

# METABOLISMO Y BIOENERGÉTICA

Dr. Miguel Angel Sosa (PhD)  
ICB-UNCuyo

## Temario

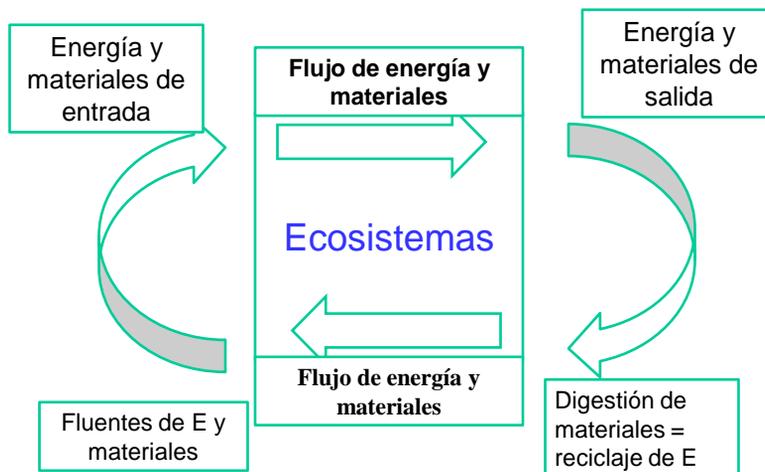
- Generalidades.
- El flujo de la Energía
- Revisión de conceptos sobre termodinámica
- Condiciones para una reacción química
- Anabolismo y catabolismo.
- Regulación del metabolismo
- Moléculas de alta energía
- Cofactores
- Homeostasis
- Termorregulación

Energía = capacidad de producir cambio

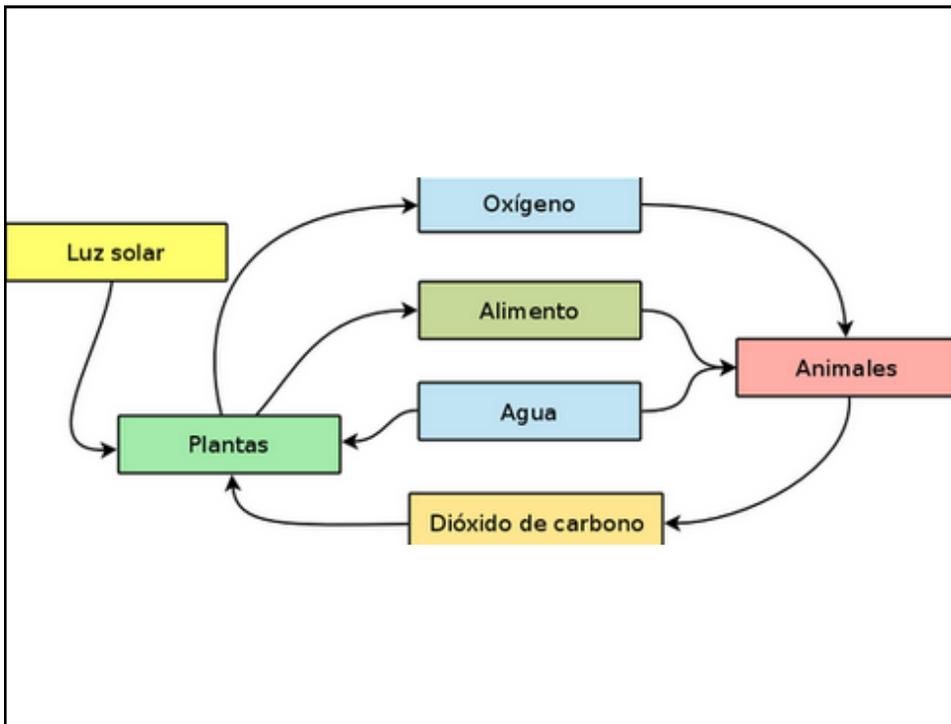
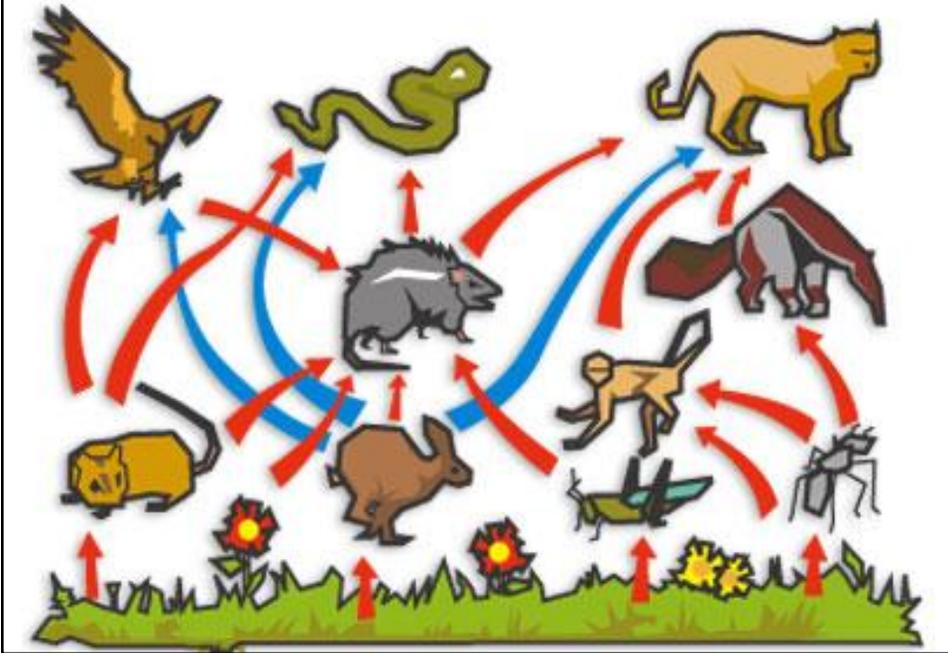
Formas de energía	Ejemplo
Cinética	Se manifiesta en los organismos al moverse, caminar, trepar, correr, trotar
Luminosa	Se puede observar en los organismos bioluminiscentes como las luciérnagas y algunos tipos de peces
Eléctrica	Este tipo de energía se da en la transmisión del impulso nervioso del cerebro, órganos de los sentidos como el oído y la vista
Química	Este tipo de energía se utiliza en procesos de biosíntesis para el crecimiento, el transporte en las membranas celulares, la reproducción de las células
Calorífica	Este tipo de energía se produce en todas las actividades de los organismos debido a que todas las transformaciones energéticas producen calor

Energía  $\longrightarrow$  Trabajo útil

- Síntesis de moléculas pequeñas
- Síntesis de macromoléculas
- Transporte de iones y moléculas
- Movimiento
- Emisión de luz

