

BIOENERGÉTICA

**ELEMENTOS DE
TERMODINÁMICA**

CINÉTICA BIOQUÍMICA

Los capítulos precedentes describieron la lógica molecular creciente de la vida, desde moléculas inorgánicas simples, pasando por moléculas orgánicas sencillas, unidades sillares de construcción: monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos y nucleótidos, (monómeros).

Así, vimos la construcción de macromoléculas (biopolímeros) y luego el ensamble de estas macromoléculas entre sí, haciendo estructuras supramoleculares con funciones específicas en membranas, ribosomas, núcleos, etc.

Estas biomoléculas no se presentan en células y tejidos, como estructuras estáticas e inmutables.

Las biomoléculas son estructuras en permanente cambio.

En todo organismo viviente se producen miles de reacciones químicas, cuyo conjunto recibe el nombre de **METABOLISMO**.

Además de las sustancias reactivas y productos, en toda reacción química debe considerarse el ingrediente **ENERGIA**.

Toda sustancia para reaccionar debe, previamente, estar energizada, activada generalmente por uniones fosfato de alta energía.

Las reacciones químicas se acompañan de cambios energéticos, necesarios de conocer para entender la lógica del metabolismo.

Energía

En principio se puede considerar que hay solo dos tipos de energía: **Potencial o Cinética.**

Energía Potencial

Es la energía almacenada en una partícula debido a su posición dentro de un campo de fuerzas gravitacionales o electromagnéticas. Ej: agua en represa, una pila o batería, etc.

Energía Cinética

Es la que poseen los cuerpos en movimiento (la luz corresponde al movimiento de un fotón).

La energía es la propiedad de un sistema que expresa su capacidad de producir trabajo.

Sus unidades más utilizadas son el Joule, la Caloría o el Ergio.

La forma de medir la energía, siempre pasa por la determinación de las calorías.

1 Caloría es la cantidad de calor que se necesita brindar, para incrementar la temperatura en un grado (de 14,5 a 15,5°C) de un gramo de agua.

Ello nos lleva a definir que la Bioquímica es totalmente dinámica, por su esencia, utilizar la energía que obtiene para su autoconstrucción (biosíntesis).

Independientemente de la diversidad existente en el mundo de los seres vivos, hay una enorme unidad en las estructuras biológicas y en los mecanismos básicos sobre los cuales se asienta y transcurre la vida.

Habitualmente se define a la célula como la unidad del mundo biológico, especializada en obtener la energía y transformarla.

De acuerdo a la forma de obtener la Energía del medio ambiente, los organismos se clasifican en:

Fototrofos o Quimiotrofos.

Ya sea obteniendo energía desde la luz o desde los alimentos.

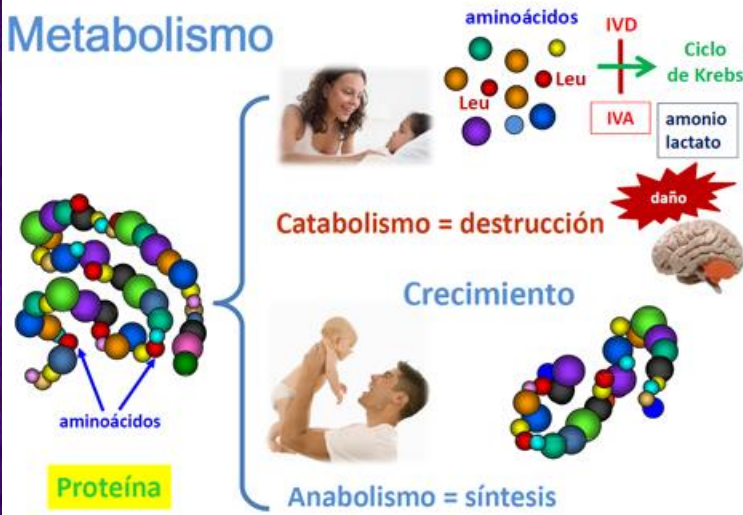
Básicamente consiste en un proceso de oxidación.

El organismo biológico (célula) resulta así, una máquina transformadora de energía.

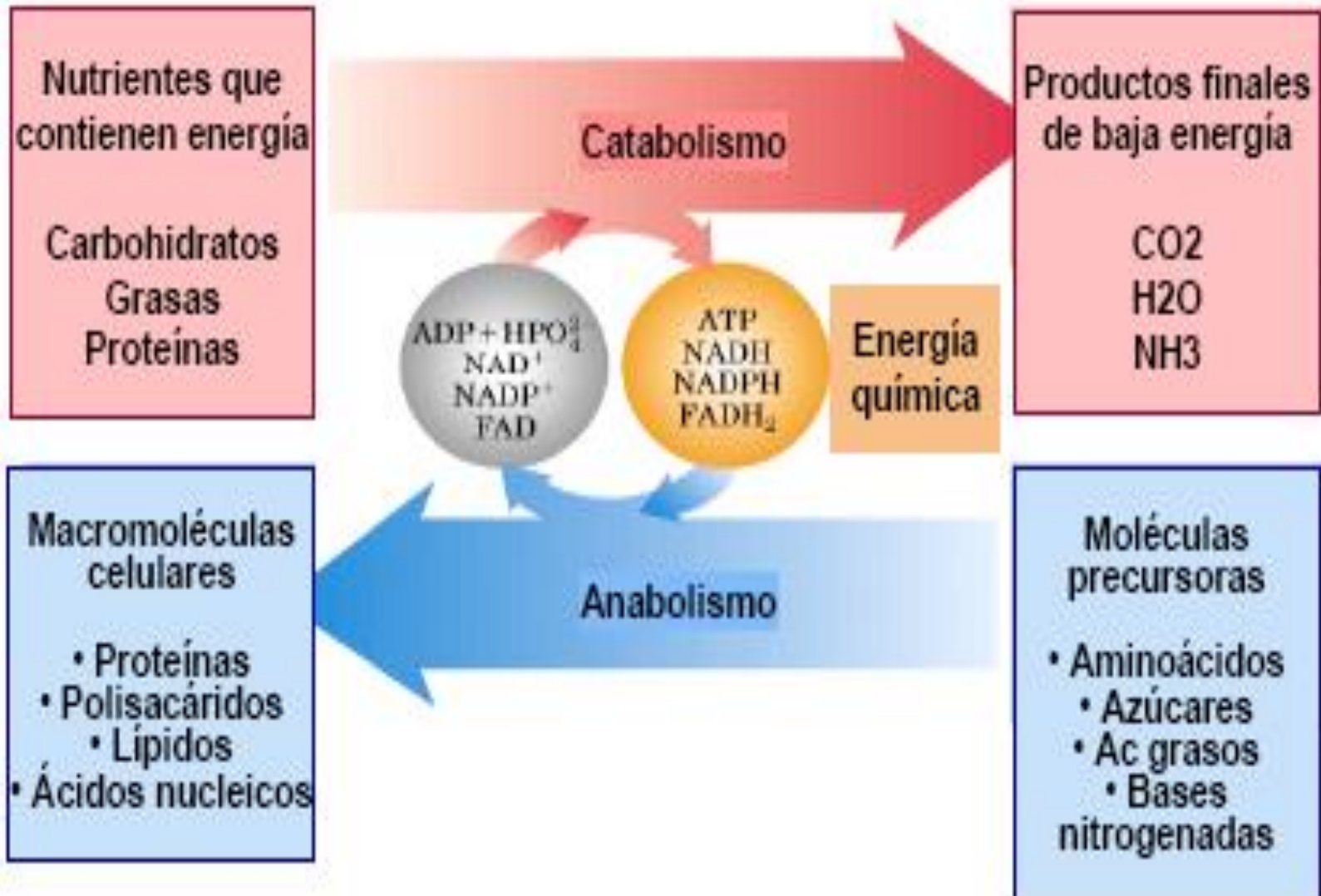
Metabolismo: conjunto de reacciones químicas que nos permiten obtener energía (Catabolismo = oxidación) y utilizarla para los procesos de biosíntesis (Anabolismo = reducción), necesarios para la autoconstrucción de su materia.

