

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL**  
Secretaría Académica  
Dirección de Articulación, Ingreso y Permanencia  
Año 2015



---

# **Biología**

## Conceptos básicos

## Unidad 3. Metabolismo

Ana María Gagneten / Alba Imhof / María del Rocío Marini / Juan Marcelo Zabala  
Pablo Tomas / Patricia Amavet / Laura Ravera / Nora Ojea

---

### 3.1. Concepto e importancia

*¿A qué nos referimos cuando hablamos de metabolismo?*

Podemos definirlo como el “conjunto de reacciones bioquímicas que le permiten a un organismo obtener y utilizar la energía y los compuestos necesarios para su desarrollo”.

Ahora bien, un organismo ¿qué obtiene del medio y para qué? Sabemos que nosotros, como organismos vivos, estamos compuestos por moléculas orgánicas unidas mediante enlaces energéticos. Por consiguiente, para mantenerse y desarrollarse, todo organismo necesita incorporar materias primas para fabricar su propia estructura y por lo tanto consume energía en la fabricación de esos nuevos compuestos.

*En resumen, lo que un organismo necesita e intercambia con el medio es materia y energía. Veremos más adelante cómo buscan satisfacer ambos requerimientos.*

Otro aspecto que no debemos olvidar es que, dentro del organismo, las moléculas no se separan ni ensamblan solas por el simple hecho de estar juntas y disponer de energía. Para que puedan producirse todas esas reacciones químicas se requiere de la participación de las enzimas, proteínas específicas ya nombradas.

El hecho de que las reacciones se produzcan en forma ordenada y progresiva es de extraordinaria importancia para las células, porque permite aprovechar mejor la energía minimizando las pérdidas. Si las reacciones se realizaran en forma brusca, en una sola etapa, casi toda la energía se disiparía en forma de calor, como ocurre, por ejemplo, durante la combustión del carbón.

### 3.2. Las enzimas: herramientas de la maquinaria celular

Las enzimas son moléculas proteicas que actúan como catalizadores biológicos, eficaces y muy específicos. Son llamados catalizadores porque aceleran la velocidad de las reacciones químicas en un millón de veces e incluso más, y no se

Se define como sustrato enzimático a la molécula sobre la que actúa la enzima. Luego de modificada en la reacción química, esa molécula pierde sus propiedades y deja de ser sustrato, por lo que la enzima queda libre para actuar sobre otra molécula intacta.

alteran ni se consumen durante las reacciones. De no existir las enzimas, las reacciones en los sistemas biológicos serían muchísimo más lentas, y la vida no sería posible.

Una de sus propiedades más importantes es la *especificidad*. Ésta se debe a que poseen regiones de su estructura molecular, denominadas *sitios activos*, que permiten el reconocimiento de un sustrato específico. La interacción enzima-sustrato es extremadamente precisa, como si fuera la interacción de una llave con su cerradura (ver Figura 1). Esto quiere decir que para cada tipo de reacción química existe una enzima específica encargada de catalizarla.

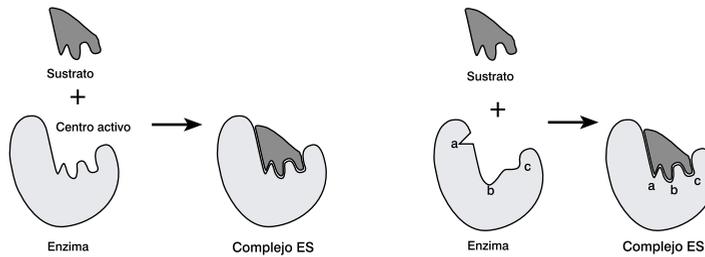


Figura 1. Modelos de interacción enzima-sustrato. A la izquierda, modelo de llave-cerradura. A la derecha, modelo de ajuste inducido (Fuente: Stryer, 2003).

Sin embargo, se ha probado que las enzimas son flexibles y la forma de los centros activos de algunas se modifica al unirse al sustrato. Los centros activos tienen formas complementarias al sustrato solamente *después* de que éste se ha unido. Este proceso de reconocimiento dinámico se denomina *ajuste inducido*.