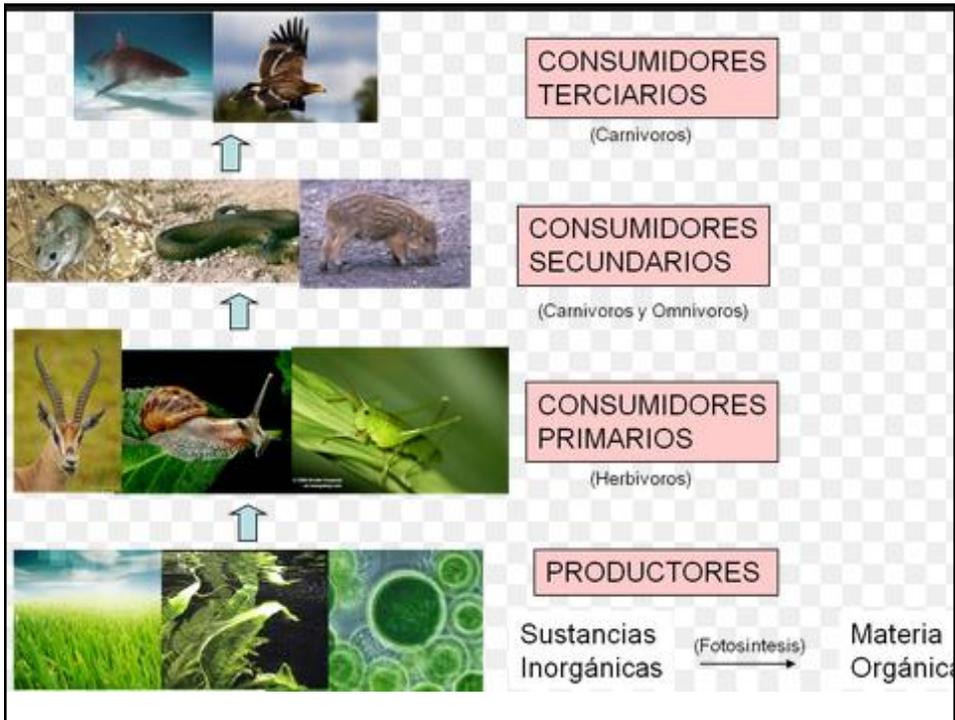


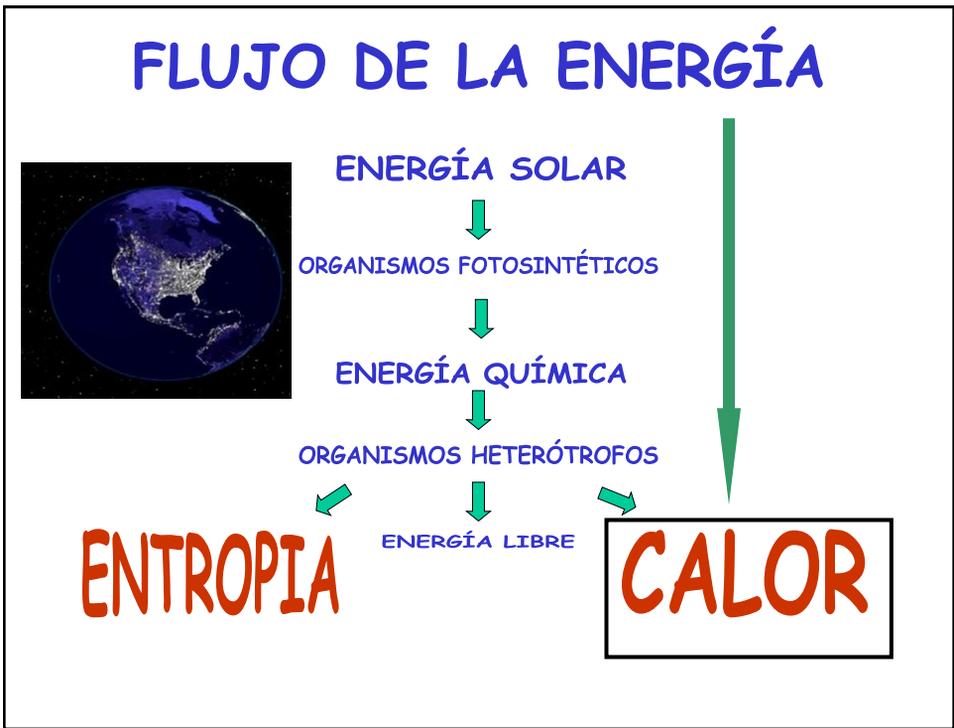
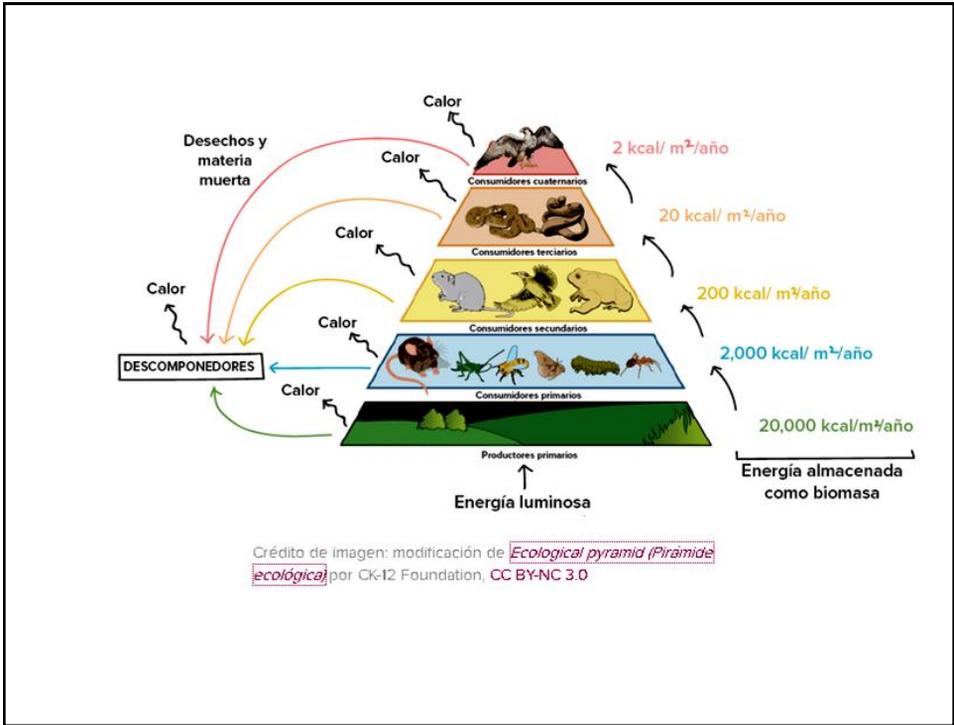
$E_{\text{total}} = E_{\text{disipada}} + E_{\text{utilizada}}$



# ORGANISMOS

- **AUTÓTROFOS:** microorganismos fotosintéticos, plantas. Fuente de C: CO<sub>2</sub>
- **HETERÓTROFOS:** todos los demás. Fuente de C: nutrientes.

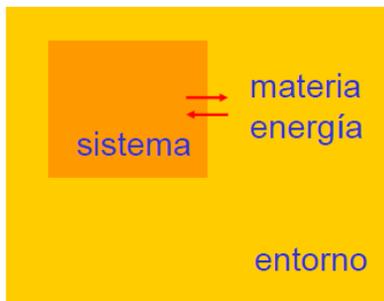




# Termodinámica

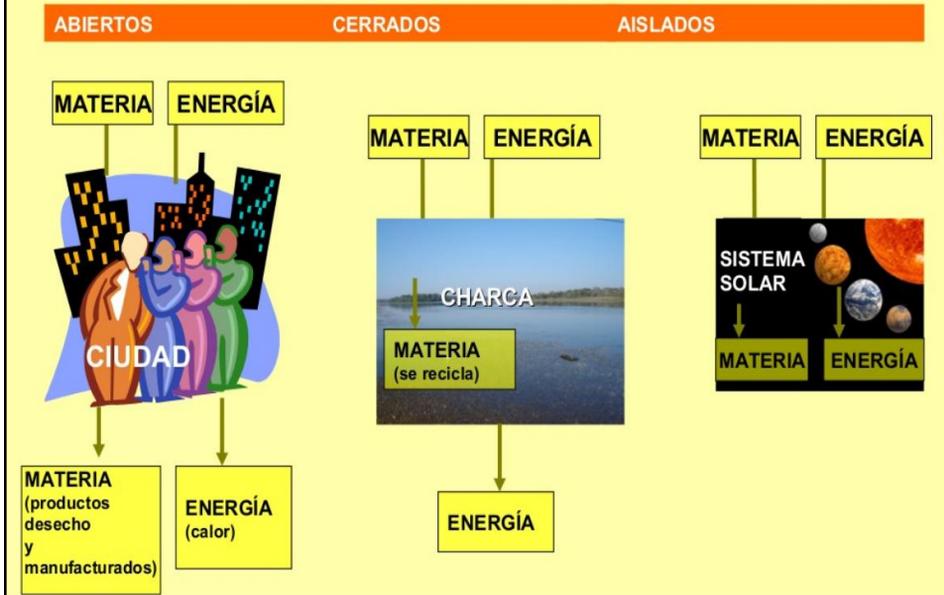
Ciencia que describe y relaciona las propiedades físicas de la **MATERIA** y sus intercambios de **ENERGÍA**

Los sistemas biológicos **DEBEN** cumplir con las leyes de la **TERMODINAMICA**



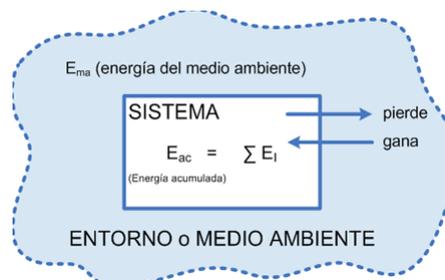
sistema		flujo	
		materia	energía
aislado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
cerrado		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
abierto		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