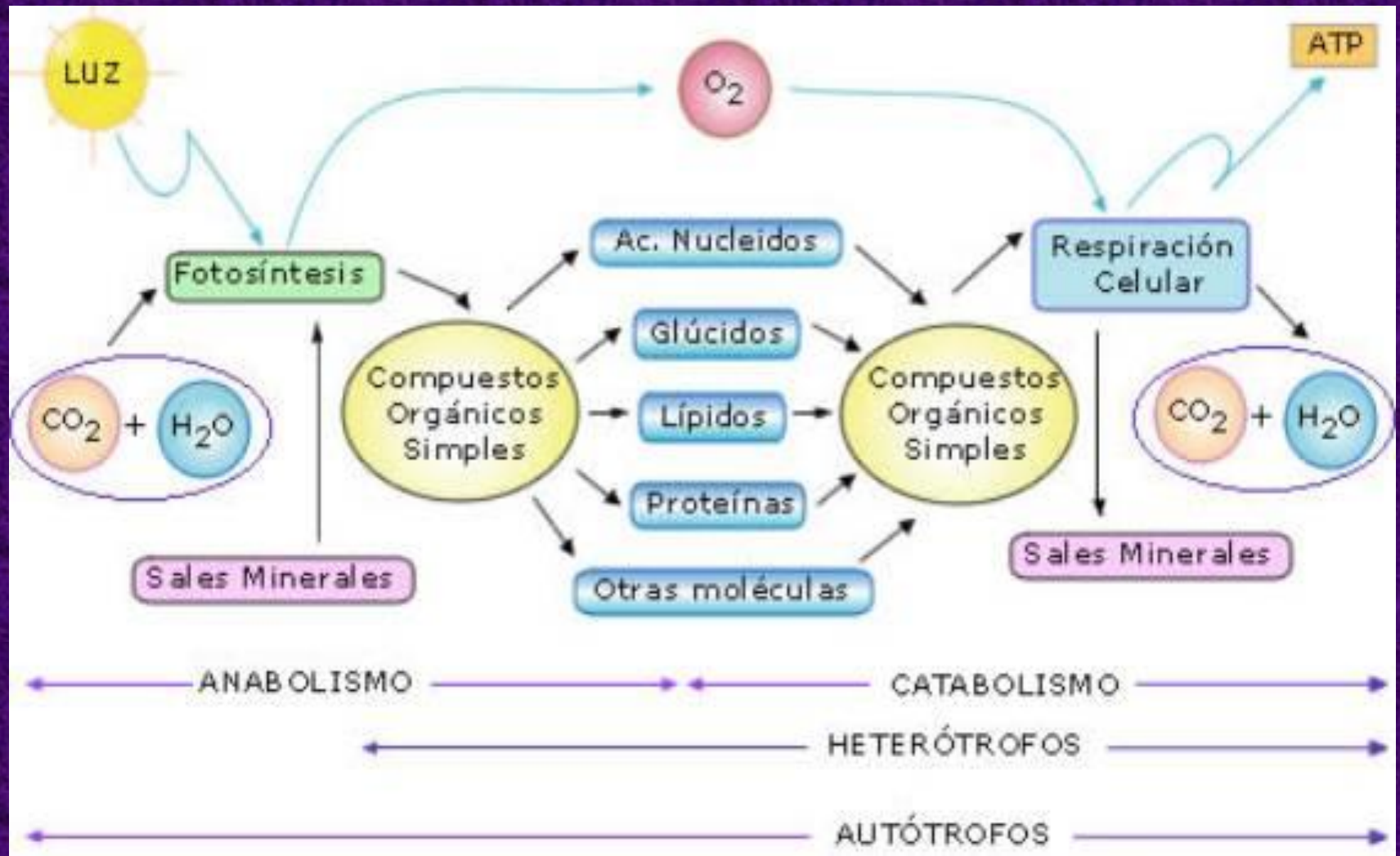
La **energía obtenida se conserva, en forma de energía química**, fácilmente aprovechable y en distintas moléculas, siendo la principal de ellas el **ATP** (adenosin-trifosfato) que además es imprescindible para lograr su capacidad de reproducción