Ahora conocemos a los tres actores de toda reacción bioquímica que se desarrolla en las células vivas: el sustrato determinado, la enzima específica, y la energía que se requiere para que se produzca la reacción.

*¿Pero en qué consisten esas reacciones? Asomémonos al interior de la célula y analicemos lo que ocurre.*

### 3.3. Tipos de procesos metabólicos

Los seres vivos son sistemas abiertos, es decir, intercambian materia y energía con el medio externo. Las sustancias (orgánicas e inorgánicas) que se incorporan a un organismo ingresan a una compleja sucesión de reacciones químicas dirigidas por enzimas, para obtener finalmente energía o construir sus propios compuestos más complejos. Según el resultado de dichas reacciones y su objetivo para la célula, podemos dividir los procesos en dos tipos:

1. *Catabólicos* o procesos metabólicos degradativos y,
2. *Anabólicos* o procesos metabólicos constructivos o de síntesis.

*Veamos el primero de ellos...*

### 3.3.1. Procesos catabólicos

En ellos las moléculas orgánicas complejas son degradadas. Al romperse los enlaces entre sus componentes entregan parte de su energía química y producen moléculas más sencillas.

*¿Cuál es el destino de ambos productos?*

Por un lado, la energía que se libera será transferida a un nucleótido que ya hemos mencionado, el adenosintrifosfato (ATP). Éste actúa como molécula intermediaria, es decir que almacena la energía química temporariamente y la cede con facilidad ante las necesidades energéticas de la célula.

Debemos tener en cuenta que tanto la energía como las moléculas simples resultantes pasan a ser la materia prima de los procesos de síntesis de compuestos celulares, es decir, del anabolismo.

Por otro lado, los compuestos simples que resultan de la degradación pueden ser de dos tipos: 1) *moléculas pequeñas* utilizables en la reelaboración de moléculas complejas (ejemplo: aminoácidos utilizados en la síntesis de proteínas) o bien 2) *desechos metabólicos* (ejemplo: CO<sub>2</sub>).



*Trabajemos con un ejemplo...*

*La respiración celular. ¿Qué hacemos cuando respiramos?*

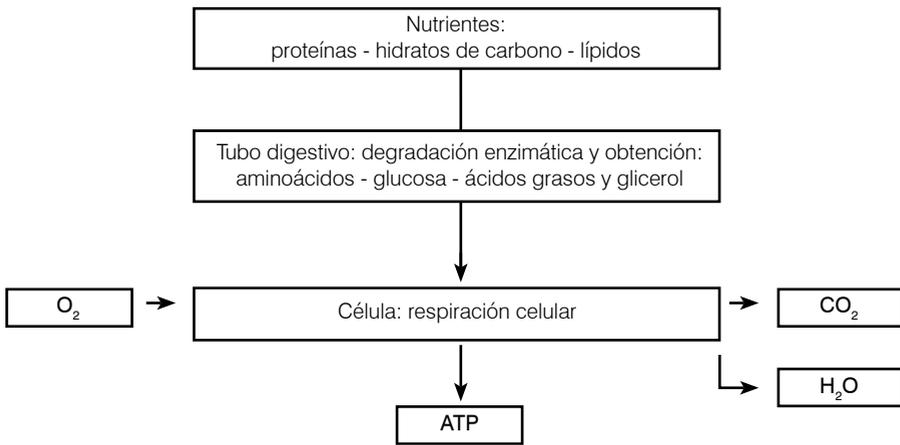
Comúnmente decimos que inhalamos O<sub>2</sub> y eliminamos CO<sub>2</sub>. Pero... ¿a dónde va ese O<sub>2</sub> luego de entrar a los pulmones? ¿De dónde sale el CO<sub>2</sub>?

Si descubrimos que organismos sin pulmones como las bacterias y las plantas también respiran, nos damos cuenta al instante de que algo más sucede. Y la existencia de respiración celular nos está indicando que hay reacciones químicas internas de la célula que definen al proceso mucho mejor que el simple intercambio gaseoso.