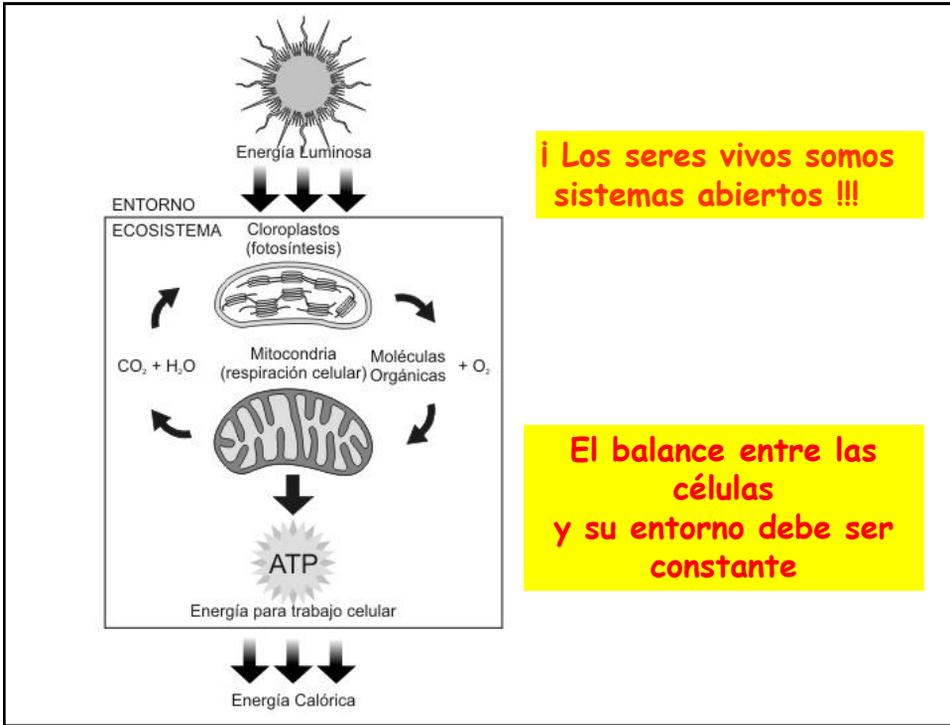
# Tipos de sistemas



## La vida sigue las leyes de Física

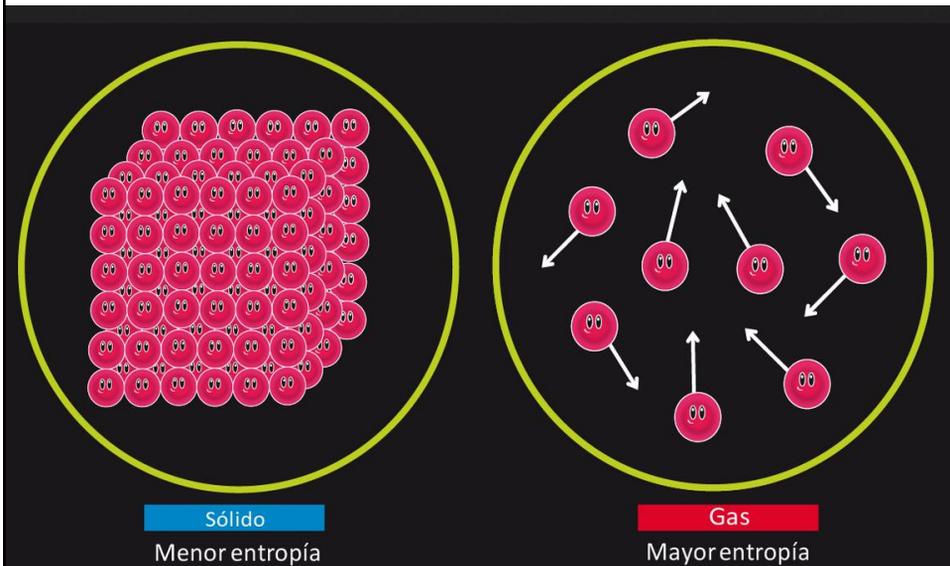
- Las leyes de termodinámica son importantes para entender la vida.
  - Primera Ley de Termodinámica
    - La energía no se crea ni se destruye, pero se puede transformar.





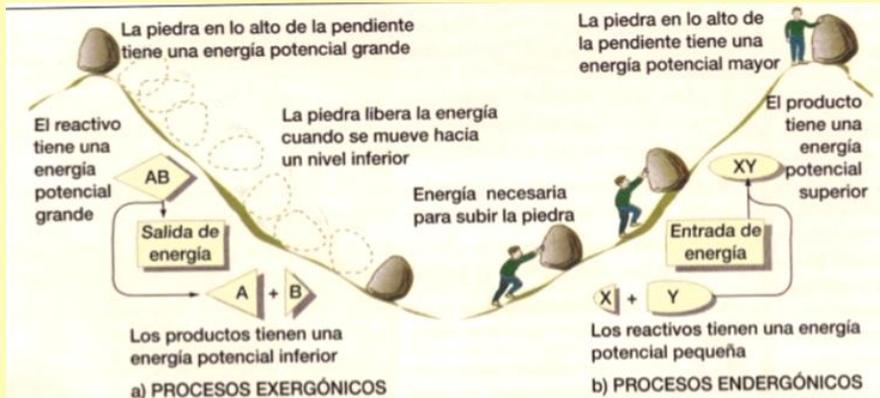
■ Segunda Ley de Termodinámica

Todos los procesos naturales tienden a ocurrir en una dirección tal que la entropía del universo se incrementa



## 2.- LEY DE LA TERMODINÁMICA : LA ENTROPIA

En cada transferencia , la energía se transforma y suele pasar de una forma más concentrada y organizada a otra más dispersa o desorganizada



Según la 2ª ley de la termodinámica , sólo los procesos exergónicos pueden ocurrir espontáneamente

## ¿Cuándo tiene lugar una reacción química?

**Entropía ( $\Delta S$ ):** Puede observarse que muchas reacciones que cursan espontáneamente lo hacen con incremento de entropía:  $\Delta S > 0$ .

## ¿Cuándo tiene lugar una reacción química?

-Las reacciones que tienen lugar espontáneamente suelen ser exotérmicas, con desprendimiento de calor..

-El calor que se desprende o absorbe en una reacción a presión constante recibe el nombre de **Entalpía ( $\Delta H$ )**. Mide de algún modo **el tipo de enlaces** que tiene una molécula.

-En las reacciones exotérmicas, la entalpía se supone negativa:  $\Delta H < 0$

## ¿Cuándo tiene lugar una reacción química?

-Sin embargo; ni la entropía ni la entalpía valen como criterio único para definir la espontaneidad de una reacción.

-Existe otra función termodinámica de estado que agrupa a las dos en procesos a presión constante, la Energía Libre de Gibbs, que se define así:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

Por lo tanto;

La energía libre de Gibbs es un criterio válido para verificar la espontaneidad de una reacción.

Pueden cursar espontáneamente aquellos procesos en los que se **desprende energía libre** ( $\Delta G < 0$ );

No pueden hacerlo aquellos procesos en los que **se absorbe energía libre** ( $\Delta G > 0$ )

Kilocaloría: cantidad de calor para aumentar  $1^{\circ}\text{C}$  la temperatura de 1 kg de agua.

$$1 \text{ kcal} = 4.1845 \text{ kJ (kilojoule)}$$

Sea un sistema



Cursará de izquierda a derecha cuando las concentraciones de A y B sean tales que la **energía libre del sistema sea negativa** ( $\Delta G < 0$ ) .

La energía libre del sistema viene dada por:

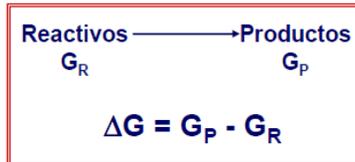
$$\Delta G = \Delta G^{\circ} + RT \ln \frac{[B]}{[A]}$$

$\Delta G^{\circ}$  : es la Energía Libre Standard de la reacción.

## Energía libre de Gibbs

Cantidad de energía capaz de realizar trabajo durante una reacción a Tª y presión constantes

- Proporciona información sobre:
  - La dirección de la reacción química
  - Composición en el equilibrio
  - La cantidad de trabajo desarrollado
- Variación de energía libre ( $\Delta G$ )
  - Predice si una reacción es factible o no



$\Delta G = 0$  Proceso en equilibrio

$\Delta G > 0$  Reacción endergónica, consume energía

$\Delta G < 0$  Reacción exergónica, genera energía (espontánea)

$$\Delta G = 0$$



Sistema en equilibrio

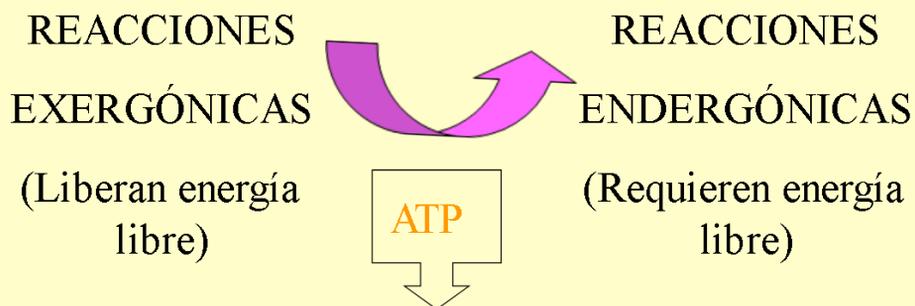


Célula está muerta

Las reacciones **endergónicas** ( $\Delta G > 0$ ) se acoplan a reacciones **exergónicas** ( $\Delta G < 0$ ) de manera que:

1. La energía desprendida en una de las reacciones es absorbida por la otra.
2. La suma total de energías libres de una y otra reacción da una  $\Delta G < 0$ , por lo que el proceso **en conjunto** tiene lugar espontáneamente.

## REACCIONES ACOPLADAS



TRANSPORTADOR DE ENERGÍA

DESDE LOS PROCESOS CELULARES PRODUCTORES DE ENERGÍA A LOS PROCESOS QUE REQUIEREN ENERGÍA

¿De qué forma evita la degradación un organismo vivo?

comiendo

bebiendo

respirando

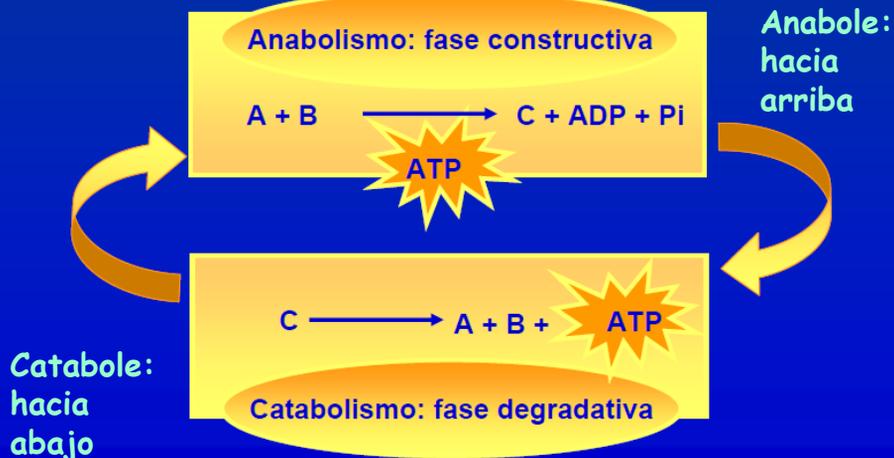
fotosintetizando

**METABOLIZANDO**

### METABOLISMO:

Es el conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren a nivel celular

