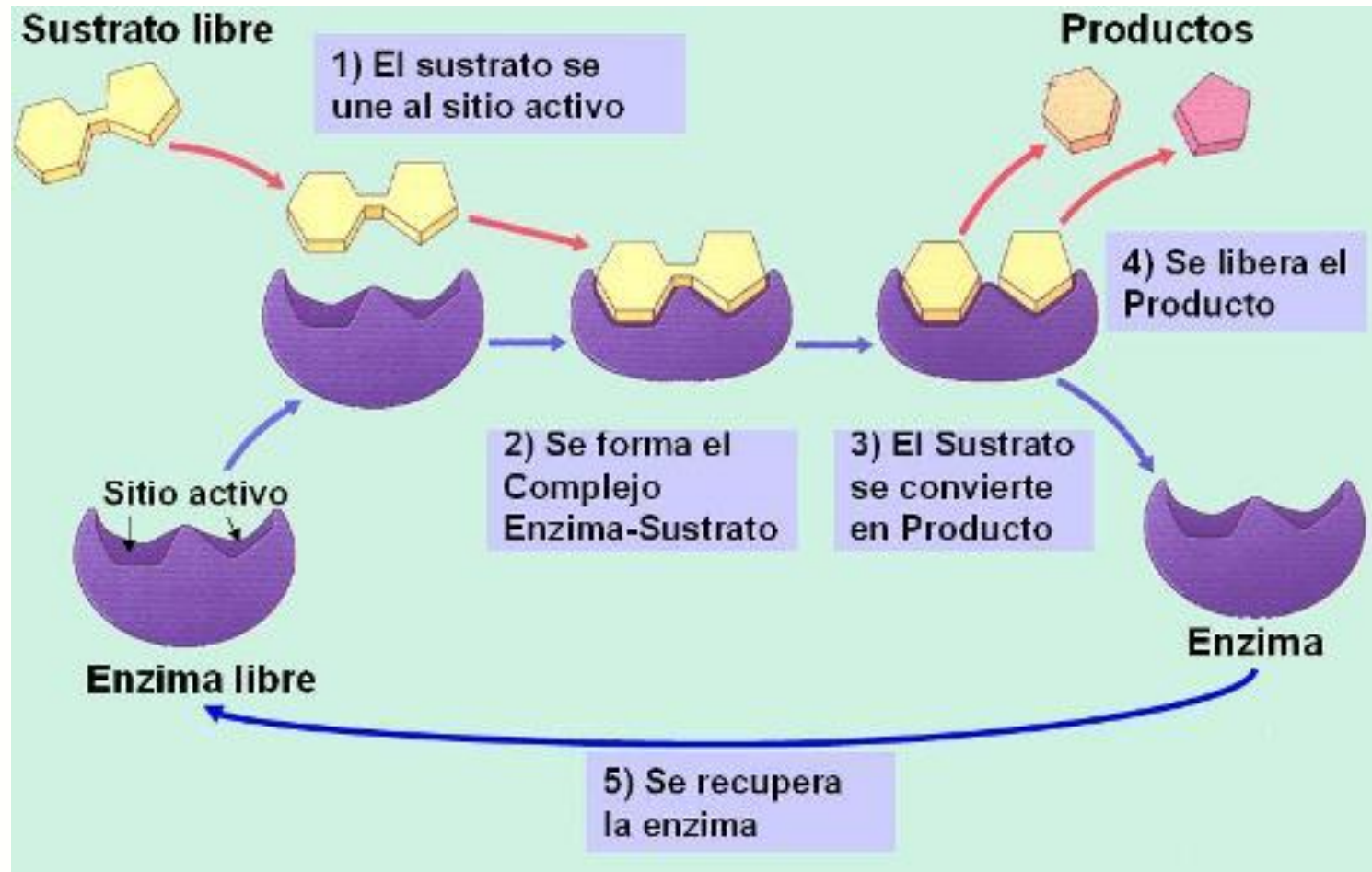


# Acción catalítica

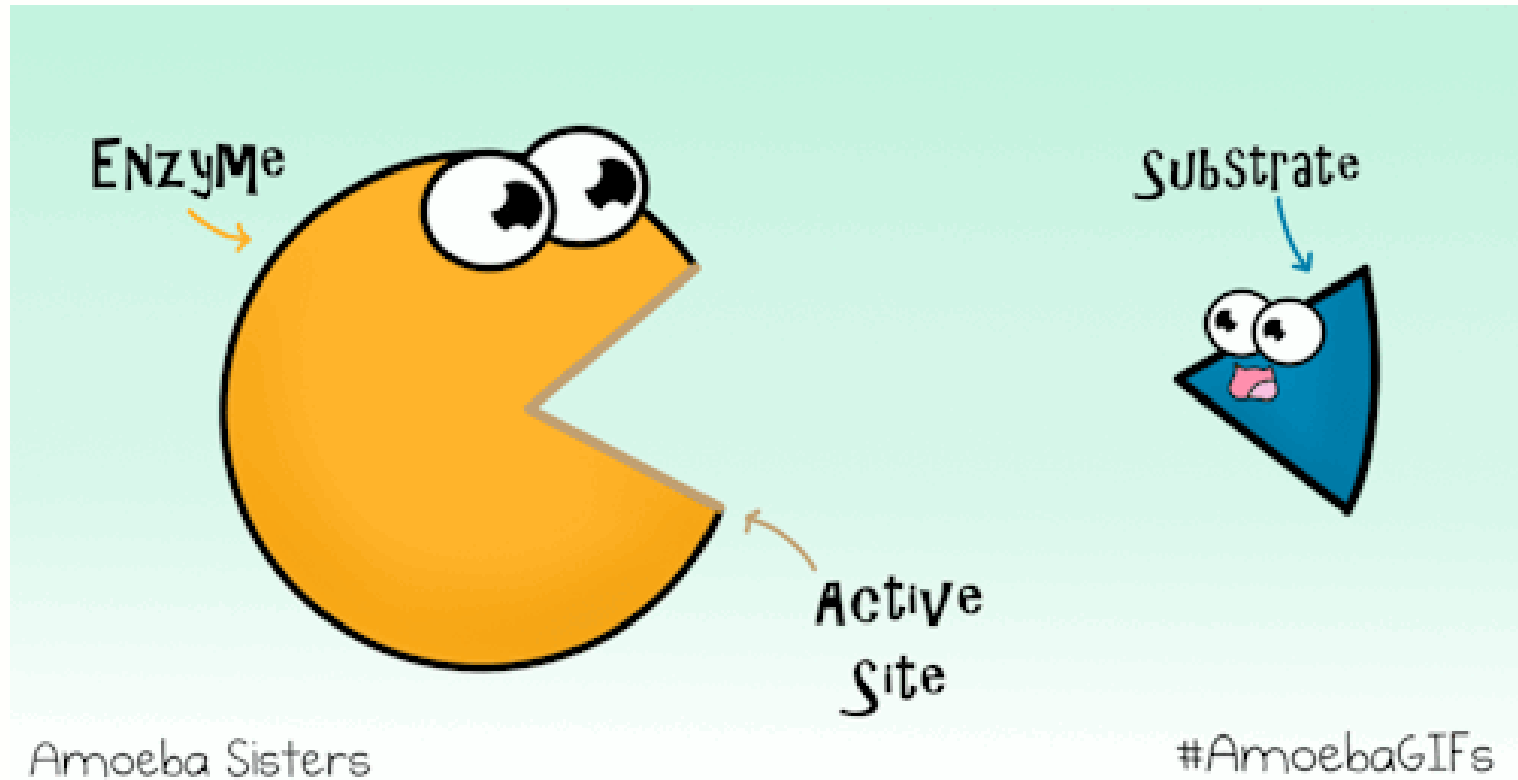


El catalizador facilita la reacción pero no la modifica

# Acción enzimática

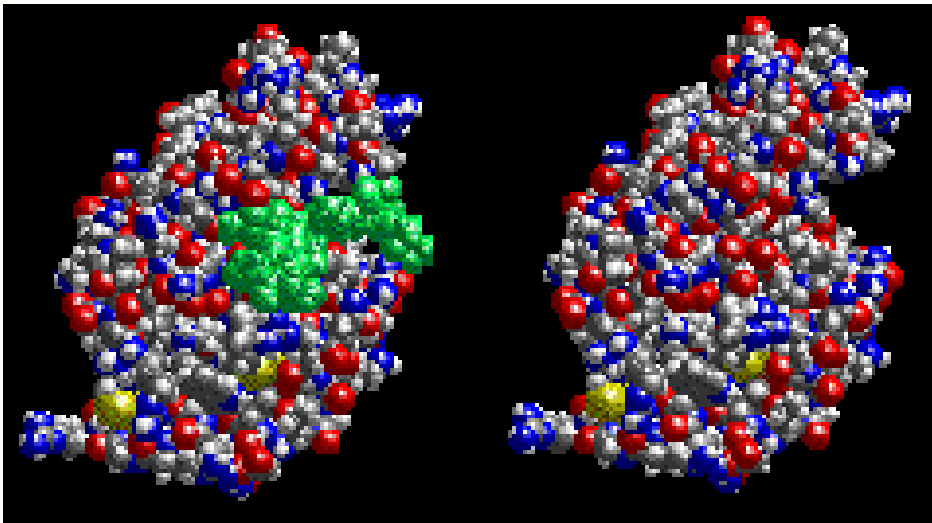


# El centro activo

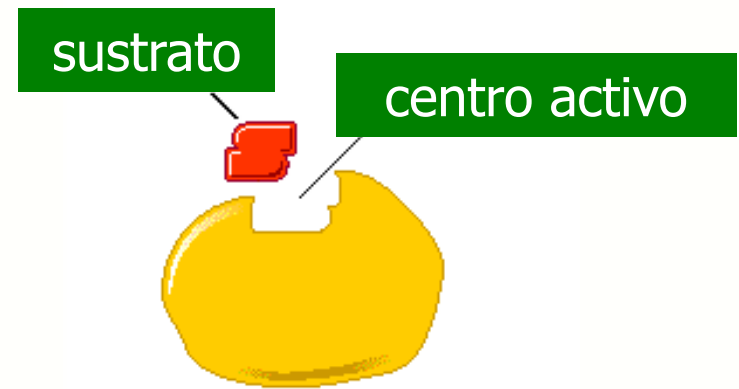


# El centro activo

---