La respiración es la oxidación de moléculas orgánicas para obtener energía en forma de ATP. Podemos explicarlo brevemente de la siguiente manera: cuando respiramos proveemos de oxígeno a las células, el cual les llega transportado por el torrente sanguíneo. Y cuando ingerimos alimentos, el proceso de digestión permite la degradación de las moléculas complejas en compuestos simples. La glucosa es un monosacárido, una unidad simple de hidratos de carbono presentes en muchos alimentos, los cuales al ser digeridos liberan esas moléculas de glucosa que también son transportadas a todo el organismo por el sistema circulatorio. Al ingresar al interior celular, la glucosa será respirada, es decir, será degradada en una serie de reacciones químicas catalizadas por enzimas en las que se consume el O<sub>2</sub> que tomamos del aire.

Al finalizar el proceso, gran parte de la energía liberada fue almacenada en moléculas de ATP y de la glucosa sólo quedan algunas moléculas de  $\text{CO}_2$  el cual es un desecho metabólico que pasa del interior celular a la sangre y es transportado por ésta hasta los pulmones, que finalmente lo liberan al exterior a través de las vías respiratorias. Por otro lado, algunas de las moléculas intermedias de toda la secuencia de degradación de la glucosa que quedan en la célula pueden ser utilizadas por ésta en otros procesos metabólicos de síntesis, como veremos más adelante.

*En resumen: los procesos catabólicos son los que proveen a la célula de la energía y las moléculas necesarias para cumplir sus funciones biológicas.*



### 3.3.2. Procesos anabólicos

Son la serie de reacciones en las que tiene lugar la síntesis de los componentes macromoleculares de las células, a partir de moléculas más sencillas. Este proceso siempre va acompañado de consumo de energía, la que se obtiene utilizando los ATP generados mediante el catabolismo. Así, las células reensamblan las piezas simples obtenidas por los procesos degradativos, sintetizando las sustancias que el organismo necesita para su existencia.

*Un ejemplo de este tipo de procesos es la fotosíntesis, por la cual algunos organismos elaboran su propio alimento.*

*Veamos qué pasa...*

La *fotosíntesis* es un proceso anabólico mediante el cual la energía de la luz solar es captada por los organismos fotosintéticos (vegetales, algas) y almacenada en forma de enlaces químicos de compuestos orgánicos (por ejemplo glucosa, almidón).

*¿De qué manera?*

Las células utilizan esa energía solar para combinar moléculas simples como el agua y CO<sub>2</sub>. Por eso decimos que las plantas cuando fotosintetizan consumen CO<sub>2</sub>. La molécula orgánica formada por este proceso es la *glucosa*.

Como resultado se almacenó la energía lumínica en forma de enlaces químicos y se obtuvo una molécula orgánica a partir de compuestos inorgánicos como el agua y el CO<sub>2</sub>.

Como desecho de este proceso anabólico se libera O<sub>2</sub> al exterior (Figura 2).

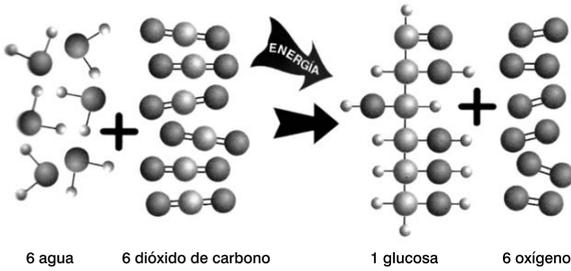


Figura 2. El resultado neto de la fotosíntesis es la obtención de moléculas de glucosa, siguiendo la reacción general que se esquematiza:  $6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2 = 1 \text{ glucosa} + 6 \text{O}_2$  (Fuente: Alajnti, 1997).

*Ahora veamos...*

Los organismos no fotosintéticos también son capaces de realizar procesos anabólicos: por ejemplo, la síntesis de proteínas. Dicha síntesis se realiza a partir de los aminoácidos que se obtienen de la degradación de las proteínas de los alimentos en los procesos catabólicos. Estos aminoácidos son reensamblados en el orden necesario para fabricar las proteínas que necesita la célula para su funcionamiento y crecimiento. Como todo proceso anabólico, la síntesis de proteínas conlleva un consumo de energía, proporcionada por el ATP. De esta manera se sintetizan las proteínas de membrana o las enzimas dentro de la célula.