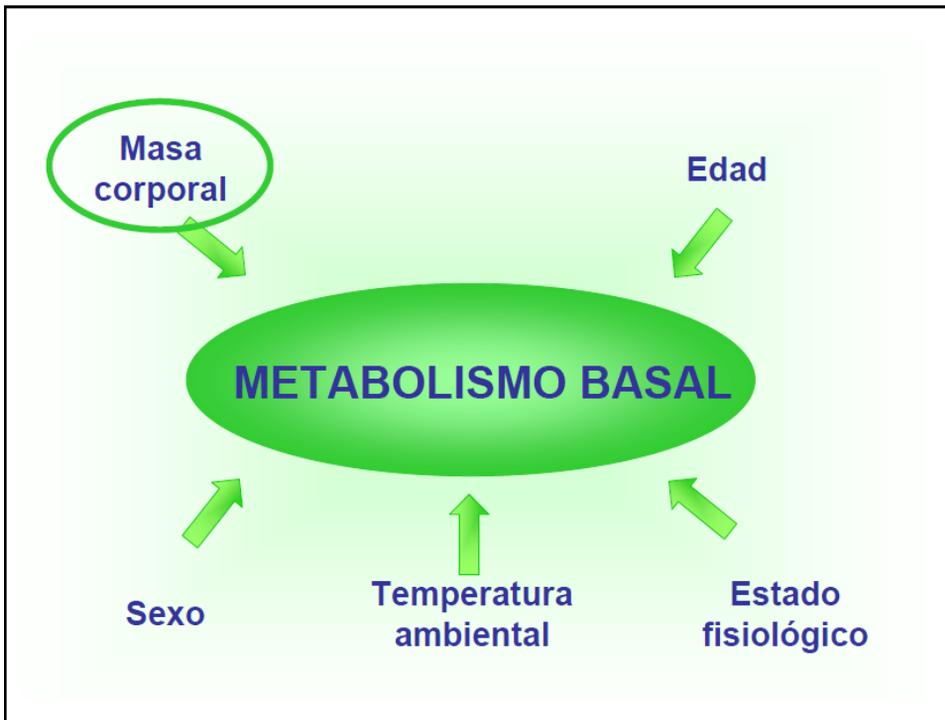
**METABOLISMO** (gr. *METABOLE*) *Cambio o transformación*



**Metabolismo Basal**  
(E: cal/h)



Energía que necesita un organismo para el mantenimiento de las funciones vitales y la temperatura corporal en ayunas (12 h) o en reposo absoluto (24 h)



- El metabolismo basal no es idéntico en todos los órganos del cuerpo.
- Los del cerebro e hígado son muy altos:
  - ✓ Cerebro con un 4% del peso corporal consume el 44% del O<sub>2</sub>
  - ✓ Hígado del 18 al 22%.
  - ✓ Músculos supone un 40% del peso corporal solo consumen un 25% de O<sub>2</sub> en condiciones de reposo

## TASA METABOLICA (TM)

- TASA METABOLICA (TM) → energía metabólica liberada por unidad de tiempo
- Calorimetría → método para determinar TM en base a la cantidad de energía metabólica liberada

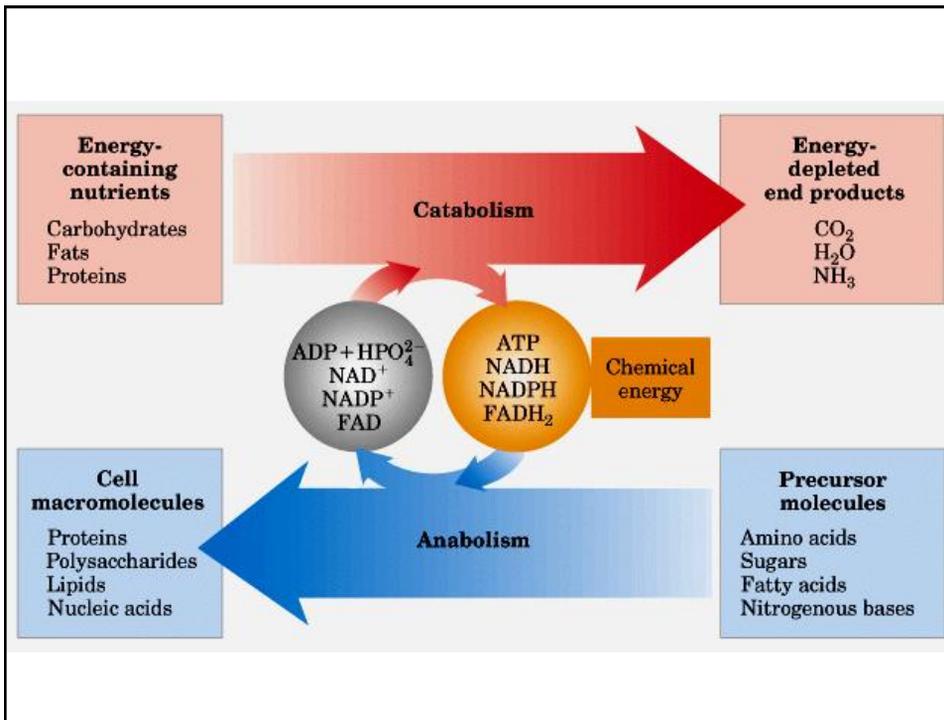
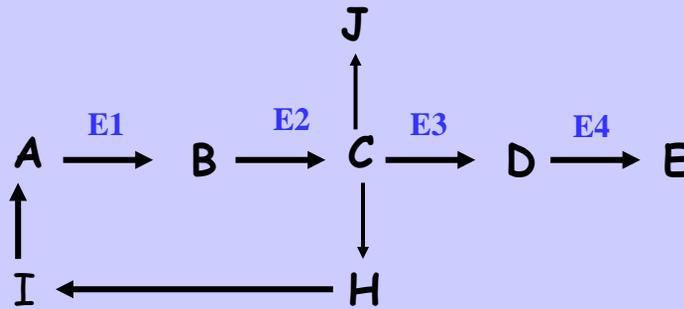
## EVOLUCION

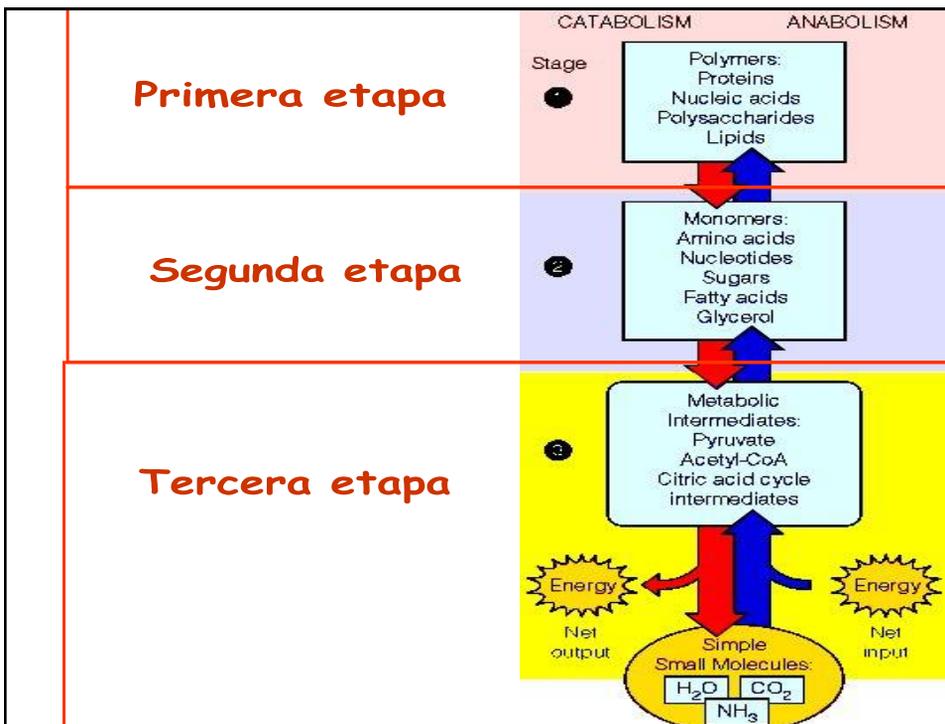
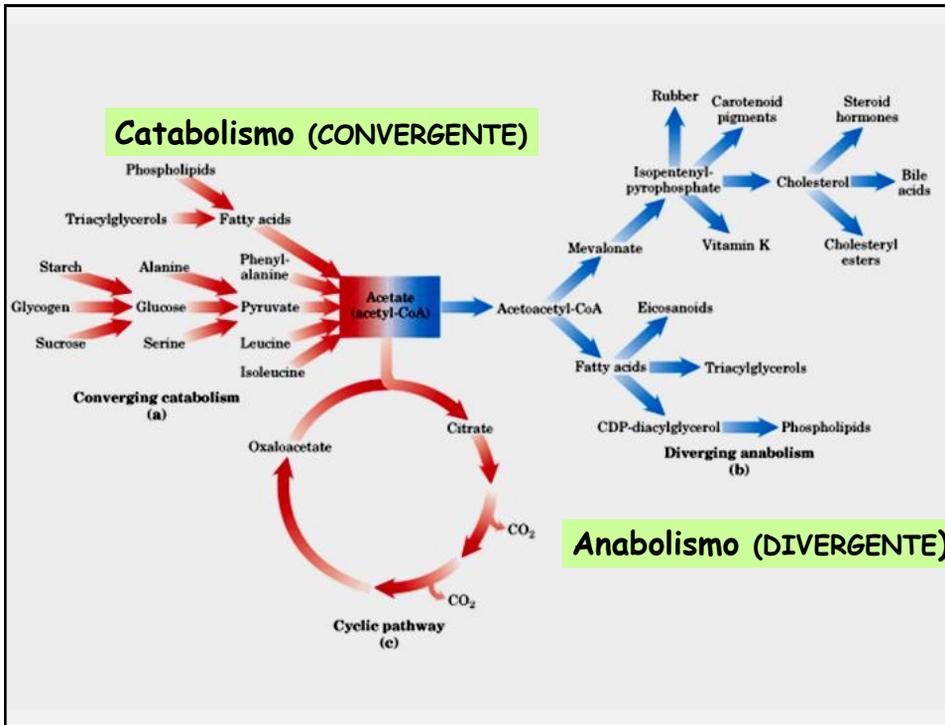
- El ciclo de Krebs y la glucólisis son las vías altamente conservadas en la escala biológica.
- 
- Algunas vías fueron adquiridas a lo largo de la evolución.
- 
- Otras vías innecesarias fueron desechadas por algunos organismos.