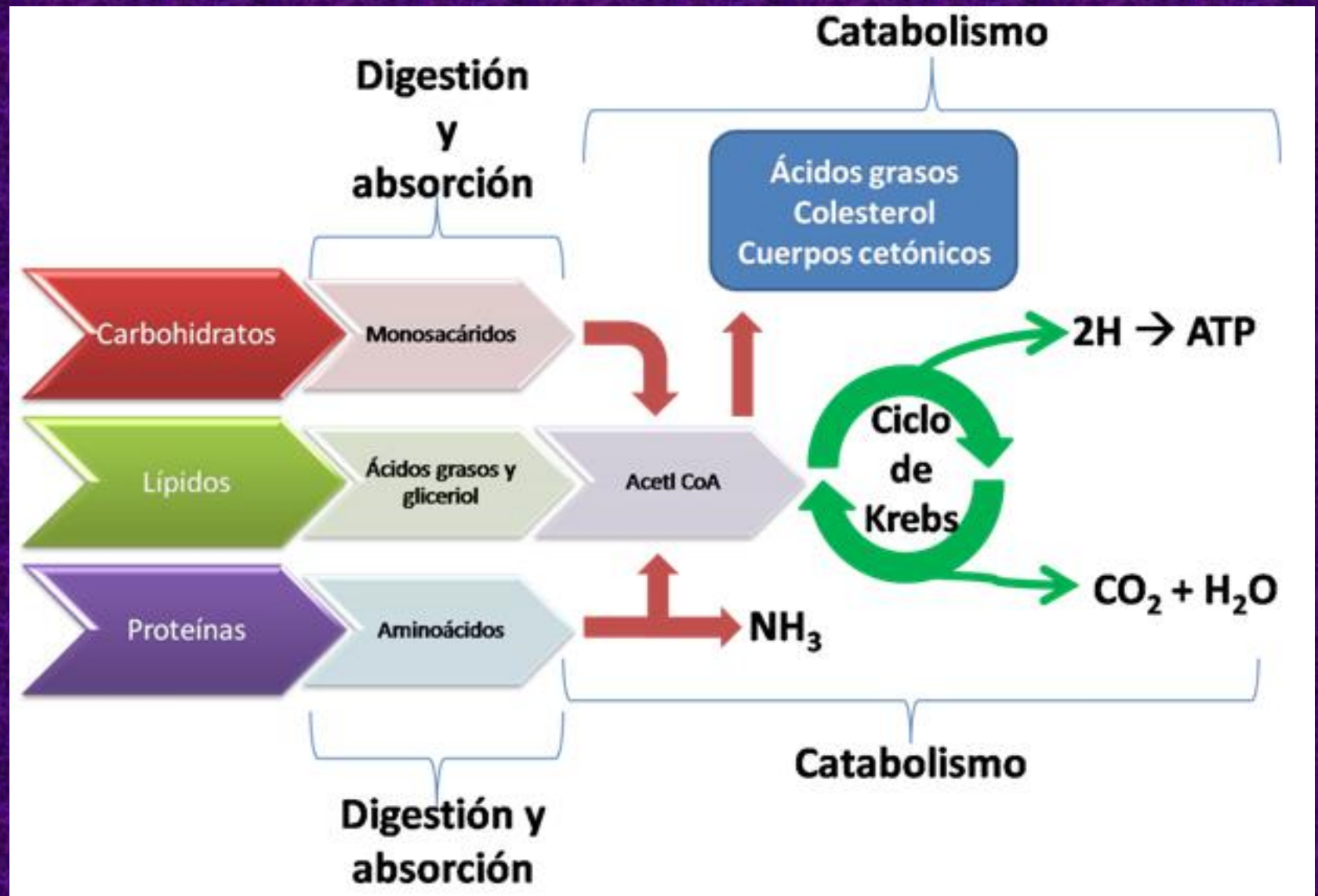
Metabolismo



Anabolismo	Catabolismo
● Fabrica biomoléculas ● Consume energía (ATP)	● Degrada biomoléculas ● Produce energía (ATP)
● Ejemplos: Fotosíntesis Síntesis de ARN Síntesis de proteínas Síntesis de glúcidos Síntesis de lípidos (Biosíntesis = síntesis)	● Ejemplos: Respiración celular Fermentación Glucólisis Desaminación

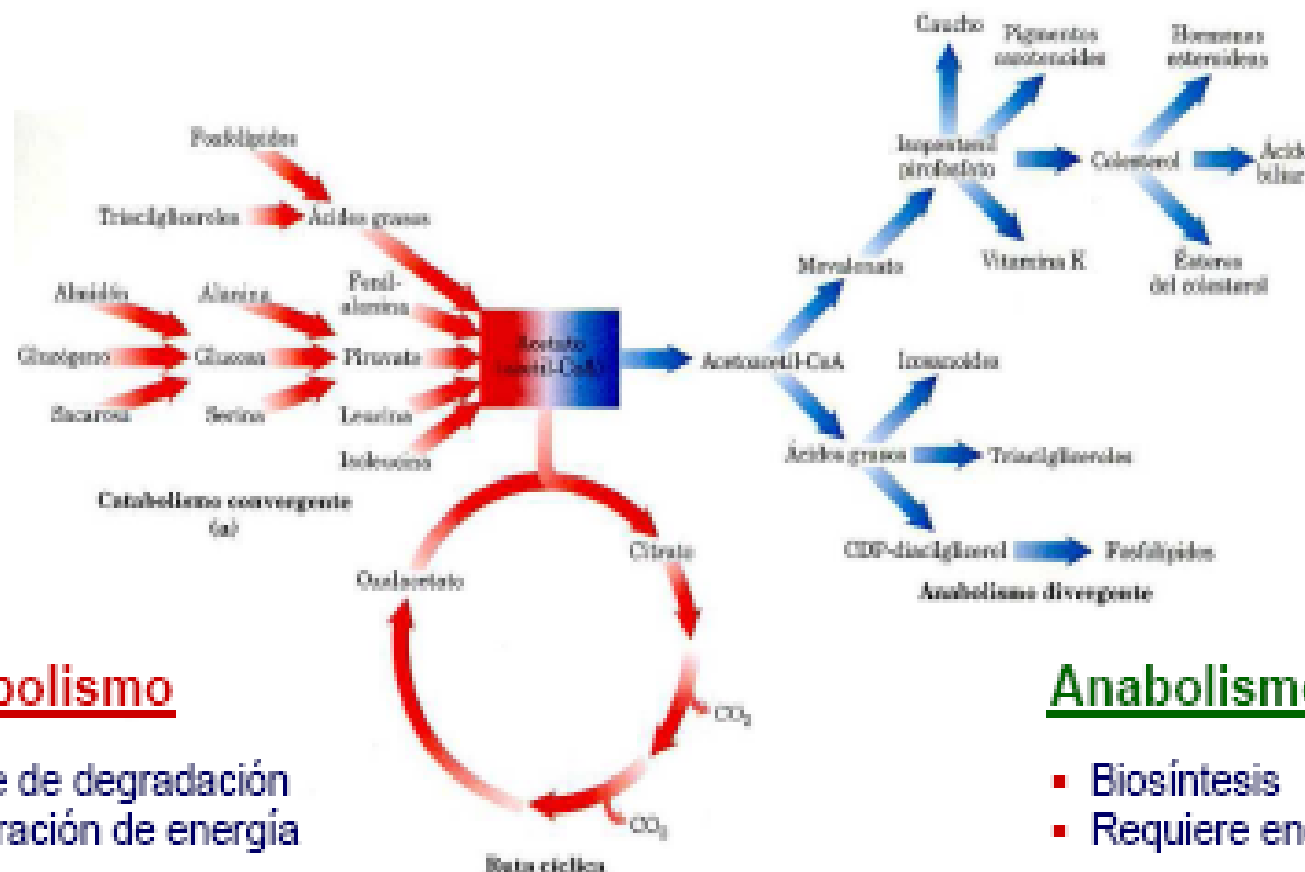






Metabolismo: Suma de transformaciones químicas que se producen en una célula u organismo

- Las reacciones enzimáticas están organizadas en las rutas metabólicas
- Un precursor se convierte en producto a través de intermediarios: **metabolitos**
- Cada reacción ocasiona un pequeño cambio químico específico