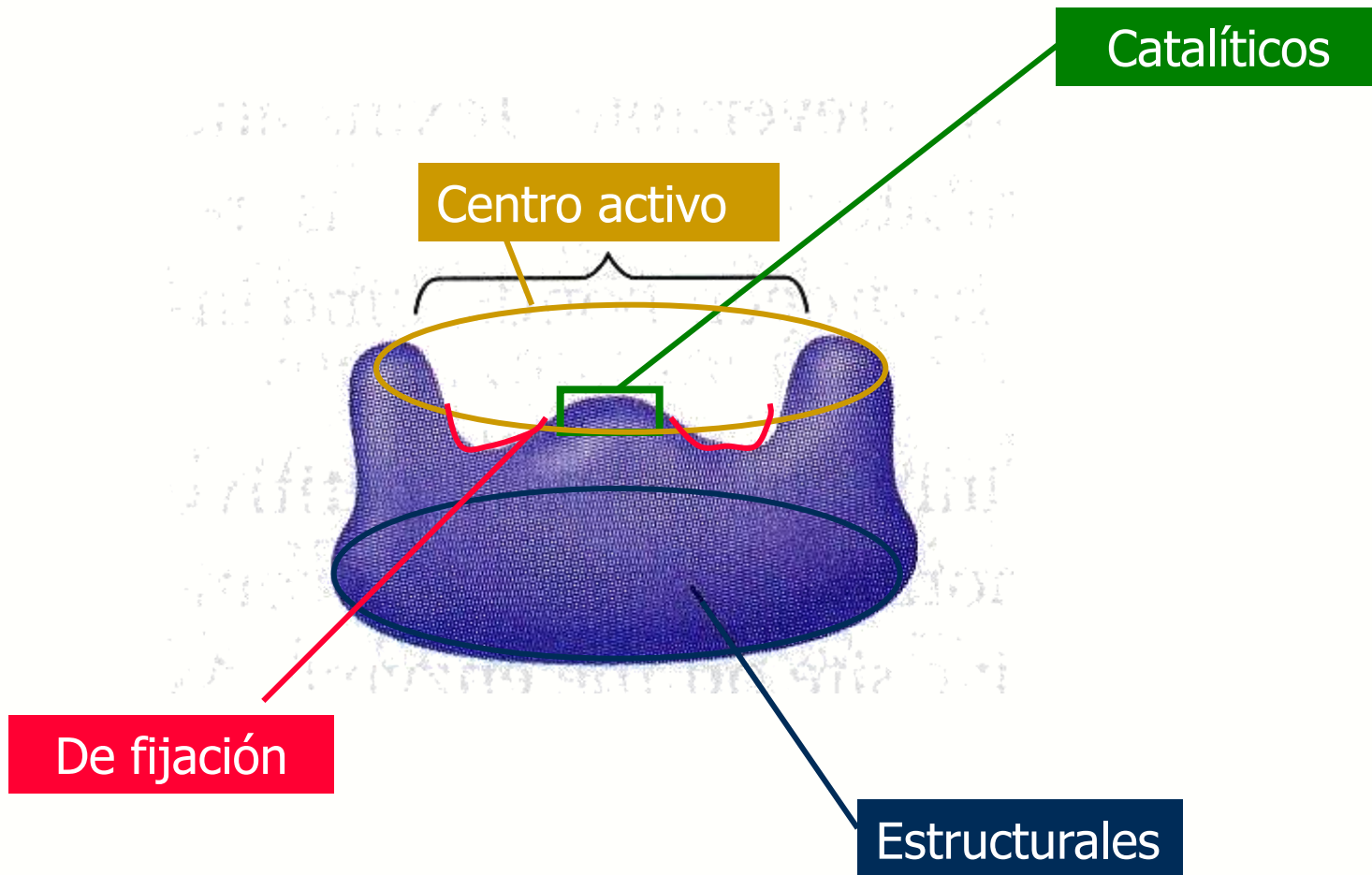


**Imagen real**



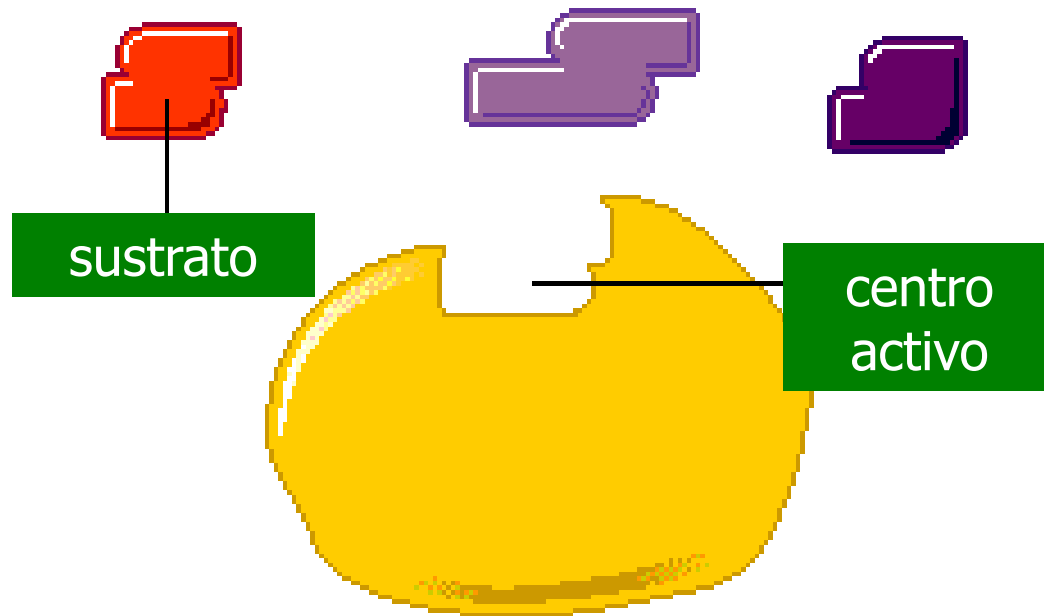
**Modelo**

# Tipos de aminoácidos



# Especificidad: Modelo llave cerradura

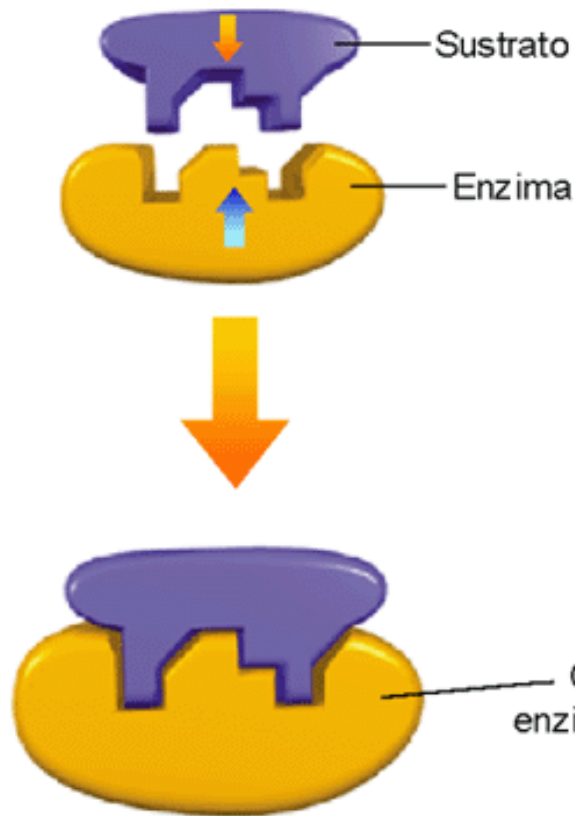
---



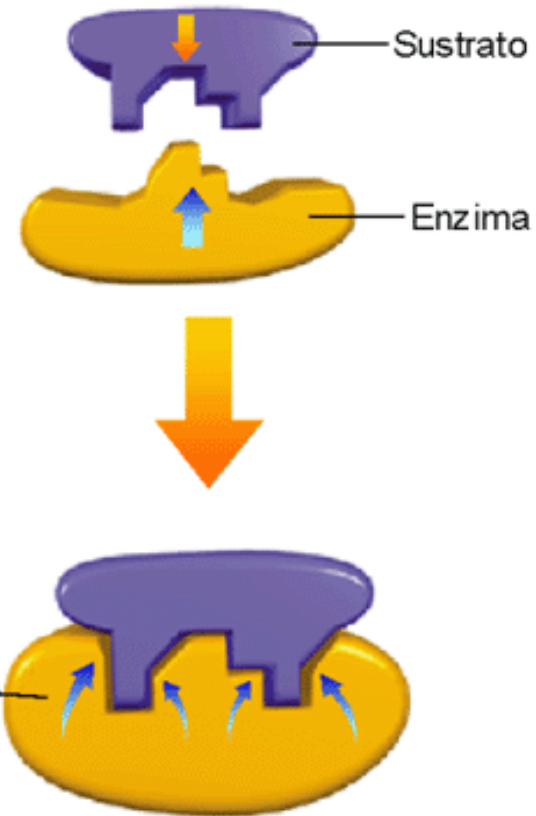
Otro modelo: ajuste inducido (mano-guante)

# Comparar modelos

MODELO DE LLAVE-CERRADURA



MODELO DE ACOPLAMIENTO INDUCIDO





# Grados de especificidad

---

- de clase (grupo molecular que reconoce):
  - ej. fosfatasa
- de enlace o de grupo que reconoce:
  - ej.  $\alpha$ -glucosidasa
- de molécula o isómero molecular :
  - ej. Ureasa
  - ej. D- fructosa-6 fosfo-transferasa

