



# BIOLOGÍA

**2º BACHILLERATO**

**TEMA 16: Metabolismo**

## TEMA 16 METABOLISMO I: PANORAMICA GENERAL.

### 1. INTRODUCCIÓN

Se denomina metabolismo al conjunto **de todas las reacciones químicas catalizadas por enzimas que ocurren en el interior de las células.** Se trata de una actividad muy coordinada en la que participan sistemas enzimáticos mutuamente relacionados, intercambiando materia y energía entre la célula y el entorno.

Las funciones generales del metabolismo son:

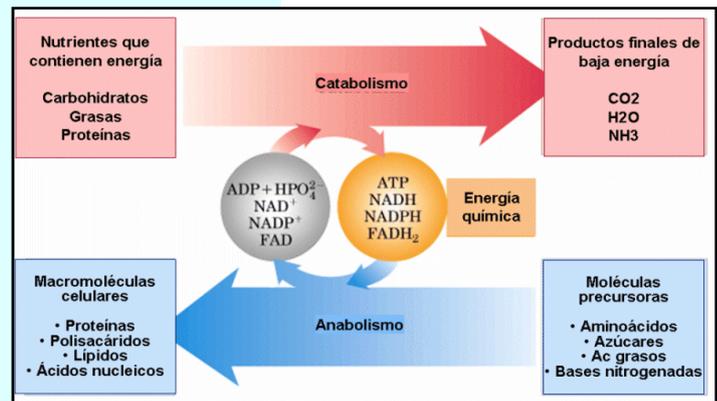
- Obtención de **energía** química que se almacena en forma de ATP.
- **Transformación** de las moléculas exógenas en biomoléculas empleadas en la construcción de componentes macromoleculares de la célula.
- **Ensamblaje** de estas biomoléculas para formar proteínas, lípidos, ac. nucleicos y otros componentes celulares.
- **Formación y degradación** de las biomoléculas necesarias para las funciones especializadas de la célula.

Existen dos tipos de metabolismo:

a) El **catabolismo** es el conjunto de reacciones del metabolismo por las cuales las moléculas complejas y grandes (polisacáridos, lípido y proteínas) se **degradan** para producir moléculas sencillas (ac. láctico, CO<sub>2</sub>, urea, amoníaco) transformando la energía que se libera en el proceso degradativo en energía química que se almacena en forma de **ATP**.

b) El **anabolismo** es el conjunto de reacciones del metabolismo por las cuales tienen lugar la **biosíntesis** de componentes moleculares de las células tales como proteínas, ácido nucleicos, polisacáridos y lípidos a partir de precursores sencillos. Estos procesos **precisan** de la energía química aportada por el **ATP**.

El conjunto de vías metabólicas que conectan las vías anabólicas con las catabólicas recibe el nombre de metabolismo intermedio.



### 2. CARACTERÍSTICAS DE LAS REACCIONES METABÓLICAS

a) En el metabolismo, las reacciones químicas están **encadenadas** de forma que el producto de una reacción es el **sustrato** de la **siguiente**. De manera que el metabolismo está constituido por rutas metabólicas, que consisten en la **sucesión** de **reacciones enzimáticamente catalizadas**, en ocasiones por complejos multienzimáticos, que transforman un sustrato inicial en un producto final P a través de una serie de metabolitos intermediarios

- Estas reacciones suceden siempre en un **medio acuoso**.
- Cada reacción tiene su biocatalizador o **enzima específico**.
- Las reacciones están **acopladas** de manera que la energía liberada en las reacciones llamadas exoenergéticas es captada por las reacciones endoenergéticas (con pérdidas en forma de calor).
- En las reacciones acopladas, una misma enzima cataliza a las dos reacciones a la vez.