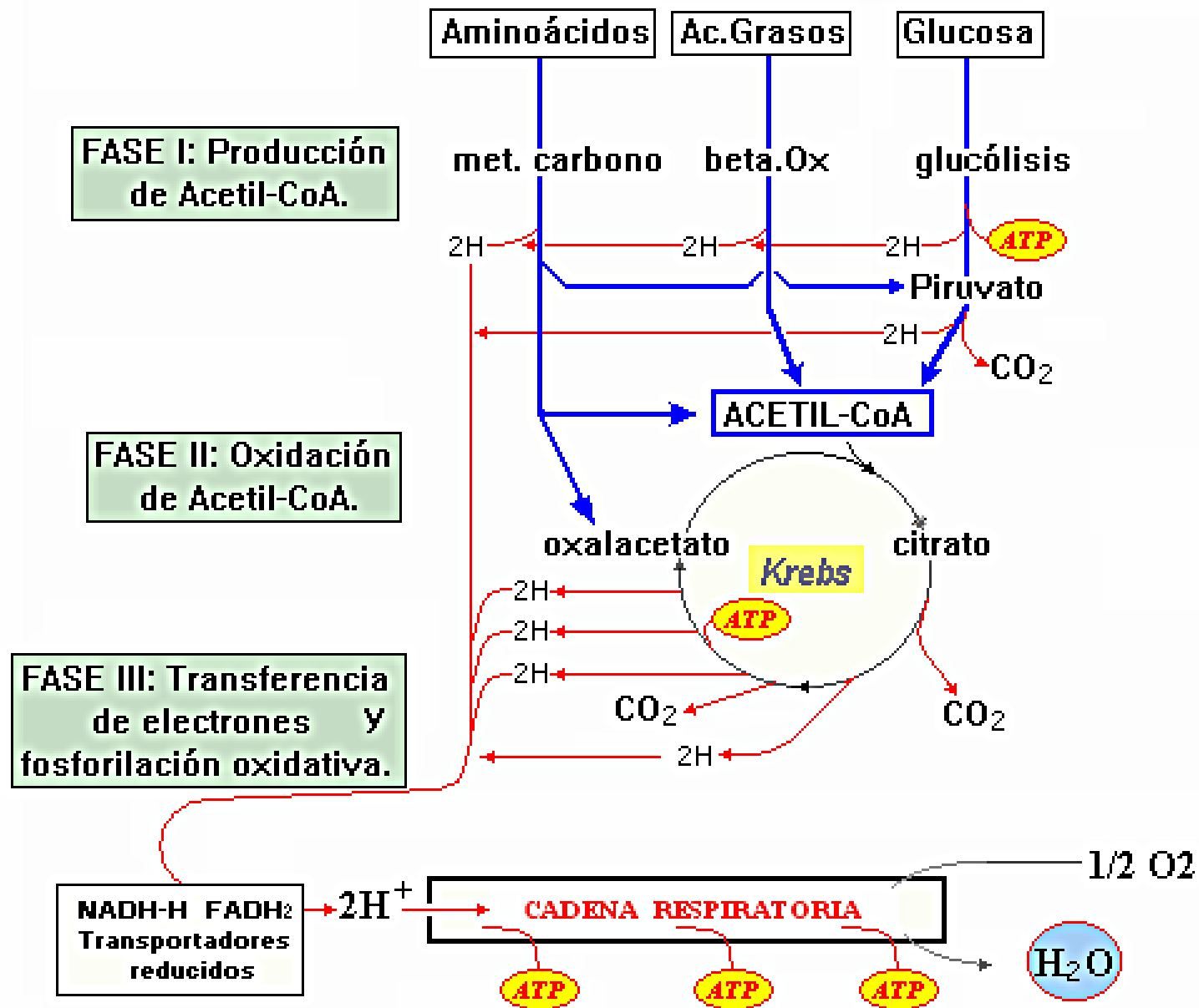
Catabolismo

- Fase de degradación
- Liberación de energía

Anabolismo

- Biosíntesis
- Requiere energía

FASES DEL METABOLISMO ENERGÉTICO.



La Termodinámica trata de la energía y sus transformaciones. Sus principios básicos, son aplicables a los procesos biológicos:

Primera Ley: La energía total del universo permanece constante.

Segunda Ley: La entropía del universo va en aumento.

Un organismo viviente es capaz de obtener energía del entorno y utilizarla para su desarrollo.

Energía es la capacidad de producir trabajo (w) de Biosíntesis, Osmótico, Mecánico y de Activación

- Células y organismos vivos son sistemas abiertos que intercambian materiales y energía con su entorno.
- Aprovechan la energía:
 - A partir de la energía solar
 - A partir de componentes químicos de su entorno (nutrientes)
- Utilizan la energía para la producción de un trabajo biológico.
 - Biosíntesis (anabolismo)
 - Trabajo mecánico (contracción muscular)
 - Gradientes osmóticos (transporte contra gradiente)
 - Trabajo eléctrico (transmisión del impulso nervioso)

Los organismos vivientes obtienen su energía de la radiación solar (Fototrofos), que es captada y almacenada como energía química.

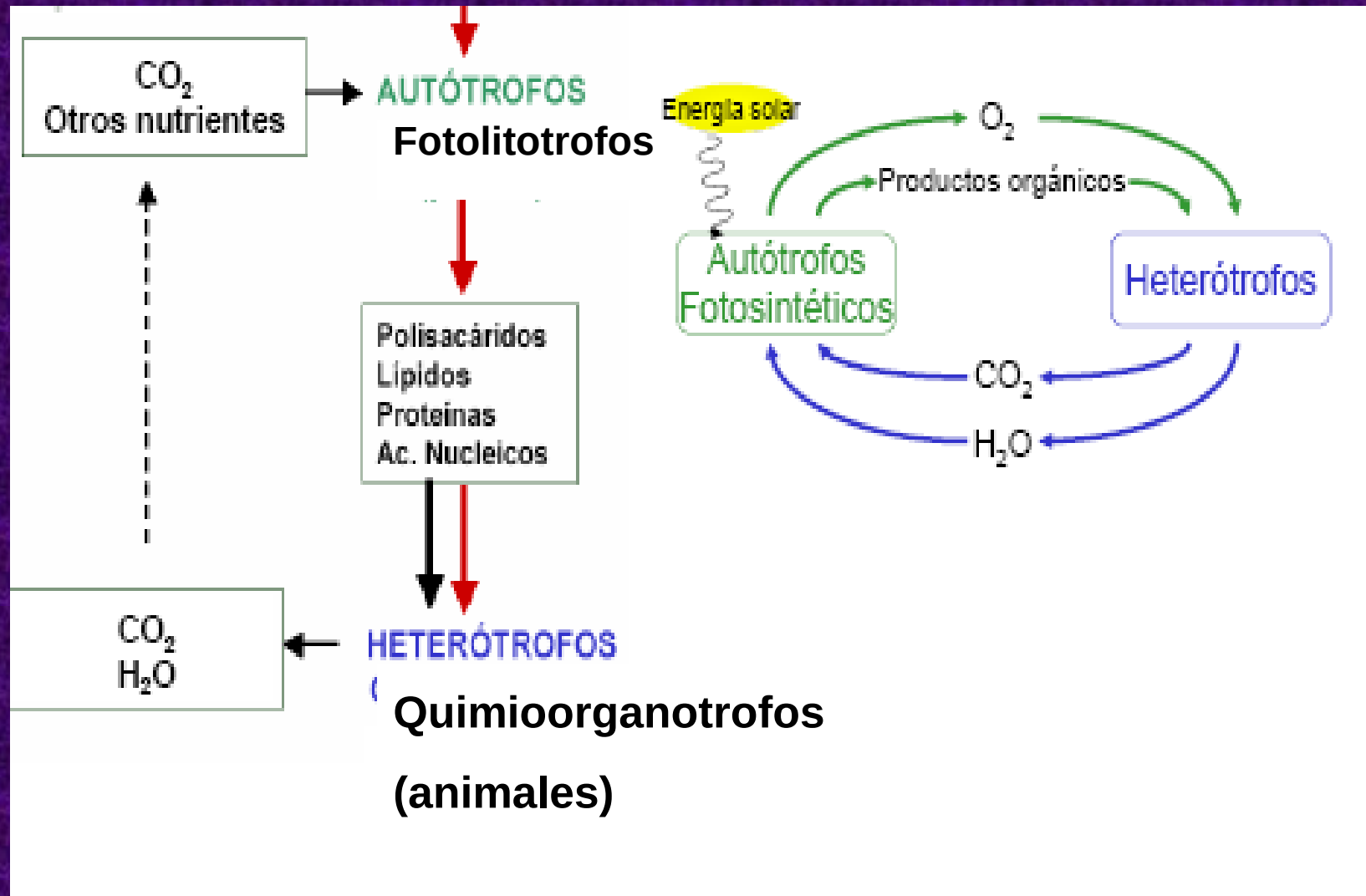
Esta energía es transferida a otros seres por la cadena nutricia de la biósfera.

Los organismos aeróbicos generan energía por oxidación de sustancias (glúcidos, lípidos y proteínas) incorporados con los alimentos. (Organismos Quimiotrofos), dando CO_2 y H_2O .

La energía química de un compuesto depende del movimiento de sus átomos y partículas, por sus enlaces y atracciones electrónicas entre dichos elementos.

Ciclo del carbono

LUZ SOLAR



Al producirse una reacción química, se rompen o se forman enlaces y el contenido energético puede disminuir o aumentar.

El curso de cualquier reacción química es determinado por el cambio del contenido de energía del sistema en consideración.

Resulta sencillo determinar el cambio de energía entre el estado inicial y el final (cambio que se simboliza con la letra griega Δ).

Cuando el proceso consume energía se llama Endergónico y cuando la libera: Exergónico.