# Juegos (apps)

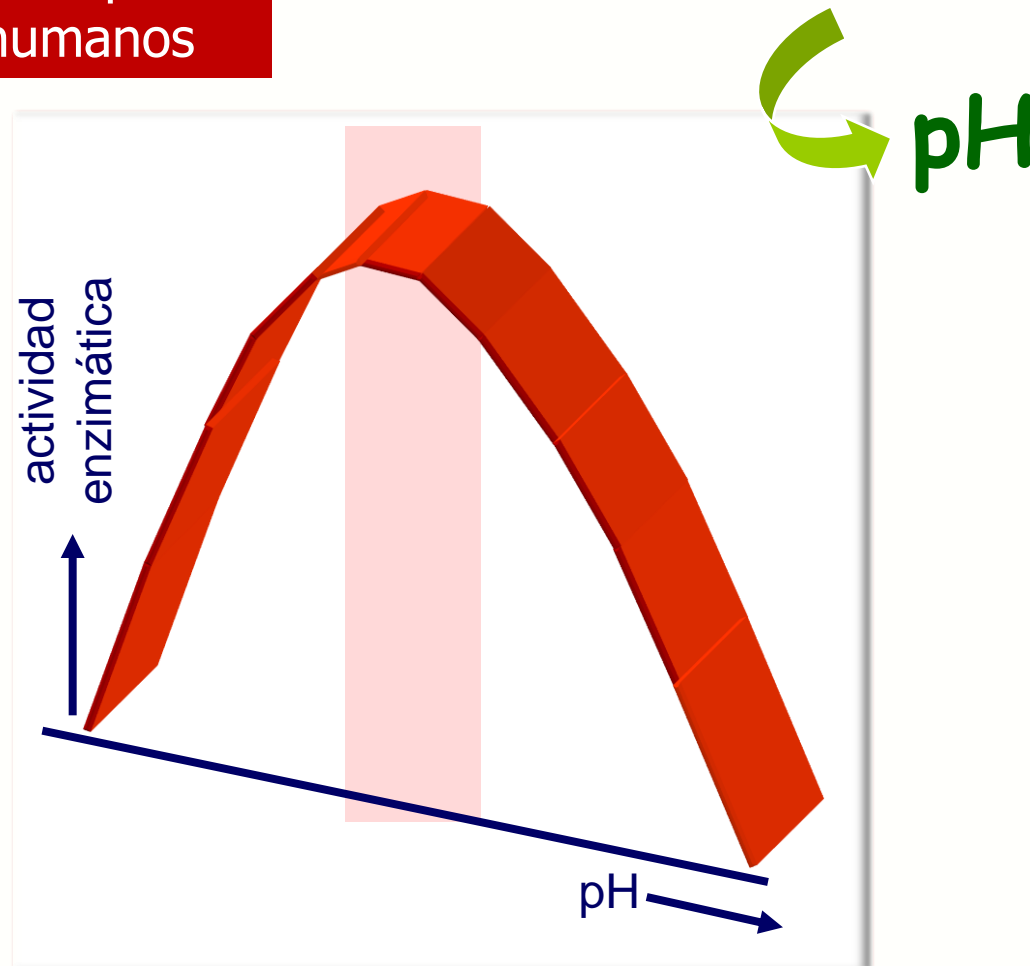
<http://biomanbio.com/GamesandLabs/LifeChemgames/lifechem.html>

The screenshot shows a web browser window with the URL [biomanbio.com/GamesandLabs/LifeChemgames/lifechem.html](http://biomanbio.com/GamesandLabs/LifeChemgames/lifechem.html). The page features a blue sidebar with navigation links: (Physiology), Cells, Ecology, Evolution & Classification, Genetics & Meiosis, Life Chemistry (DNA, Proteins, etc.), Respiration & Photosynthesis, and Scientific Methods. The main content area is titled "Life Chemistry Video Games, Virtual Labs & Activities" and lists three items:

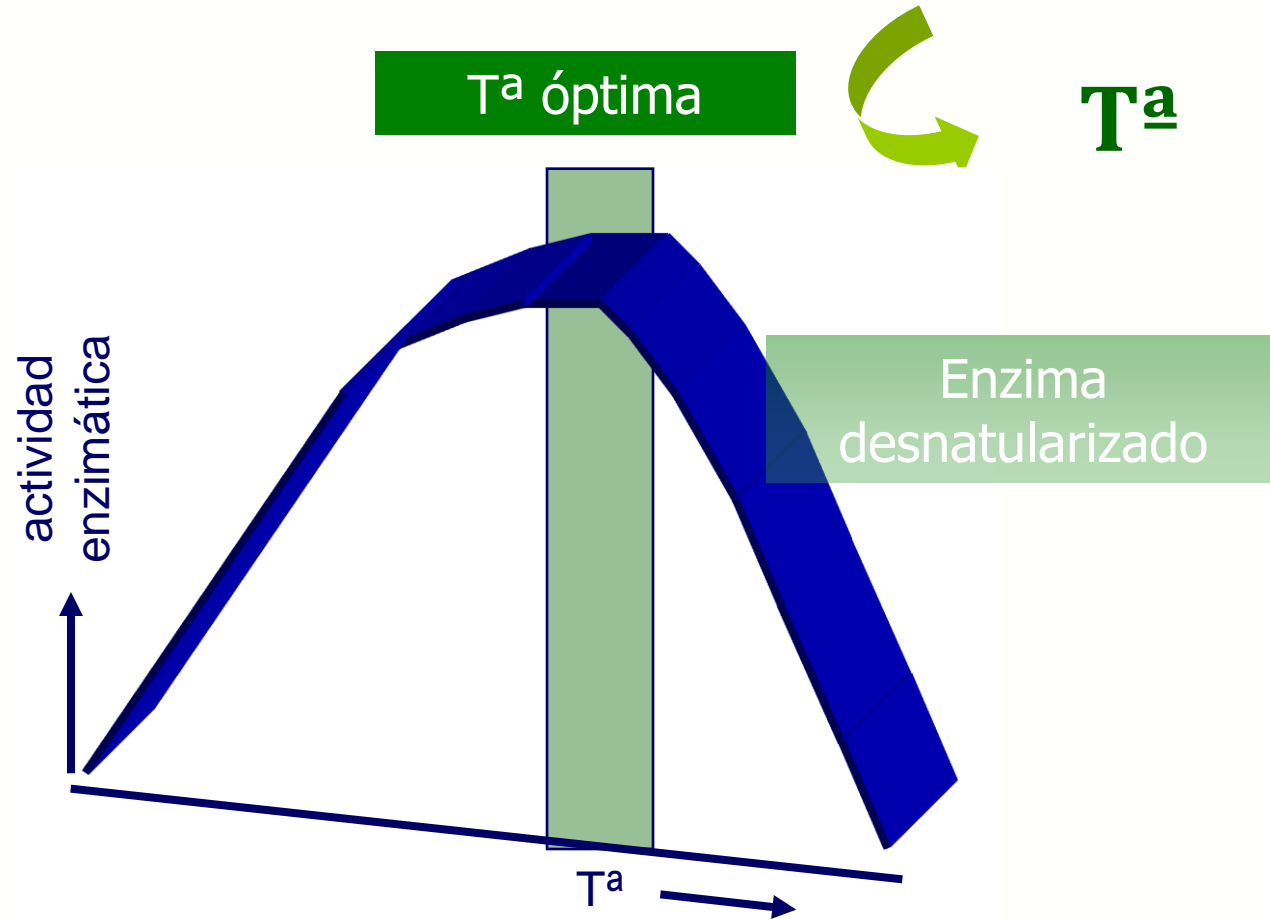
- Enzymatic**: ENZYMES are extremely important in Biology! Essentially EVERY life process relies for EVERY living thing relies on ENZYMES! So... it might be important to understand them (at least a little bit...) In this amazing interactive experience, you will learn about enzymes by playing games, performing virtual experiments, and solving puzzles! Welcome to ENZYMATIC (the ultimate enzyme learning experience!). Includes a "Download on the App Store" button.
- Protein Synthesis Race!**: Race to build a protein in this fun game about protein synthesis. Learn about transcription and translation as you build a protein the same way that a real cell does!
- Quiz**: Test your knowledge of life chemistry! These quizzes can be submitted online to your registered teacher. Please note: A quiz will not end until you have successfully answered all questions.