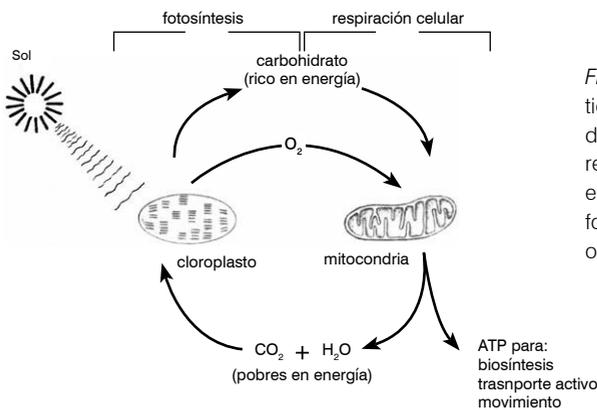


Figura 3. Se muestra el proceso fotosintético y el respiratorio como formando parte de un solo proceso general, que involucra reacciones catabólicas y anabólicas. Sin embargo, sólo en los organismos autótrofos se dan los dos procesos en el mismo organismo (Fuente: Alajnti, 1997).

El texto anterior y la Figura 3 nos muestran que ambos procesos casi siempre están acoplados, que los sustratos utilizados por un proceso son el producto obtenido con

el otro, y que se intercambia materia y energía. Esto encuentra su lógica si tenemos en cuenta que ambos procesos, degradativos y de síntesis, ocurren simultáneamente dentro de la misma célula.

*Veamos otro ejemplo de interrelación...*

La energía captada y transformada por la fotosíntesis en energía química queda almacenada en los enlaces covalentes de las moléculas de glucosa que las plantas sintetizan. Tanto esos vegetales como los animales herbívoros que los consumen toman esa energía química y la utilizan para procesos anabólicos, transformándola en otras formas de energía y moléculas complejas. De esta manera, los organismos fotosintéticos constituyen la base de la cadena alimentaria.

### 3.4. Autótrofos versus heterótrofos

A la hora de analizar las reacciones metabólicas, debemos considerar cuál es la fuente de carbono que incorporan los organismos y cuál es la fuente de energía. Si dejamos de pensar en una sola célula individual y lo hacemos en un organismo vivo, podemos tratar de clasificarlos en función de si son capaces de tomar o no energía y carbono de fuentes inorgánicas.

Consideremos en primer término *la obtención de carbono*.

Existen dos grandes fuentes de este elemento:

- *inorgánica*: el dióxido de carbono atmosférico y,
- *orgánica*: las moléculas orgánicas preformadas.

La utilización de carbono inorgánico para fabricar su propia estructura sólo puede ser llevada a cabo por organismos autótrofos (auto: propio, trofo: alimento: que elaboran su propio alimento), mediante la fotosíntesis. Aunque en las plantas no todas las células fotosintetizan (por ejemplo las de la raíz no lo hacen), son consideradas como organismos autótrofos porque las moléculas de glucosa fabricadas en sus partes verdes mediante la fotosíntesis pueden proveer de carbono a la totalidad del individuo, mediante el transporte de la glucosa sintetizada. Vale aclarar que los autótrofos también pueden proveerse de carbono por vía orgánica, ya que las plantas son capaces de absorber y utilizar pequeñas moléculas orgánicas simples.

En cambio, en los organismos *heterótrofos* la obtención de carbono se realiza exclusivamente a partir de moléculas orgánicas ya preformadas por otros organismos (hetero: ajeno; trofo: alimento), ninguna de sus células es capaz de utilizar carbono inorgánico para fabricar moléculas orgánicas. Ésta es una de las principales diferencias entre autótrofos y heterótrofos. Por consiguiente, utilizan el carbono de los compuestos orgánicos simples (glucosa, aminoácidos y ácidos grasos, obtenidos a partir de procesos degradativos, como puede ser la digestión de alimentos o la utilización de reservas corporales), para producir estructuras complejas. El proceso consiste en tomar las moléculas simples y unir las formando las macromoléculas que necesitan para su funcionamiento.