- **Metabolismo:**
- **Conjunto de reacciones químicas que se producen en las células.**
- **Es la suma del anabolismo o procesos de síntesis que consumen energía y del catabolismo procesos de degradación que producen energía.**
- **Las Enzimas cambian el proceso y bajan la energía de activación requerida.**

- **Las Rutas metabólicas son la secuencia de reacciones catalizadas por enzimas en las que, el producto de una reacción se utiliza como sustrato por otra que lo transforma, así sucesivamente, hasta alcanzar el producto final.**
- **Forma constante, coordinada y organizada**
- **Equilibrio dinámico**
- **Autorregulación**
- **Principio de máxima economía**

- **Funciones en las rutas metabólicas:**
- **Obtener energía química de los nutrientes**
- **Transformar las moléculas de los nutrientes**
- **Unir o ensamblar sillares**
- **Sintetizar y degradar biomoléculas**

CATABOLISMO

Fase 1

Las grandes moléculas se degradan hasta los principales sillares componentes (monómeros)

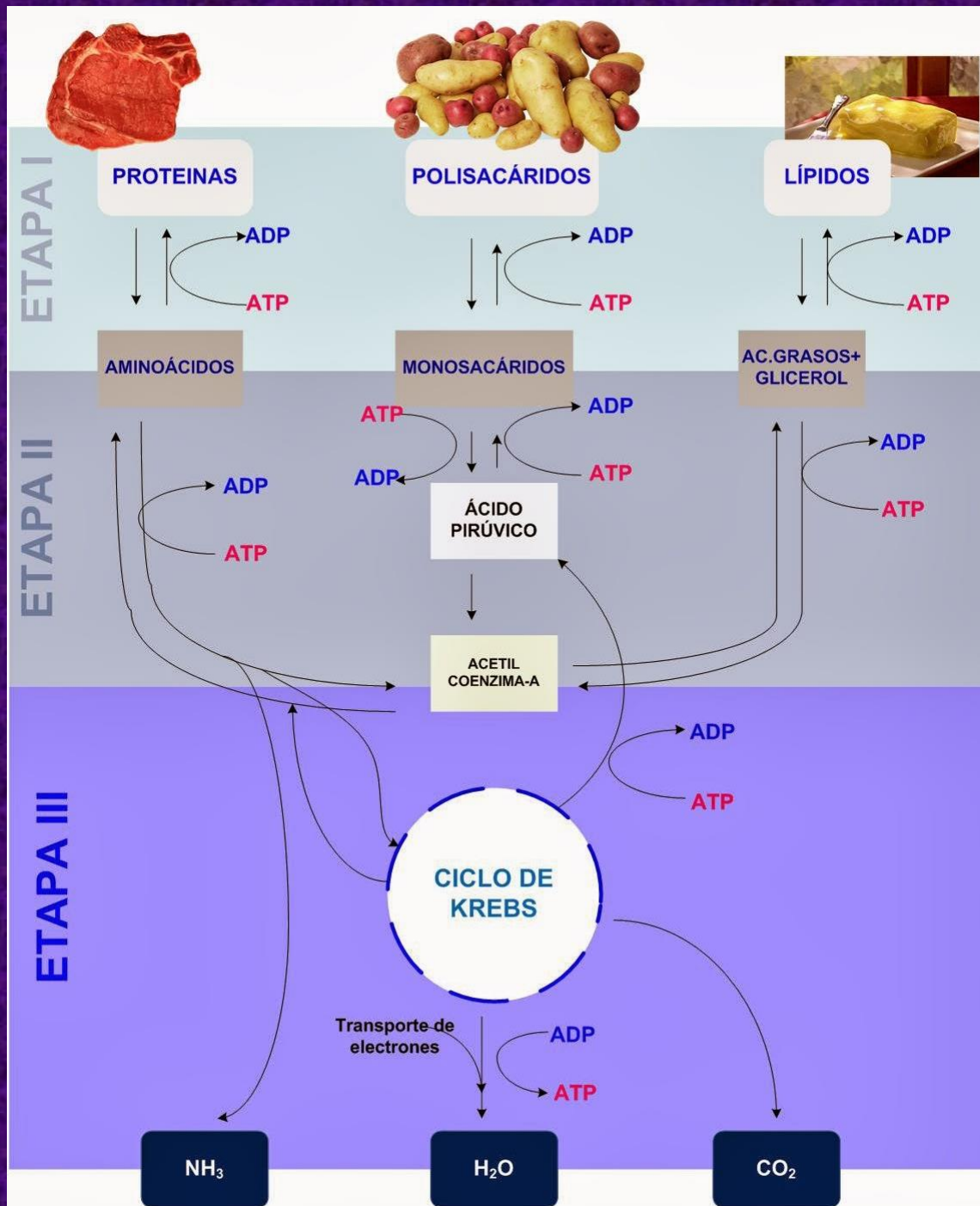
Fase 2

Los sillares se convierten en un número de moléculas más sencillas. Anaeróbica. Acetil-S-CoA