# Factores de regulación

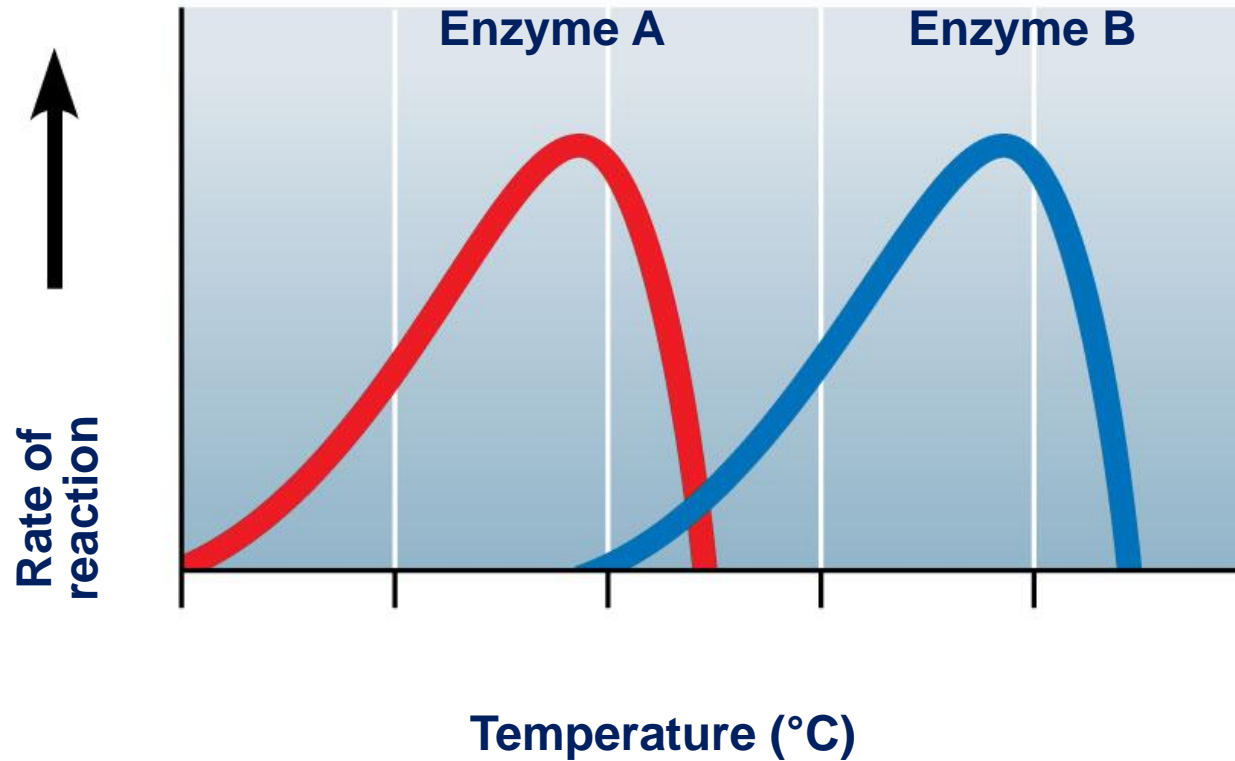
Rango óptimo para  
enzimas humanos



# Factores de regulación



# Óptimos de diversos enzimas





# ¿Qué me pueden preguntar?

La lactasa es una enzima que cataliza la hidrólisis del disacárido lactosa, descomponiéndolo en glucosa y galactosa.

Se realizan dos experimentos para comprender cómo su funcionamiento

## **Experimento 1. La concentración de lactosa es constante**

Se comprueba qué efecto tiene aumentar la concentración del enzima en la tasa de producción de galactosa. Se obtienen estos resultados:

## **Experimento 2. Se mantiene la concentración de enzima constante**

Se comprueba qué efecto tiene subir la concentración del sustrato en la tasa de producción de galactosa. Se obtienen los siguientes resultados:

## Exp 1.

<b>Concentración de lactosa</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
Concentración de enzima (%)	0	1	2	4	8
Producción de galactosa (mg/min)	0	25	50	100	200

## Exp 2.

<b>Concentración de lactosa (%):</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>
Concentración de enzima (%):	2	2	2	2	2
Producción de galactosa (mg/min):	0	25	50	65	65

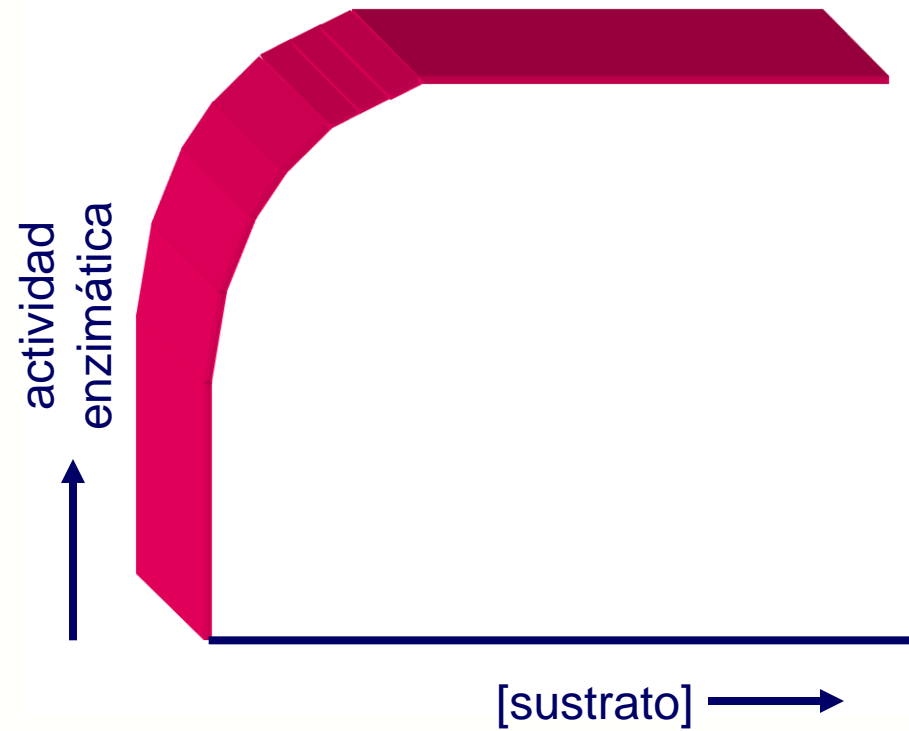


# Indicar:

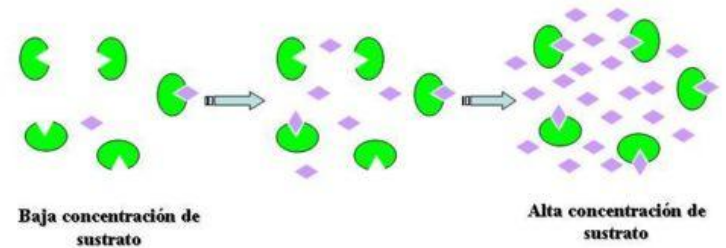
---

- a) Dibuja una gráfica de los resultados del experimento 1.
- b) Dibuja una gráfica de los resultados del experimento 2.
- c) Explica la relación entre la tasa de reacción y la concentración de la enzima.
- d) Explica la relación entre la tasa de reacción y la concentración del sustrato.
- e) ¿Por qué son diferentes los resultados del experimento 1 y 2?
- f) Imagina cómo sería la gráfica del experimento 2 si no hubieras añadido enzima.
- g) Dibújala sobre la gráfica 2 y razona porqué.