## PARA QUÉ....

- OBTENCIÓN DE ENERGÍA QUÍMICA
- CONVERSIÓN DE NUTRIENTES EN PRECURSORES.
- ENSAMBLE DE PRECURSORES PARA FORMAR C/U DE LOS COMPONENTES.
- FORMACIÓN Y DEGRADACIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE FUNCIONES.
- ELIMINACIÓN DE TÓXICOS (cit P450)

# VIA METABOLICA





# Encrucijadas metabólicas

- Ciertos metabolitos comparten 2 o mas vías metabólicas, es decir, se trata de una encrucijada metabólica.

3 metabolitos son encrucijadas metabólicas:

- Glucosa 6-fosfato
- Piruvato
- Acetil coenzima A

## *El ciclo de Krebs*

- Común a todas las vías metabólicas
- Común a todas las formas de vida
- El método más eficaz para extraer energía disponible.



Hans Krebs, Premio Nobel de Medicina, 1937.

## Regulación del Metabolismo

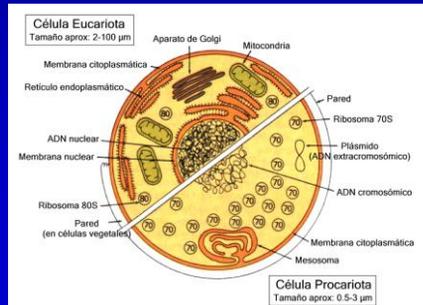
- 1er NIVEL- Control de la cantidad de enzimas (enzimas inducibles).
  - A) regulación a nivel de la síntesis (regulación génica)
  - B) regulación a nivel de la degradación.

## Regulación del Metabolismo

- 2do NIVEL- Control de la actividad de las enzimas (enzimas inducibles).
  - A) concentraciones de sustratos y productos
  - B) cofactores
  - C) pH
  - D) temperatura

## Regulación del Metabolismo

- 3r NIVEL- Compartimentalización celular.
- Cada organela está provista de una batería determinada de enzimas, bajo las condiciones óptimas de acción.

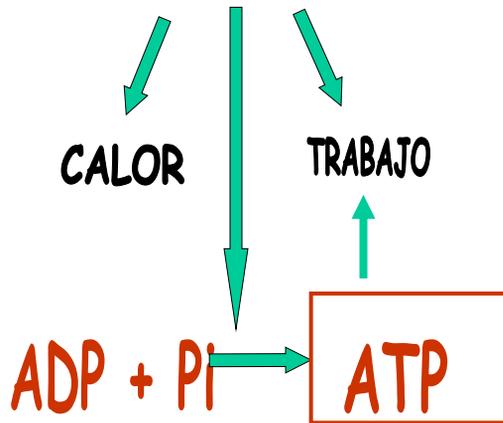


## Regulación del Metabolismo

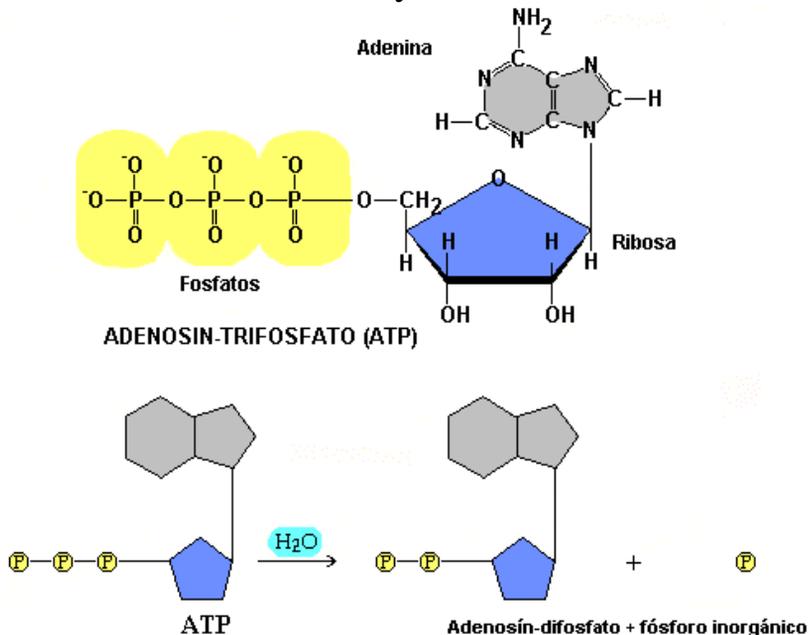
- 4to NIVEL- Control hormonal.
  - Regulación sobre enzimas claves en cada ruta metabólica.
  - A través de modificaciones covalentes reversibles sobre las enzimas (fosforilaciones y defosforilaciones).

# CATABOLISMO

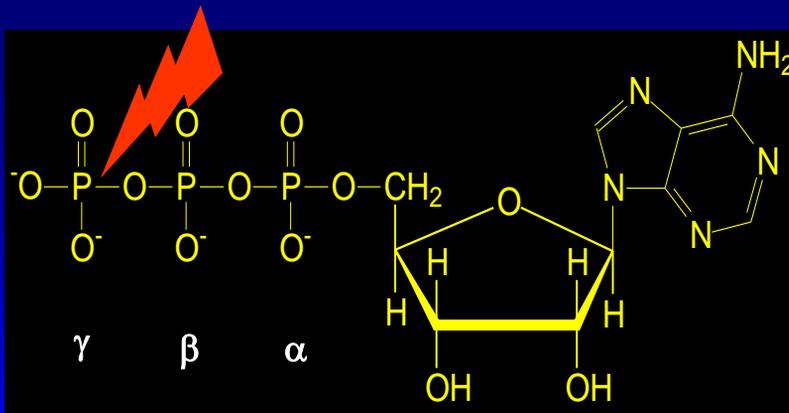
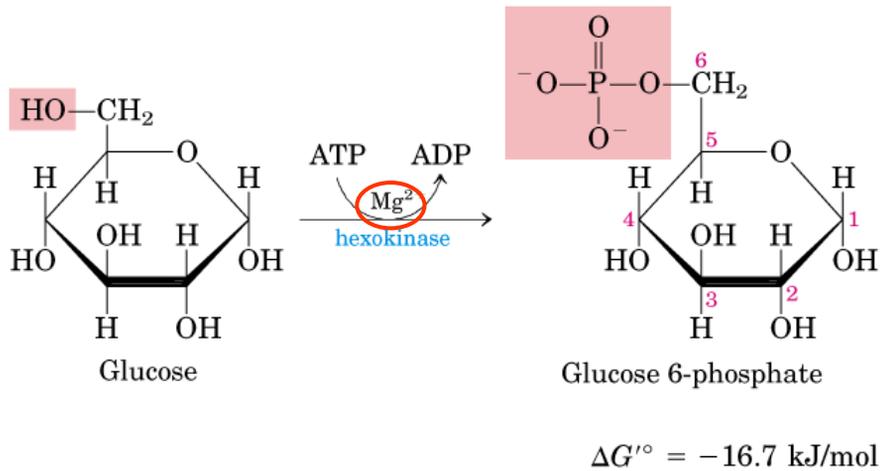
## • ENERGÍA DE LOS NUTRIENTES



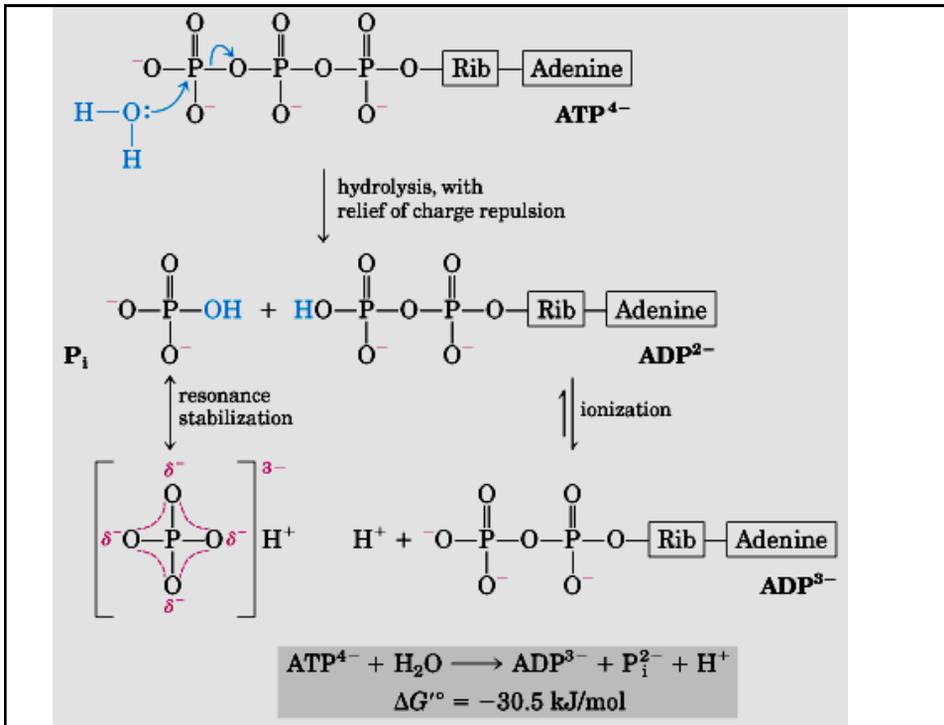
Descubierta en 1929 y descifrada en 1935.