Fase 3

Los compuestos de la fase 2 se oxidan hasta CO_2 y H_2O

METABOLISMO



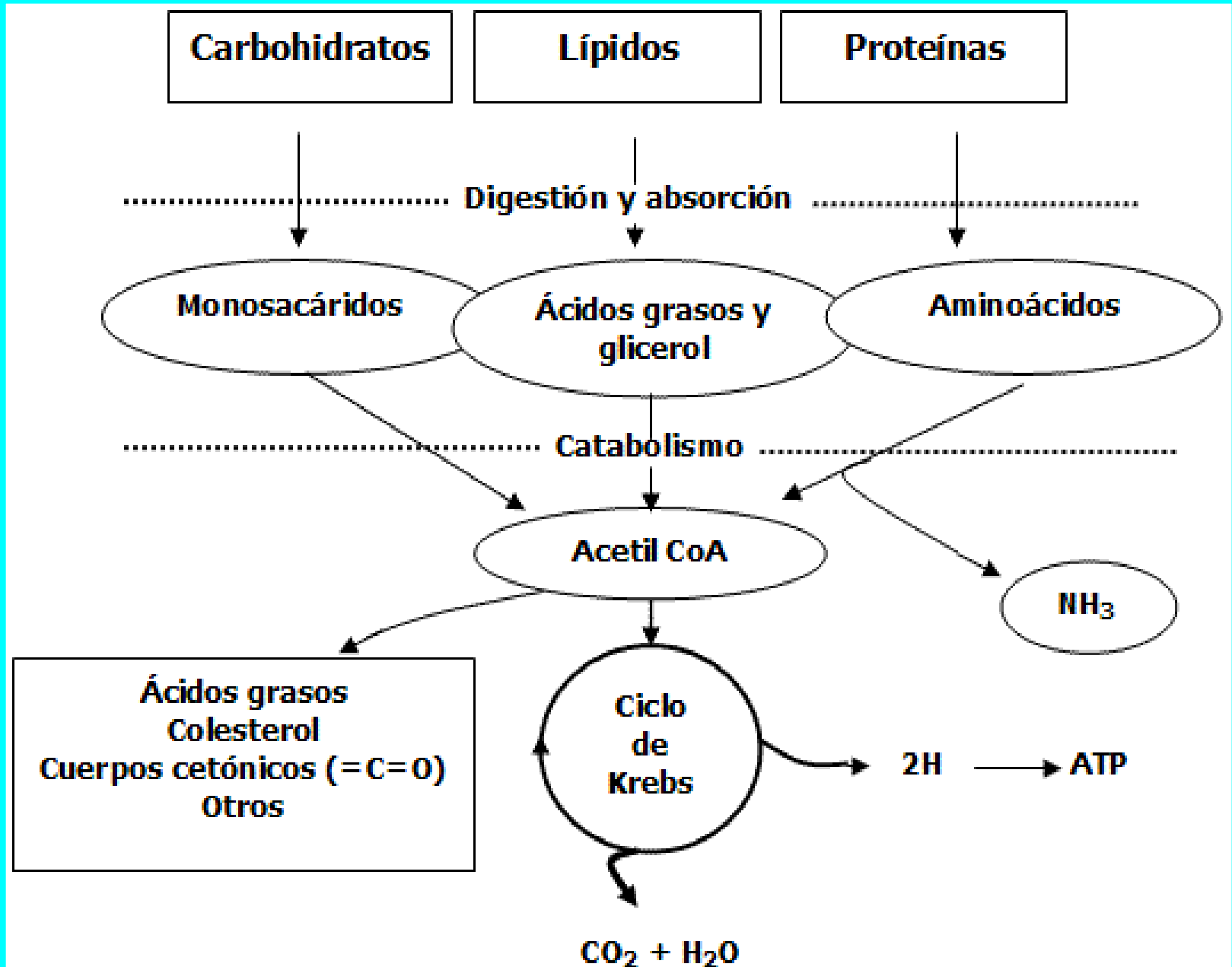
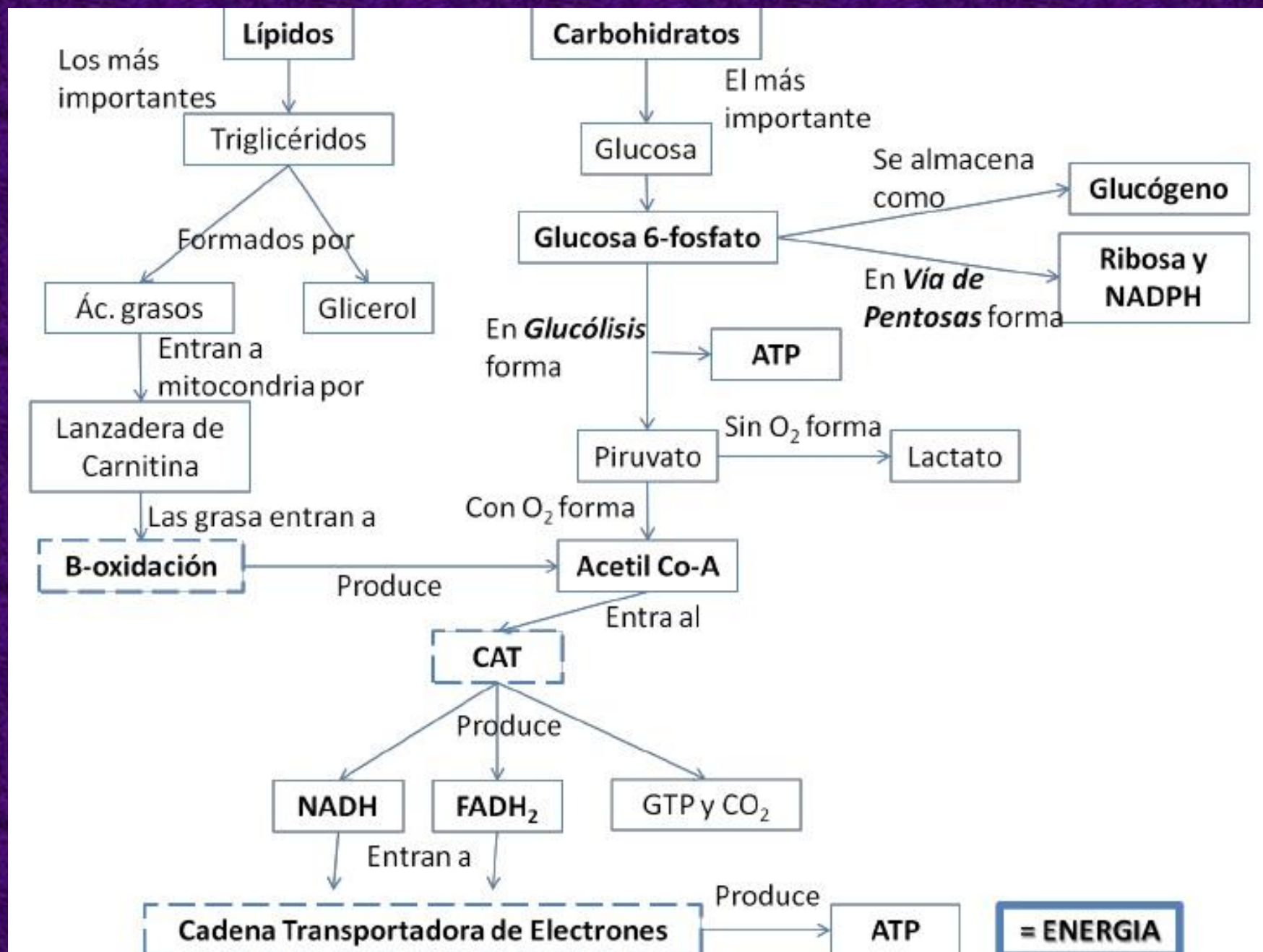


Figura 2.1. Representación simplificada del catabolismo carbohidratos, lípidos y proteínas.



- Todas las reacciones que se producen en los seres vivos se acompañan de cambios energéticos.
- **La bioenergética estudia el metabolismo energético.**
- Sistema
- Condiciones estandar: temperatura, presión, concentración, pH
- Funciones termodinámicas

Energía libre de Gibbs

Cantidad de energía capaz de realizar trabajo durante una reacción a T° 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 (ΔG)
 - Predice si una reacción es factible o no



$$\Delta G = G_P - G_R$$

$\Delta G = 0$ Proceso en equilibrio

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

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

Energia libre estandar

La energia libre estandar está relacionada con la constante de equilibrio.

$$\Delta G^{\circ} = - RT \ln K_{eq}$$

Equilibrio: $\Delta G=0$

La velocidad de formación es igual a la de desaparición

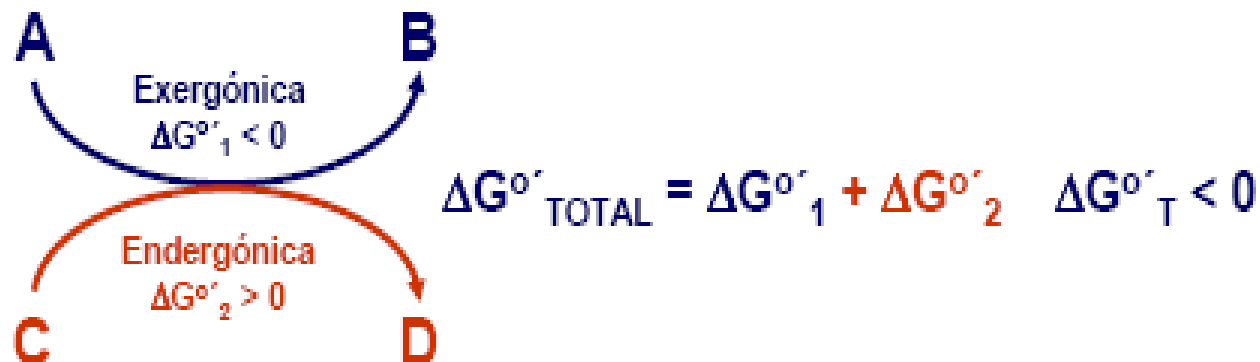
Acoplamiento energético de las reacciones bioquímicas