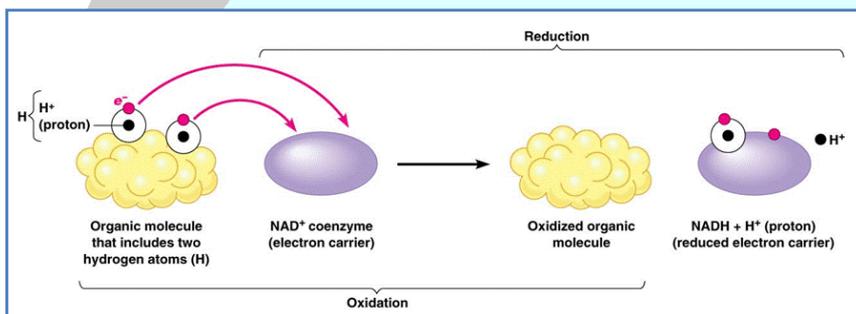
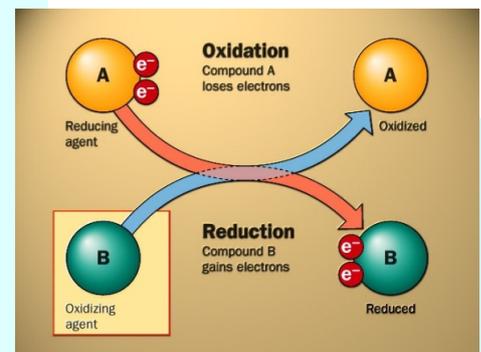
### 3. TIPOS DE REACCIONES METABÓLICAS MÁS FRECUENTES EN LAS CÉLULAS

- a) Reacciones de **condensación**: que consiste en la formación de moléculas complejas a partir de metabolitos simples; se suele originar moléculas de agua como producto de reacción.
- b) Reacciones de **hidrólisis**: implican la formación de moléculas simples por descomposición de moléculas complejas por acción del agua.
- c) Reacciones de **polimerización**: consiste en la unión de monómeros para formar polímeros.
- d) Reacciones de **isomerización**: producen la ordenación interna de los átomos de una molécula para formar un isómero.
- e) Reacciones de **fosforilación** y **desfosforilación**: implican la incorporación de grupos fosfatos a una molécula (fosforilar en añadir ácido fosfórico) y a la inversa (desfosforilar en eliminar ácido fosfórico de una molécula).
- f) Reacciones de **oxidación-reducción** (redox), o de transferencia de electrones: Una oxidación es una pérdida de electrones y una reducción es una ganancia (la molécula oxidada ha perdido electrones y la molécula reducida los ha ganado). La oxidación de un compuesto implica la reducción de otro.

### 4. REACCIONES DE OXIDACIÓN-REDUCCIÓN

La **oxidación** es la **pérdida** de uno o más **electrones** de una molécula y la **reducción** se refiere a la **ganancia** de uno o más **electrones** de otra. Son por tanto reacciones de **transferencia de electrones** desde un **dador de electrones** (agente **reductor**) (A) a un **aceptor** (agente **oxidante**) (B). El dador (A) queda oxidado y el aceptor reducido (B).

Los agentes oxidantes y reductores actúan como pares redox conjugados constituidos por un dador y un aceptor de electrones. Tal y como ocurre en el par **NAD<sup>+</sup>/NADH+H<sup>+</sup>**.



En las reacciones de oxidación reducción biológicas es frecuente que las moléculas que se oxidan pierdan **electrones** junto a protones en forma de **Hidrógeno** ( $H = e^- + H^+$ ) al tiempo que ganan **oxígeno**. De manera que la reacción de oxidación supone **pérdida** de **hidrógeno** y ganancia de **oxígeno**, mientras que la **reducción** supone ganancia de **hidrógeno**. Cuando el **aceptor** de **hidrógeno** es el **oxígeno**, se forma una molécula de **agua**.

En este ejemplo, la glucosa actúa como agente reductor cediendo dos electrones al NAD<sup>+</sup> que es el agente oxidante. La glucosa queda de esta forma oxidada y NADH es la forma reducida del NAD<sup>+</sup>.



La tendencia de una molécula a ceder electrones viene dada por su potencial de **oxidoreducción** estándar ( $E_0'$ ). Este potencial redox nos permite saber la **dirección** del **flujo** de **electrones** entre dos pares redox en los

sistemas biológicos, de manera que los electrones fluyen **desde el par más negativo al menos negativo (o más positivo)**.