## Una típica reacción que requiere ATP



5'- Adenosina trifosfato (ATP)



### Concentraciones de nucleótidos adenina, fosfatos y fosfocreatina (mM)

	<b>ATP</b>	<b>ADP</b>	<b>Pi</b>	<b>PCr</b>
<i>Hepatocito</i>	3.38	1.32	4.8	0
<i>Miocito</i>	8.05	0.93	8.05	28
<i>Neurona</i>	2.59	0.73	2.72	4.7
<i>Eritrocito</i>	2.25	0.25	1.65	0
<i>E.coli</i>	7.90	1.04	7.9	0

$$\Delta G_p = \Delta G^{\circ} + \frac{RT \ln [\text{ADP}] [\text{Pi}]}{[\text{ATP}]}$$

En general, el ATP se produce de dos maneras:

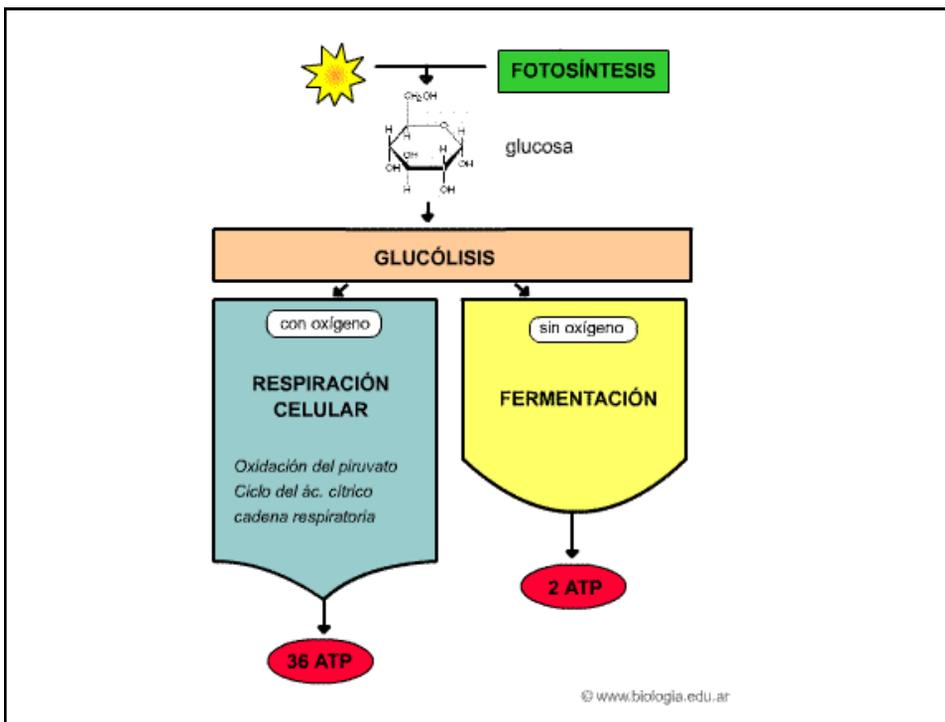
1. Por fosforilación a nivel de sustrato (procesos anaeróbicos, fermentativos)

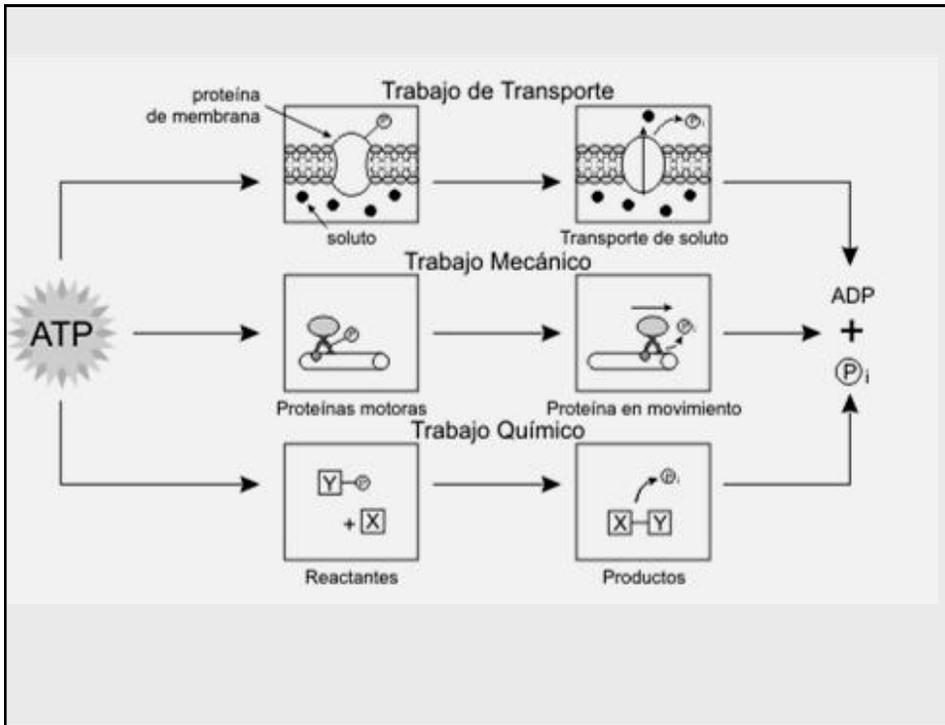
Por ejemplo: **La Glucólisis**

2. Por fosforilación oxidativa

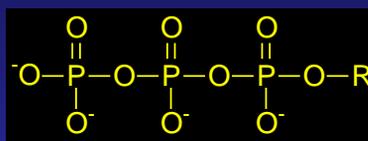
(procesos aeróbicos, oxidativos)

Por ejemplo: **Ciclo de Krebs, - b oxidación, etc.**

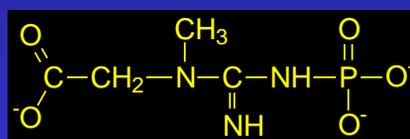
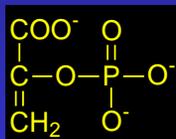




Los dos enlaces anhídrido del polifosfato del ATP son el ejemplo de configuraciones de alta energía de hidrólisis:



Existen otras configuraciones de alta energía, por ejemplo:



Fosfoenolpiruvato

Fosfocreatina

# Moléculas importantes como cofactores enzimáticos en los procesos metabólicos

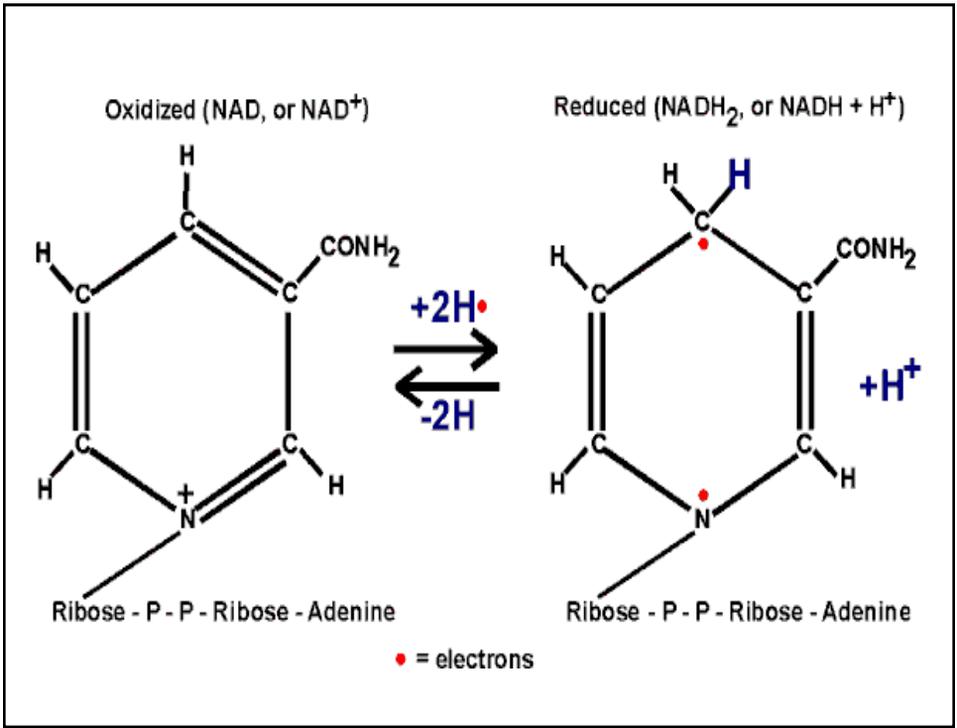
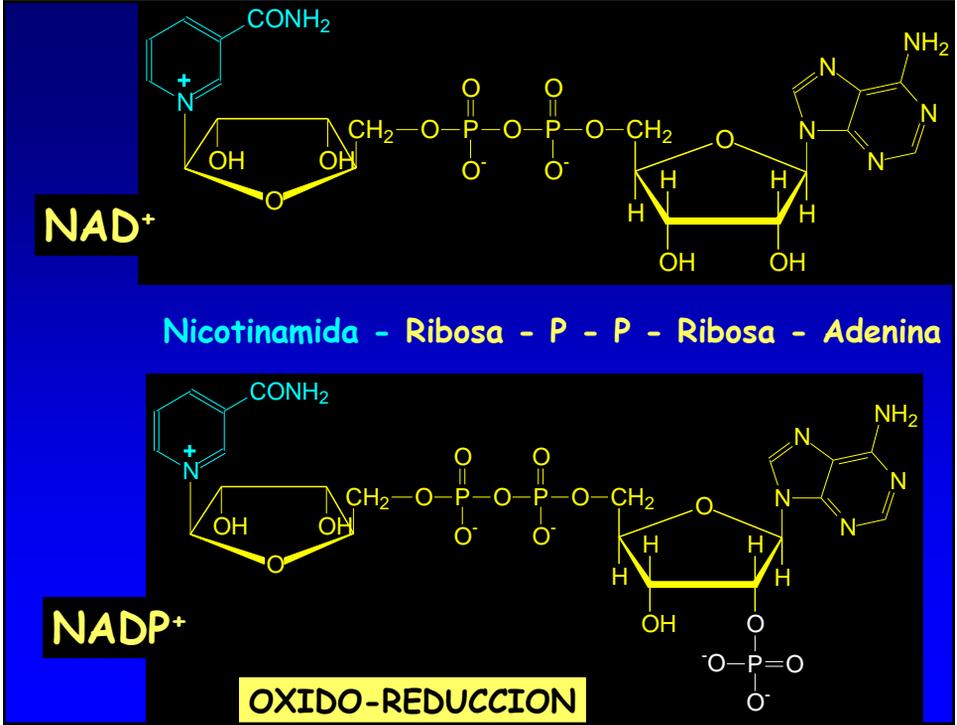
## Cofactores de **naturaleza vitamínica**; ejemplos

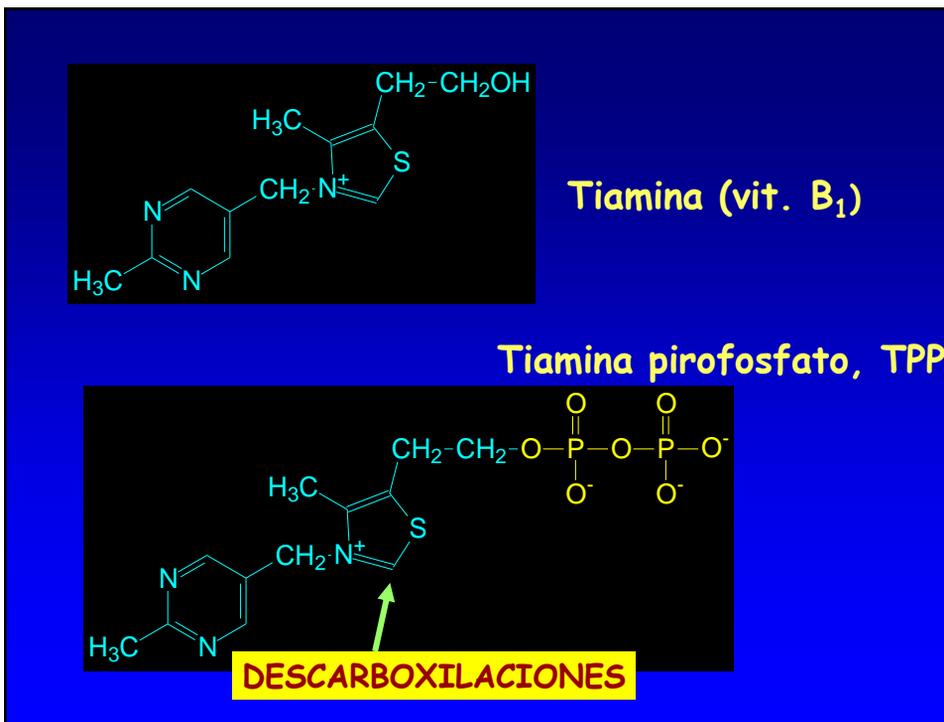
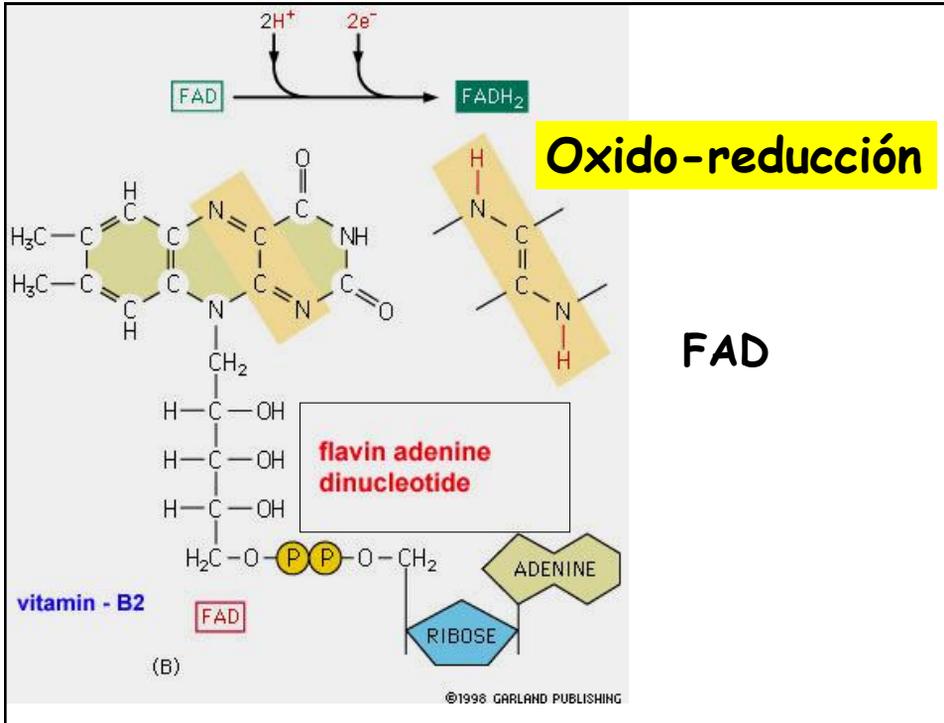
### 1. Hidrosolubles

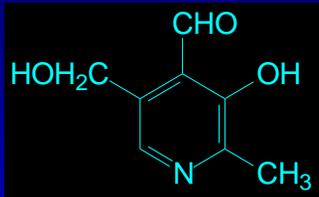
Tiamina	Tiamina pirofosfato	B <sub>1</sub>
Riboflavina	Flavinas: FAD, FMN	B <sub>2</sub>
Piridoxal	Piridoxal fosfato	B <sub>6</sub>
Cobalamina	Coenzimas cobamídicos	B <sub>12</sub>
Ác. Ascórbico	Ac. Ascórbico	C
Nicotinamida	NAD <sup>+</sup> , NADP <sup>+</sup>	PP
Ác. Lipoico	Lipoamida	
Ác. Fólico	Coenzimas folínicos	
Ác. Pantoténico	Panteteínas (CoA, p.e.)	

### 2. Liposolubles

Naftoquinonas	g-Carboxilación	K
---------------	-----------------	---

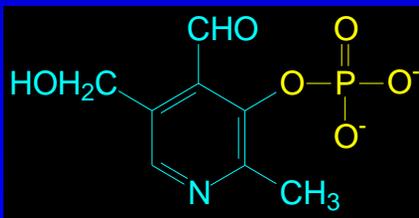




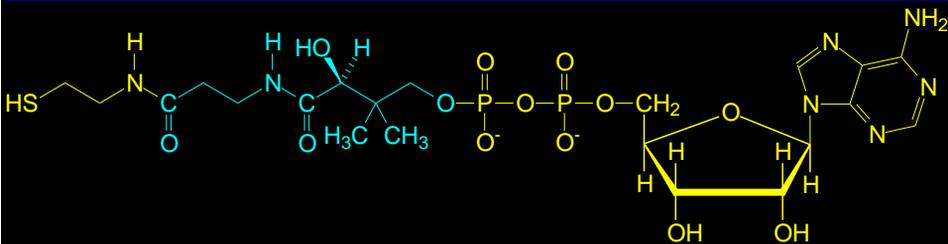


Piridoxal (vit. B<sub>6</sub>)