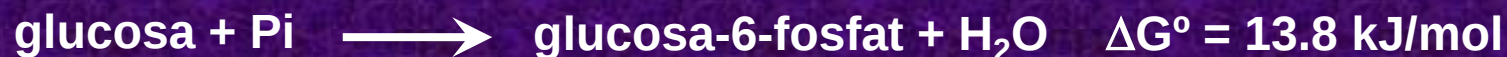
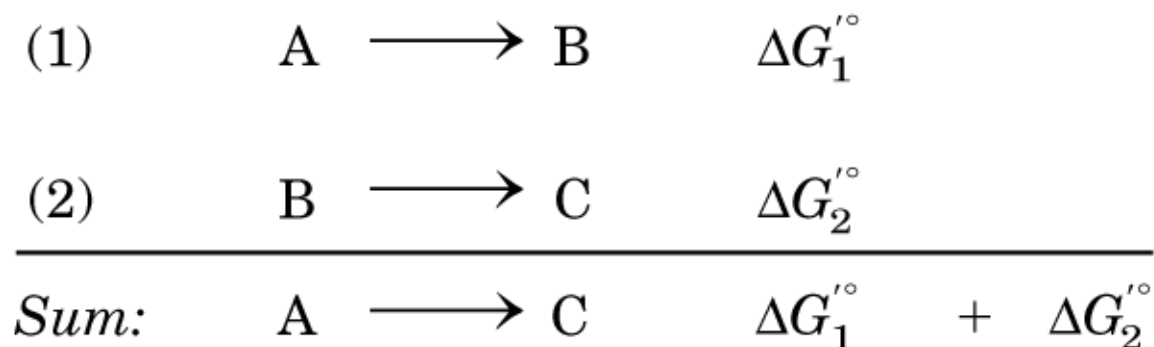
Las $\Delta G^{\circ\prime}$ de reacciones secuenciales son aditivas



- Las reacciones exergónicas espontáneas se acoplan a reacciones endergónicas para que éstas tengan lugar

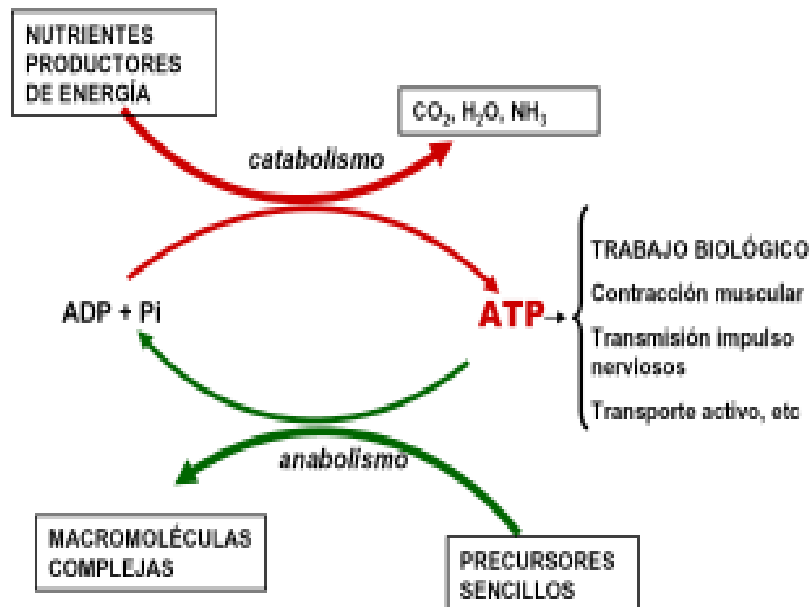
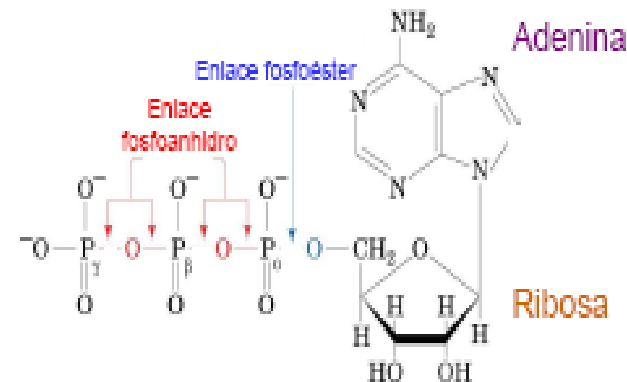


La energía libre estandar es aditiva en las reacciones acopladas



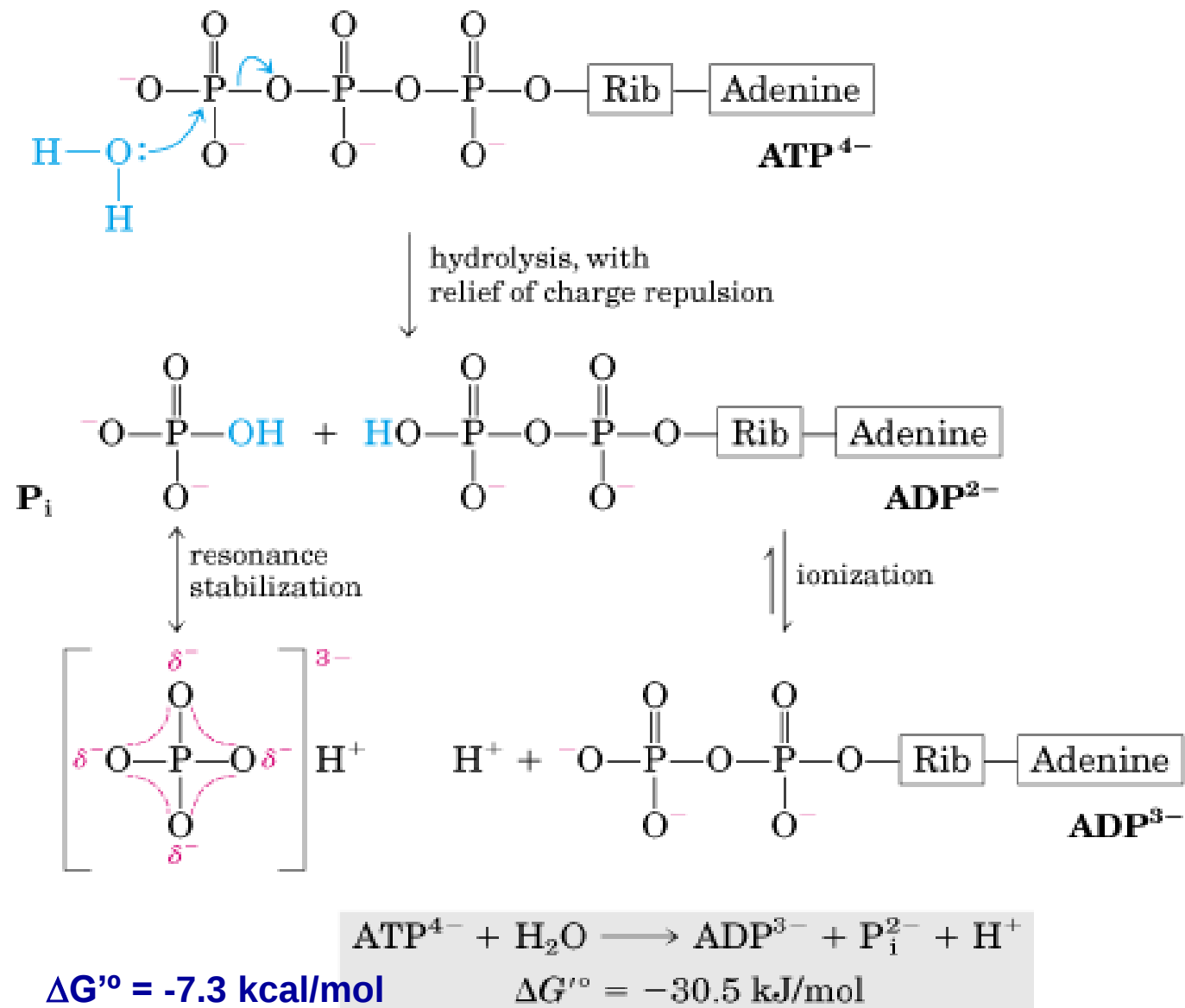
ATP

ATP: 5'-Adenosina trifosfato:

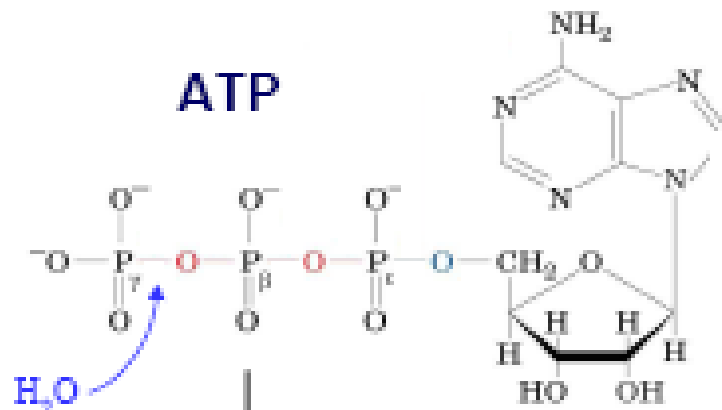


- Nexo entre procesos dadores de energía y procesos biológicos consumidores de energía

Hidrólisis del ATP

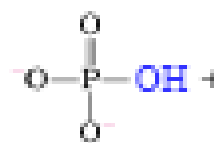


ATP

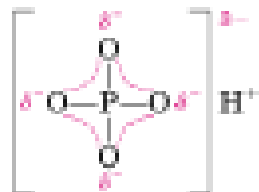


Hidrólisis, con
disminución de la
repulsión de cargas

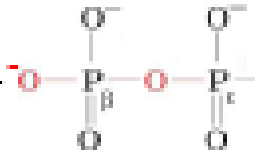
Pi



Estabilización
por resonancia



H^+

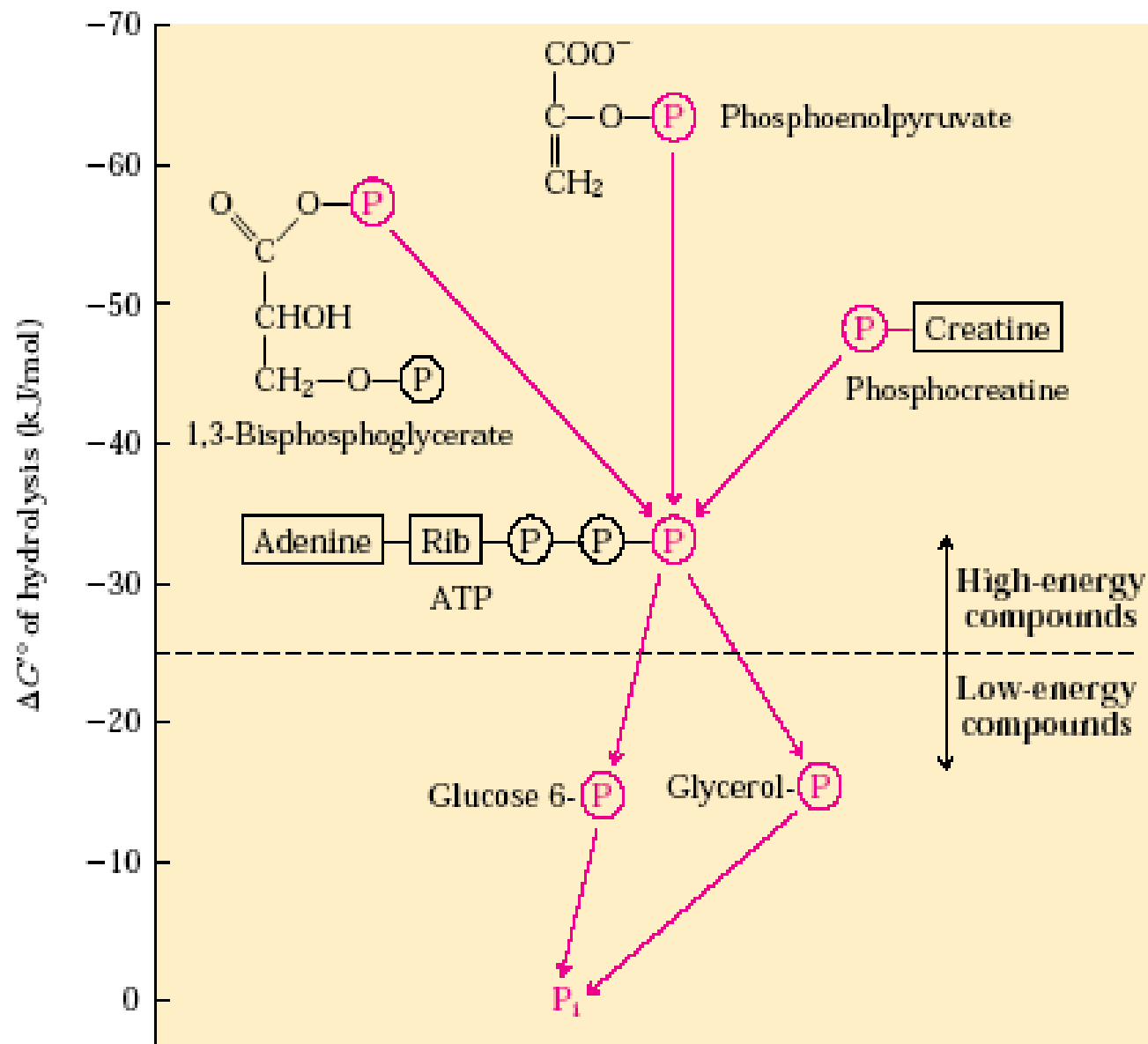


ADP



$$\Delta G^{o'} = -30,5 \text{ kJ/mol}$$

Compuestos fosforilados que al hidrolizarse liberan alta energía



Fosfoenolpiruvato

1,3 bifosfoglicerato

Fosfocreatina

ATP

Glicerofosfato

Glucosa 6-P

Compuestos fosforilados que al hidrolizarse liberan alta energía

Energía utilizada en las reacciones bioquímicas

La energía útil para las reacciones bioquímicas proviene de la hidrólisis de ciertas moléculas fosforiladas.

Estas reacciones de hidrólisis se caracterizan por tener un ΔG° negativo, es decir, son reacciones exergónicas.

Molécula fosforilada	ΔG° Kcal/mol	ΔG° KJ/mol	Potencial de transferencia de fosforilo
Fosfoenol piruvato	-14.8	-61.9	14.8
3- Fosfogliceril-fosfato	-11.8	-49.3	11.8
Fosfocreatina	-10.3	-43.1	10.3
Fosfato de acetilo	-10.1	-42.3	10.1
Fosfoarginina	-7.7	-32.2	7.7
ATP	-7.3	-30.5	7.3
Glucosa-1- Fosfato	-5.0	-20.9	5.0
Fructosa-6- Fosfato	-3.8	-15.9	3.8
Glucosa-6- Fosfato	-3.3	-13.8	3.3
Glicerilo-1- Fosfato	-2.2	-9.2	2.2