Como ya consideramos las fuentes de carbono, veamos ahora el otro proceso metabólico básico, *la obtención de energía*. Como ya hemos visto, en la clasificación de los organismos vivos en distintos reinos, se tiene en cuenta la forma de obtención de energía.

Los organismos heterótrofos obtienen del ATP la energía que utilizan para la síntesis de sus moléculas. Ese ATP es producto de la degradación catabólica, como puede ser la respiración celular (que se realiza siempre en presencia de  $O_2$ ) o el proceso de fermentación (en ausencia de  $O_2$ ).

En los organismos autótrofos, la energía que utilizan en la síntesis de sus moléculas puede provenir de dos fuentes: 1) *orgánica*, idéntica a la de los heterótrofos y 2) *inorgánica*, mediante la captación de energía luminosa (en organismos fotosintéticos) o la descomposición de compuestos químicos inorgánicos (organismos no fotosintéticos).

La fermentación es un proceso catabólico donde se degrada la glucosa en ausencia de oxígeno, para obtener energía en forma de ATP. Pero desde el punto de vista energético es menos eficiente que la respiración, y su producto final es el ácido láctico.

Fotosíntesis	Respiración celular
En los cloroplastos de las células vegetales (sólo en organismos autótrofos)	En mitocondrias de células eucariotas animales y vegetales
Energía + $CO_2$ + $H_2O$ (Sustratos)	Alimento + $O_2$ (Sustratos)
Alimentos + $O_2$ (Productos)	Energía + $CO_2$ + $H_2O$ (Productos)
Hidroliza el agua	Forma agua
Libera $O_2$	Libera $CO_2$
Necesita de la luz	Independiente de la luz
Reacción endergónica (consume energía)	Reacción exergónica (libera energía)

*En esta unidad hemos analizado de manera muy general los principales tipos de reacciones metabólicas que ocurren a nivel celular. Éstas y otras reacciones ocurren generalmente en uno de los compartimientos de la célula muy importante como es el citoplasma. Para que se efectúen estas reacciones se precisa la presencia de ciertas organelas características de cada tipo celular.*

*Te invitamos a continuación a que estudies la Unidad 4 en la cual encontrarás información acerca de cómo se organizan estructuralmente las células, y cómo estas estructuras determinan los distintos tipos celulares.*

## Referencias bibliográficas

- Aljanati, D.; Wolovelsky, E. y Tambussi, C.** (1997): *Los códigos de la vida. Biología III.* Colihue.
- Blanco, A.** (1993): *Química biológica.* 6ta. ed., Buenos Aires, El Ateneo.
- Curtis, E. y Sue Barnes, N.** (2000): *Biología.* 6ta. ed., en español, España, Editorial Médica Panamericana.
- De Robertis, E. (h); Hib, J. y Ponzio, R.** (2003): *Biología celular y molecular.* 15ta. ed., Buenos Aires, El Ateneo.
- Junqueira, L.C. y Carneiro, J.** (1998): *Biología celular y molecular.* 6ta. ed., Chile, Mc. Graw- Hill Interamericana.
- Lehninger, A.L.** (1998): *Principios de Bioquímica.* Barcelona, Omega.
- Lodish, H.; Berk, A.; Zipursky, S.L.; Matsudaira, P.; Baltimore, D. y Darnell, J.** (2002): *Biología celular y molecular.* 4ta. ed., Editorial Médica Panamericana
- Prociencia-CONICET** (1997): *Biología Celular.* Ministerio de Educación y Cultura.
- Starr, C. y Taggart, R.** (2004): *Biología. La unidad y diversidad de la vida.* 10ma. ed., Thomson.
- Stryer, L.; Berg, J. y Tymoczko, J.** (2003): *Bioquímica.* 5ta. ed., España, Reverté.