# Factores de regulación

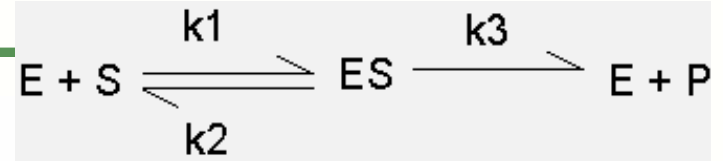


 [sustrato]

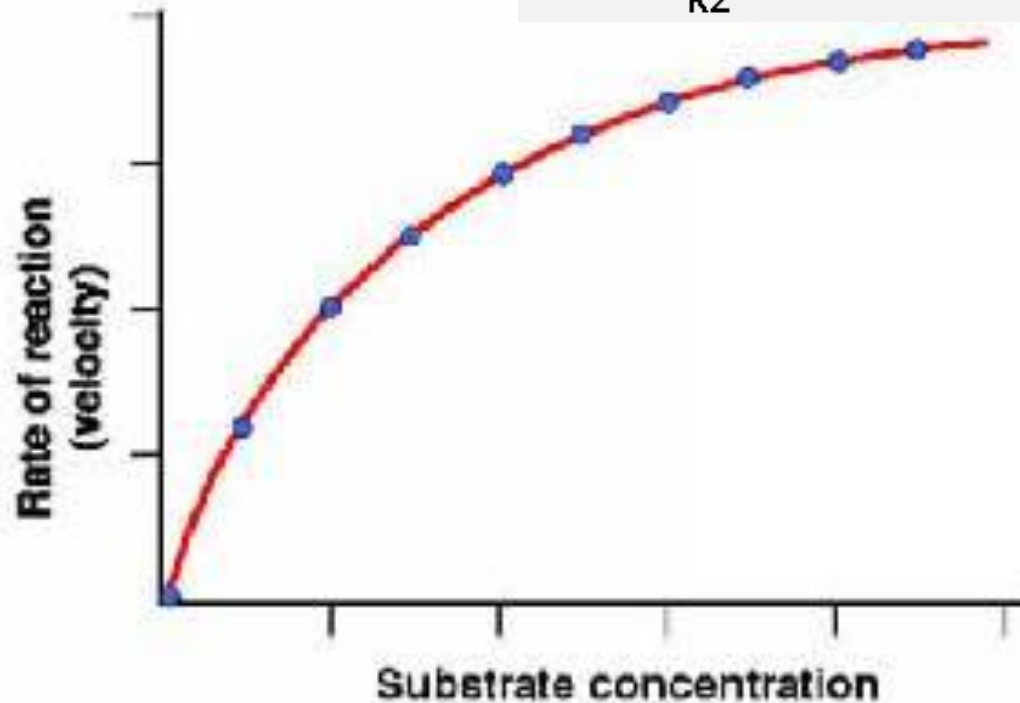


# Cinética enzimática

## Ecuación de Michaelis-Menten



$$V = \frac{V_{\text{max.}} [s]}{K_m + [s]}$$



$K_m$  = cte de Michaelis-Menten

$$K_m = (k_2 + k_3) / k_1$$

a. ¿Cuánto vale  $V$  si  $[s]$  tiene un valor muy alto?

$$V = V_{\text{max}}$$

# Michaelis-Menten



1879-1960  
**MAUD  
MENTEN**  
BIOCHEMIST

ONE OF THE 1ST WOMEN IN CANADA TO RECEIVE A MEDICAL DOCTORATE

CO-DEVELOPED THE MICHAELIS - MENTEN EQUATION, WHICH CHANGED THE APPROACH TO ENZYME KINETICS AND IS STILL USED IN LABORATORIES TODAY.

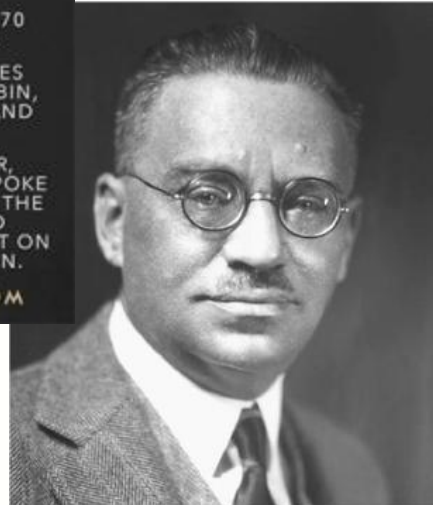
AUTHORED AND COAUTHORED OVER 70 ACADEMIC PAPERS.

MADE CO-DISCOVERIES INVOLVING HEMOGLOBIN, KIDNEY FUNCTIONS, AND BLOOD SUGAR.

WAS ALSO A PAINTER, MOUNTAIN CLIMBER, SPOKE 6 LANGUAGES, PLAYED THE CLARINET, ENJOYED ASTRONOMY, AND WENT ON AN ARCTIC EXHIBITION.

[AUBERGDESIGNS.COM](http://AUBERGDESIGNS.COM)

Michaelis (1875-1949)



Maud Menten (1879-1960)



# Cinética enzimática

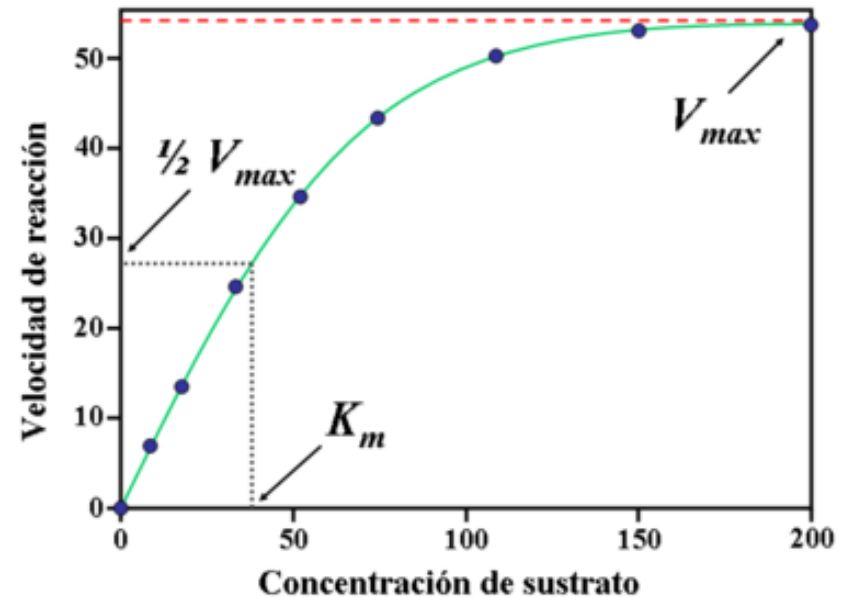
b. ¿Cuánto vale  $K_m$  si  $V = \frac{1}{2} V_{max}$ ?

$$K_m = [s]$$

$K_m$  da idea de la afinidad del enzima por el sustrato:

a menor  $K_m$ , mayor afinidad

a mayor  $K_m$ , menor afinidad.