**DESAMINACIONES**



Piridoxal fosfato



Coenzima A

**Desacetilación**

## TASA METABOLICA (TM)

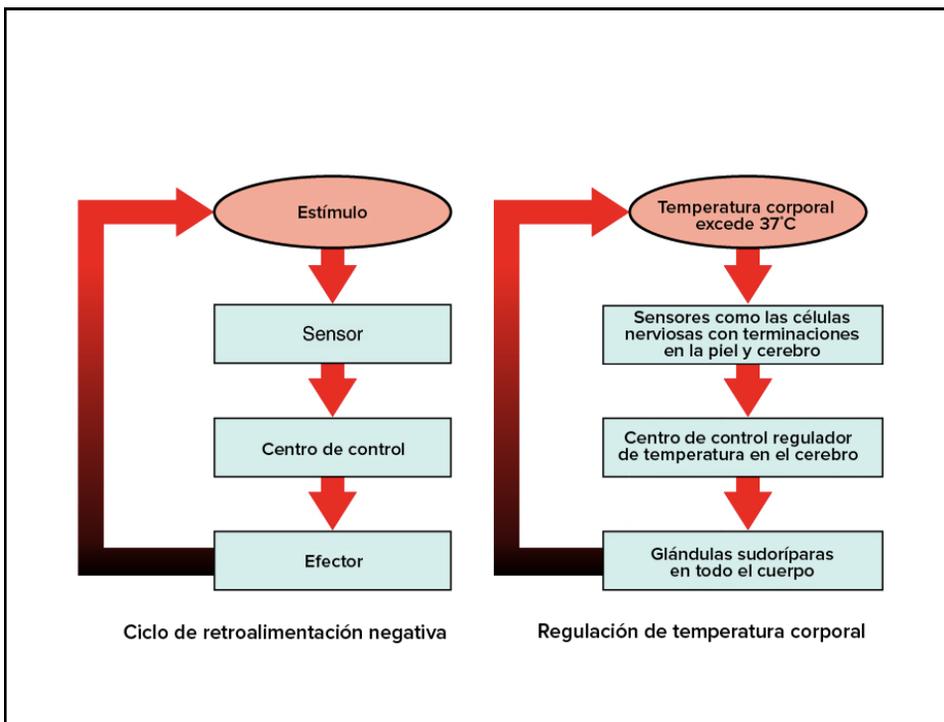
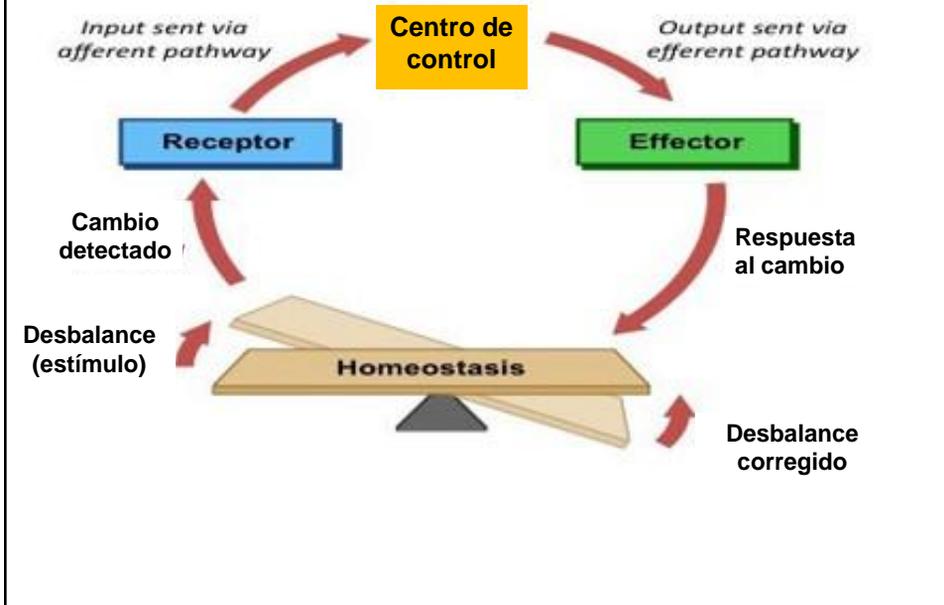
- TASA METABOLICA (TM) → energía metabólica liberada por unidad de tiempo
- Calorimetría → método para determinar TM en base a la cantidad de energía metabólica liberada

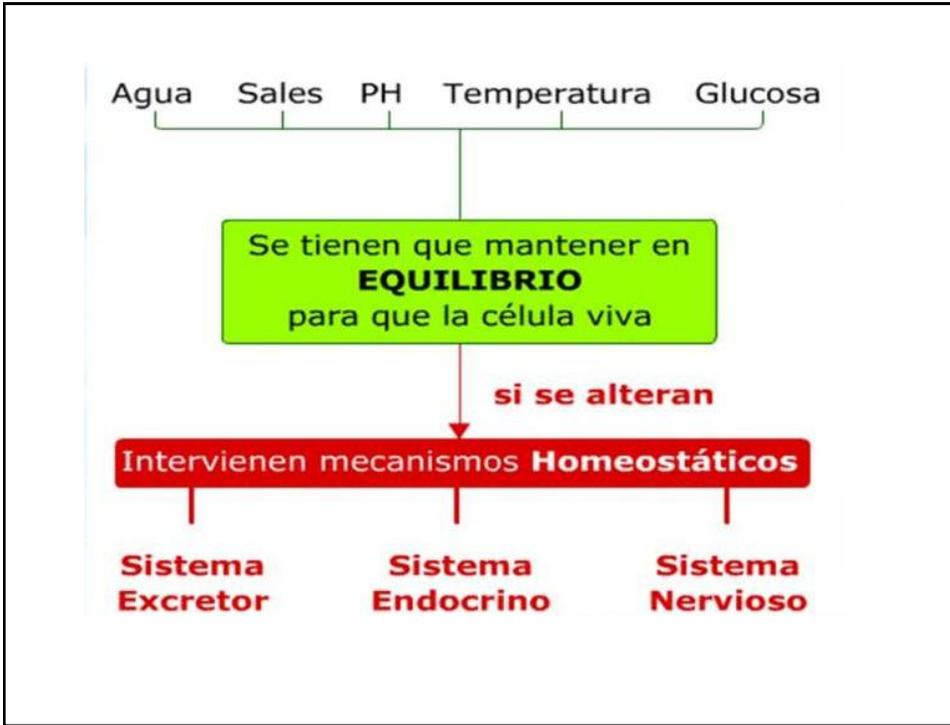


## Propiedades de la vida

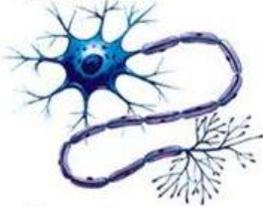
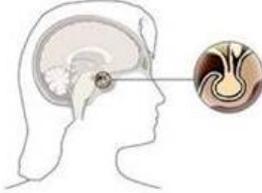
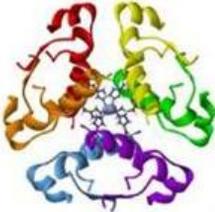
- Interactúan con el ambiente (ecología).
  - Hay factores que influyen en la distribución geográfica y en la abundancia de los animales.
  - Perciben estímulos y responden a ellos ajustando su metabolismo y su fisiología.
  - No se puede aislar la historia evolutiva de un linaje de organismos del ambiente donde ocurrió.

## ¿QUE ES LA HOMEOSTASIS?



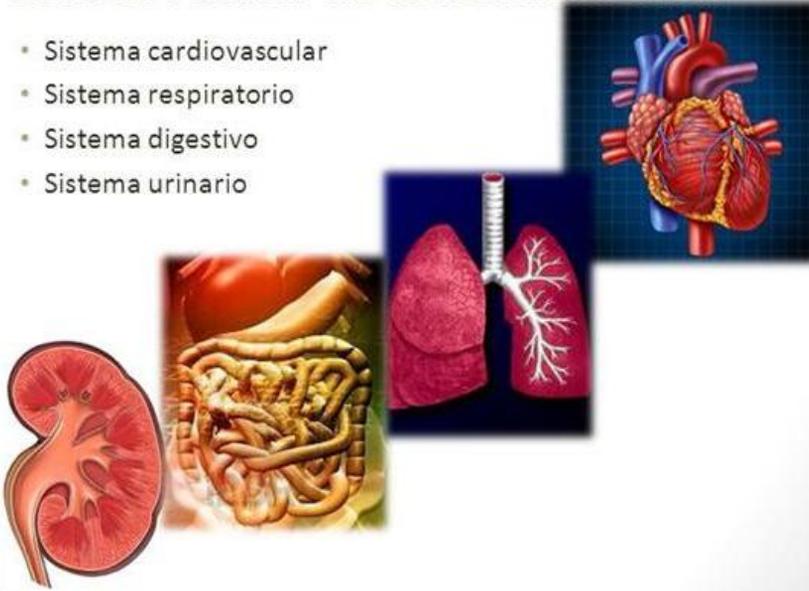


## Regulación Neuroendocrina

SISTEMA NERVIOSO	SISTEMA ENDOCRINO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuronas</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glándulas</li> </ul> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Neurotransmisores</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hormonas</li> </ul> 

## Sistemas encargados de la conservación de la homeostasis

- Sistema cardiovascular
- Sistema respiratorio
- Sistema digestivo
- Sistema urinario



## Termorregulación

### Clasificación de los seres vivos

- **Poiquilotermos:** Animales de sangre fría. Su temperatura flutua con la del medio ambiente. Invertebrados, peces, batracios y reptiles.
- **Homeotermos:** Animales de sangre caliente o de temperatura constante. Tienen respuestas reflejas que se integran en el hipotálamo. Pajaros, mamíferos.
- **Hibernantes:** Despiertos son homeotermos pero durante la hibernación su temperatura baja.

Intercambio de calor con el ambiente