Las reacciones de oxidación-reducción en los seres vivos están catalizadas por enzimas **oxidoreductasas**, las cuales intervienen en **cadena de transportes de electrones** que liberan **energía** para la **síntesis de ATP**. Estas enzimas utilizan **coenzimas** como el **NAD, NADP, FAD o la coenzima Q** y los electrones son transportados desde el par redox más negativo hasta un **aceptor** final.

En los seres vivos algunas moléculas actúan como **dadoras** de electrones y otras como **aceptoras** finales de estos electrones, según la naturaleza de estas **moléculas** distinguimos **diferentes tipos de organismo**

## 5. TIPOS DE ORGANISMOS SEGÚN SU METABOLISMO

Se pueden distinguir diferentes tipos de metabolismos atendiendo a diferentes características:

Según la fuente de carbono que los organismos necesitan tomar del exterior para construir los esqueletos carbonados de todas las biomoléculas, las células pueden ser:

- **Autótrofos:** Utilizan el CO<sub>2</sub> como única fuente.
- **Heterótrofos:** Utilizan moléculas orgánicas tales como la glucosa.

Según la fuente de energía externa que transforman pueden ser:

- **Fotótrofos:** Emplean la energía lumínica mediante la fotosíntesis.
- **Quimiótrofos:** Emplean la energía desprendida en las reacciones de oxidación-reducción de moléculas orgánicas (catabolismo) o inorgánicas (quimiosíntesis).

Según las moléculas dadoras y receptoras de electrones.

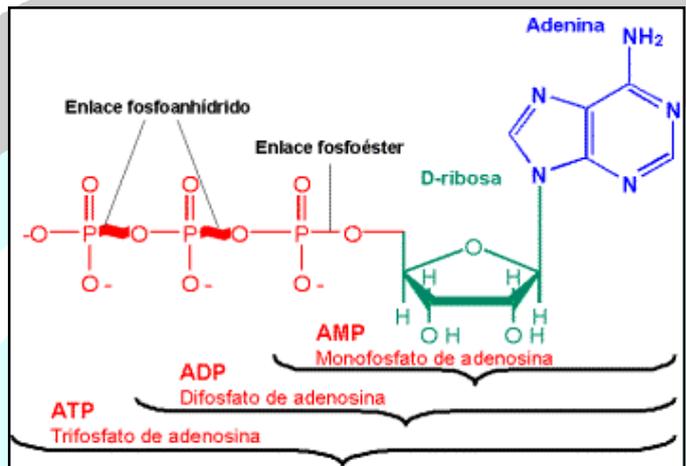
		FUENTE DE CARBONO					
		MOLÉCULAS ORGÁNICAS	CO <sub>2</sub>				
		HETERÓTROFOS	AUTÓTROFOS				
FUENTE DE ENERGÍA	QUIMIÓTROFOS	REACCIONES QUÍMICAS	<b>QUIMIOHETERÓTROFOS</b> HONGOS ANIMALES PROTOZOOS BACTERIAS	-----	FERMENTACIÓN	ETANOL AC. LÁCTICO	Moléculas Orgánicas
		Moléculas Orgánicas CATABOLISMO			RESPIRACIÓN AEROBIA	O <sub>2</sub>	Moléculas Inorgánicas
	FOTÓTROFOS	REACCIONES QUÍMICAS	-----	<b>QUIMIOAUTÓTROFOS</b> BACTERIAS DEL NITROGENO, DEL HIERRO Y DEL AZUFRE	RESPIRACIÓN ANAEROBIA	S <sup>2-</sup> ; H <sup>+</sup> ; NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ; SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	
		Moléculas Inorgánicas QUIMIOSÍNTESIS			FOTOHETERÓTROFOS	BACTERIAS PURPURA HELIOBACTERIAS	FOTOAUTÓTROFOS
						ACEPTOR DE e <sup>-</sup>	
						DADOR DE e <sup>-</sup>	
						Moléculas Orgánicas (Glucosa, lípidos; etc.)	
						Moléculas Inorgánicas (H <sub>2</sub> O; H <sub>2</sub> S; S)	

## 6. ATP

Todos los seres vivos necesitan energía y esta la obtienen de su entorno. Sea cual sea la fuente de energía empleada, todos los organismos la transforman en energía química en forma de **ATP (adenosín trifosfato)**.