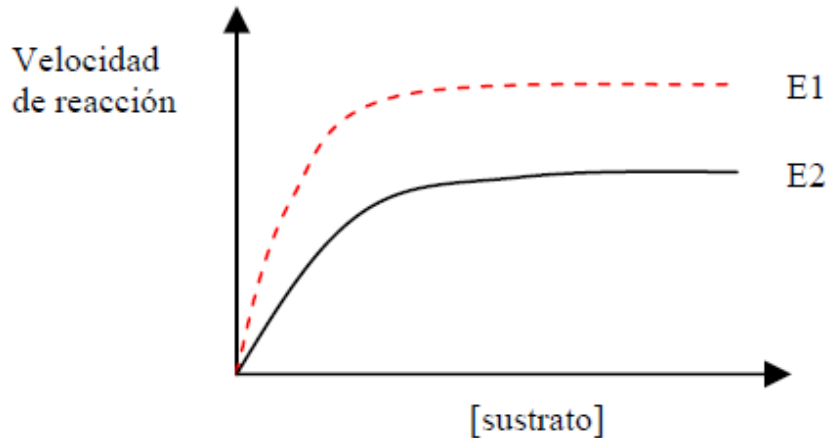


**$V_{max}$**  es el valor máximo al que tiende la curva experimental,

**$K_m$**  es la concentración de sustrato a la cual la  $V$  es la mitad de la  $V_{max}$



# ¿Qué me pueden preguntar?



En relación con las **enzimas**:

la siguiente figura corresponde a dos enzimas distintas (E1 y E2) que actúan sobre el mismo sustrato. ¿Cuál presenta mayor afinidad por el sustrato? Razonar la respuesta.

# Inibidor

---

Irreversible

Veneno,  
irreversible



Reversible

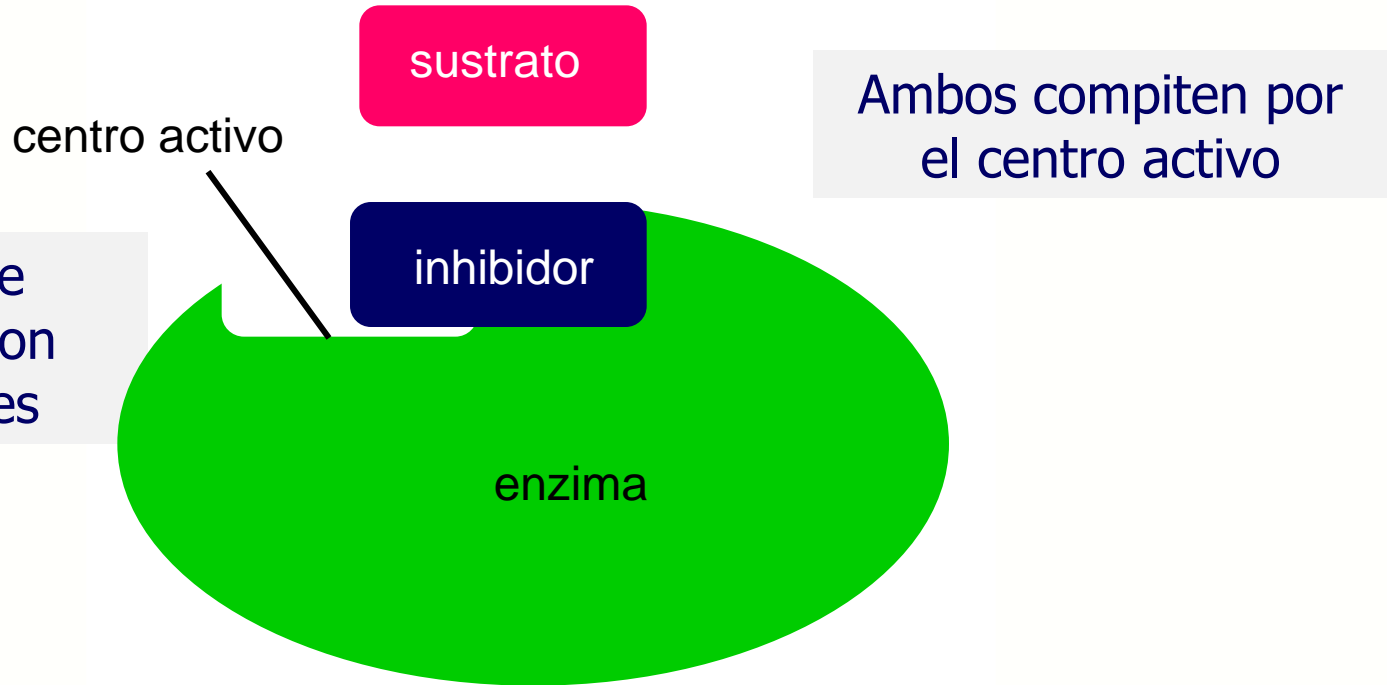
Competitivo

No competitivo

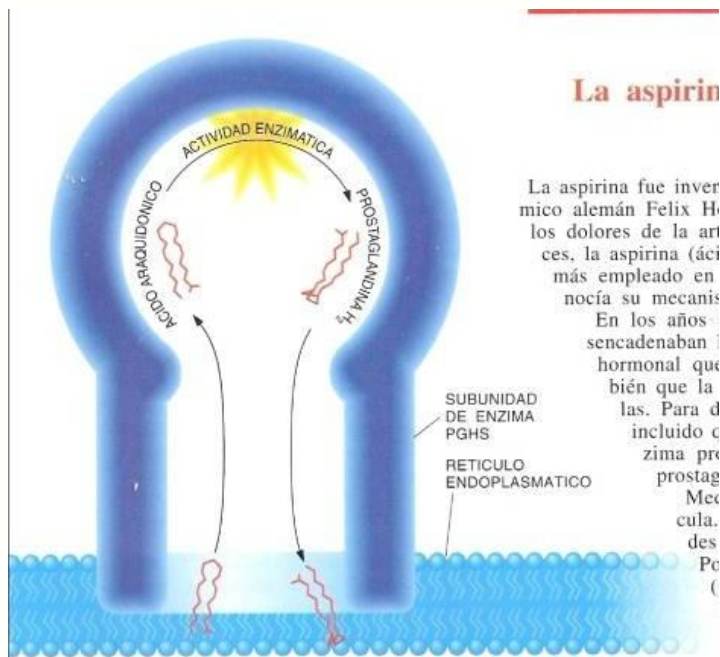


# Inhibidor reversible (1)

Reversible y competitivo



# Ideas aplicadas: Aspirina y prostaglandina

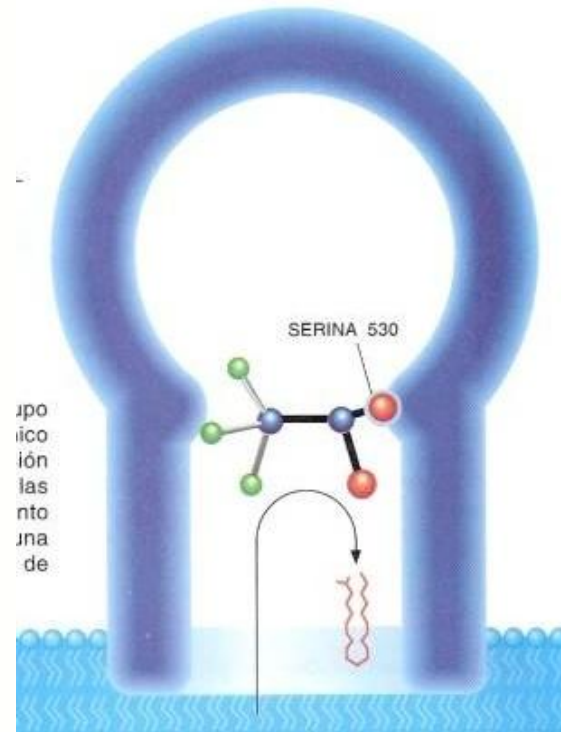
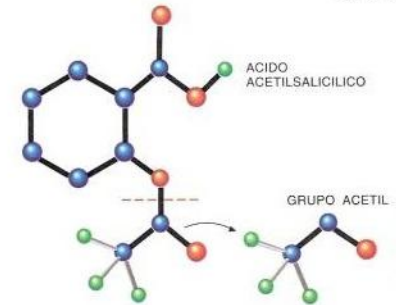


## La aspirina

La aspirina fue inventada por el químico alemán Felix Hoffmann en 1897 para aliviar los dolores de la artritis. Hoy es el analgésico más empleado en el mundo. Su mecanismo de acción se basa en la inhibición de la actividad de la enzima ciclooxigenasa (COX), también conocida como PGHS. En los años 1970 se descubrió que la aspirina actúa modificando covalentemente a la enzima. Para ello, el grupo acetil de la aspirina se une a un punto específico del canal de la enzima, impidiendo que el ácido araquidónico pueda acceder al sitio activo y producir prostaglandinas. Mecanismo de acción de la aspirina.

1. LA ENZIMA PGHS produce las prostaglandinas que causan la fiebre y la inflamación. El ácido araquidónico procedente del retículo endoplasmático, una membrana celular interna, se desliza por un canal hacia el interior de la enzima, donde se convierte en prostaglandina H<sub>2</sub>.

2. LA MOLECULA DE ASPIRINA contiene un grupo acetil enlazado con el ácido salicílico; incluye átomos de carbono (●), oxígeno (●) e hidrógeno (●). Cuando la aspirina penetra en el canal interno de la enzima PGHS, la molécula se divide en dos, quedándose el grupo acetil adherido a un punto interior del canal mientras el ácido salicílico habitualmente sigue su camino.



# Inhibidor reversible (2)

Reversible y no competitivo

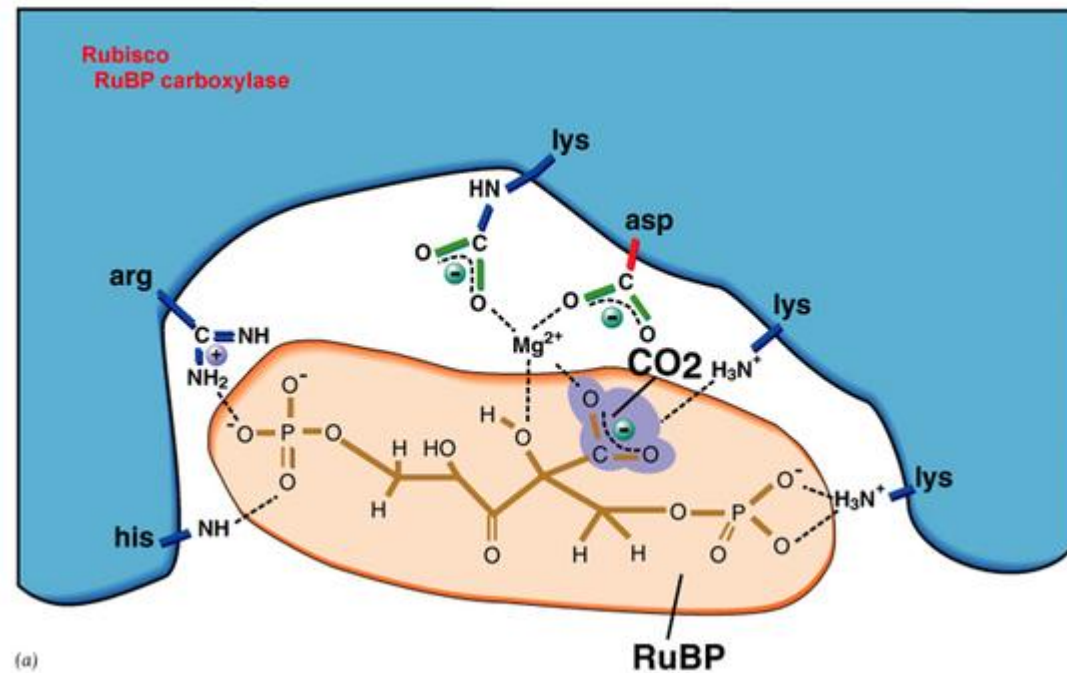


Inhibidor alostérico



# Inhibidor ejemplo

- RuBisCo:  $\text{CO}_2$  y  $\text{O}_2$





## *¿Qué me pueden preguntar?*

---

La 1- $\alpha$ -amanitina es una sustancia presente en ciertas setas. Actúa como inhibidor irreversible de la enzima ARN-polimerasa, encargada de la transcripción en las células eucariotas. Razona el efecto, tanto a nivel celular como de organismo, que tendrá la ingestión de setas que contengan 1- $\alpha$ -amanitina

# Nomenclatura

---

- Nombres tradicionales
  - Ej. tripsina
- Añadiendo –asa al nombre del sustrato
  - Ej. hexoquinasa
- Añadiendo –asa al nombre de la reacción
  - Ej. ATP: hexosa fosfotransferasa
- Clasificación actual
  - Ej. EC 2.7.1.1

# Clasificación

---

- hidrolasa:  $A-B + H_2O \longrightarrow AOH + BH$
- oxirreductasa:  $A^{+2} + B^{+3} \longrightarrow A^{+3} + B^{+2}$
- transferasa:  $A-x + B \longrightarrow A + B-x$
- sintetasa o ligasa:  $A + B \xrightarrow{(ATP)} A-B$
- liasa:  $A=B + X-Y \longrightarrow X-A-B-Y$
- isomerasa:  $A \longrightarrow A'$



- 
- [www.puc.cl/.../html/portadaMIval2.1.1.4.7.html](http://www.puc.cl/.../html/portadaMIval2.1.1.4.7.html)
  - [ghs.gresham.k12.or.us/.../notes/chpt8/enzyme.gif](http://ghs.gresham.k12.or.us/.../notes/chpt8/enzyme.gif)