El ATP es un **ribonucleótido trifosfato de adenosina que tiene tres grupos fosfato unido por un enlace fosfodiéster y dos enlaces fosfoanhídrido de alta energía**.

El sistema ATP-ADP actúan transfiriendo la energía química almacenada en los enlaces fosfoanhídridos de los fosfatos  $\beta$  y  $\gamma$ . El ATP se genera a partir del ADP mediante reacción de fosforilación y el ADP se genera a partir del ATP por transferencia del fosfato  $\gamma$ . La energía de este enlace es alta (7,3 kcal/mol) de manera que el sistema ATP/ADP es una forma eficaz de "guardar" energía y de utilizarla en otras reacciones.

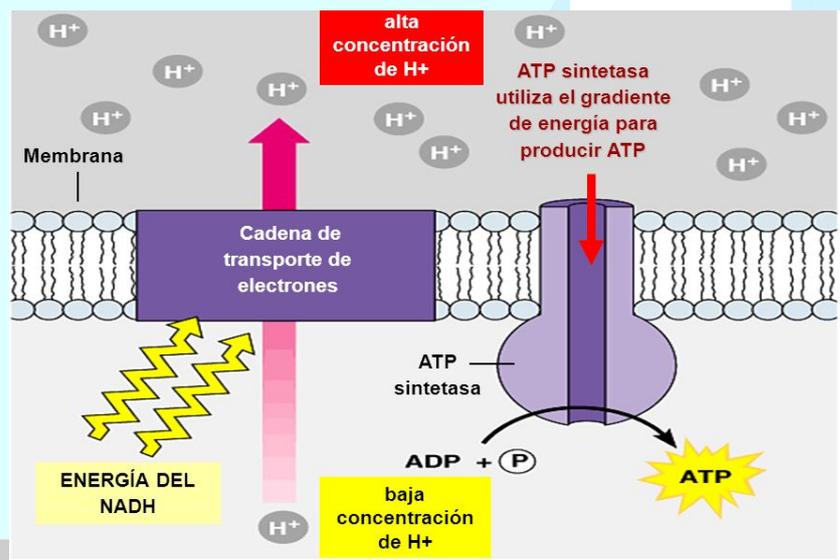


Existen tres mecanismos generales de síntesis de ATP:

- Fosforilación a nivel de sustrato.** Una enzima transfiere un grupo fosfato a partir de una molécula donante (el sustrato) al ADP para formar ATP. (Ej. **Glucólisis**)
- Fosforilación oxidativa.** Electrones de alta energía se obtienen por oxidación de compuestos orgánicos y se transmiten por una cadena de transporte de electrones a un aceptor final de electrones y la energía liberada durante el movimiento de electrones en la cadena de transporte de electrones se aprovecha para producir ATP por **quimiósmosis. (Respiración aerobia)**
- Fotofosforilación.** Electrones de baja energía se elevan a un nivel de energía más alto por la **luz**, se transmite por una cadena de transporte de electrones a un aceptor final de electrones, y la energía liberada durante el movimiento de electrones en la cadena se aprovecha para producir ATP por quimiósmosis. (**Fotosíntesis**)

### Quimiósmosis y ATP-sintetasa

La **energía** que se libera en el transporte de electrones procedentes del NADH se emplea en crear un **gradiente de  $H^+$**  en el espacio **intermembrana** de las **mitocondrias**. Estos protones vuelven a la matriz a favor del gradiente (se libera **energía**) a través del canal iónico que poseen las **ATP-sintetasas** las cuales emplean la energía liberada en **fosforilar** la molécula de ADP y fabricar así **ATP**.



El complejo ATP-sintetasa está formada por varias subunidades algunas hacen función de **canal** transportados y otras de enzimas **fosforilasa**.

Veremos este mecanismo con más detalle cuando estudiemos el catabolismo de glúcidos.