

Tema 4. Introducción al metabolismo

1. Consideraciones generales sobre el metabolismo

En cualquier sistema vivo, el intercambio de energía ocurre a través de miles de reacciones químicas diferentes, muchas de las cuales se producen simultáneamente. La suma de todas estas reacciones se conoce como **metabolismo** o **vía metabólica**. La mayor parte del metabolismo es notablemente similar aun en los organismos más diversos; las diferencias en muchas de las vías metabólicas de los seres humanos, los robles, los hongos y las medusas son muy leves.

Para entender el flujo de energía a través de una célula hay algunos principios que nos pueden guiar:

Primero. Todas las reacciones químicas que tienen lugar en una célula involucran enzimas, grandes moléculas de proteínas que desempeñan papeles muy específicos.

Segundo. Estas reacciones pueden ser ordenadas en pasos, que comúnmente se llaman vía; una vía puede tener una docena o más de reacciones o pasos secuenciales. En el metabolismo se puede diferenciar entre:

- El **anabolismo** es el metabolismo de construcción de sustancias complejas con necesidad de energía en el proceso.
- El **catabolismo** es el metabolismo de degradación de sustancias con liberación de energía. El catabolismo cumple con dos propósitos:
 1. Liberar la energía que será usada por el anabolismo y otros trabajos de la célula.
 2. Suministrar la materia prima que será usada en los procesos anabólicos.

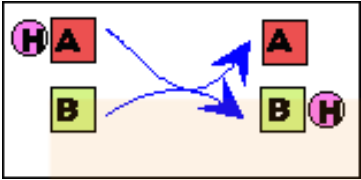
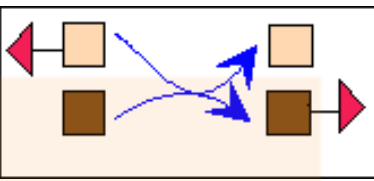
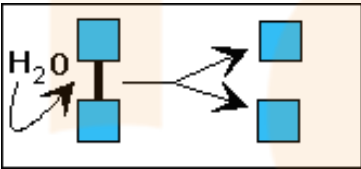
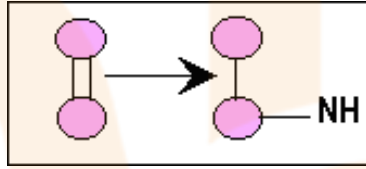
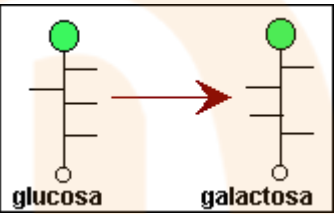
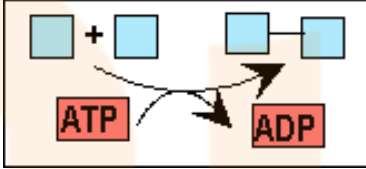
Como hemos señalado, en las rutas metabólicas se necesitan numerosas y específicas enzimas que van conformando los pasos y productos intermedios de las rutas. Pero, además, son necesarios varios tipos de moléculas indispensables para su desarrollo final:

1. **metabolitos** (moléculas que ingresan en la ruta para su degradación o para participar en la síntesis de otras sustancias más complejas),
2. **nucleótidos** (moléculas que permiten la oxidación y reducción de los metabolitos),
3. **moléculas energéticas** (ATP y GTP o la **Coenzima A** que, al almacenar o desprender fosfato de sus moléculas, liberan o almacenan energía),
4. **moléculas ambientales** (oxígeno, agua, dióxido de carbono, etc. que se encuentran al comienzo o final de algún proceso metabólico).

2. Las enzimas (clasificación)

Son moléculas estrictamente proteicas, es decir, son proteínas globulares que regulan la mayor parte de las reacciones metabólicas de los seres vivos.

Las sintetizan tanto los seres autótrofos como heterótrofos. Además, pueden actuar a nivel intracelular o extracelular.

| | |
|--|--|
| <p>Oxido-reductasas</p> <p>Reacciones de oxido-reducción. Si una molécula se reduce, tiene que haber otra que se oxide.</p>  | <p>Transferasas</p> <p>Transferencia de grupos funcionales. Grupos aldehídos, acilos, glucósidos y fosfatos.</p>  |
| <p>Hidrolasas</p> <p>Reacciones de hidrólisis. Transforman polímeros en monómeros. Actúan sobre enlaces éster, glucosídico, peptídico y enlace C-N.</p>  | <p>Liasas</p> <p>Adición a los dobles enlaces. Entre C=O, C=C y C=N.</p>  |
| <p>Isomerasas</p> <p>Reacciones de isomerización.</p>  | <p>Ligasas</p> <p>Formación de enlaces, con aporte de ATP. Entre C-C, C-S, C-N, C-C.</p>  |

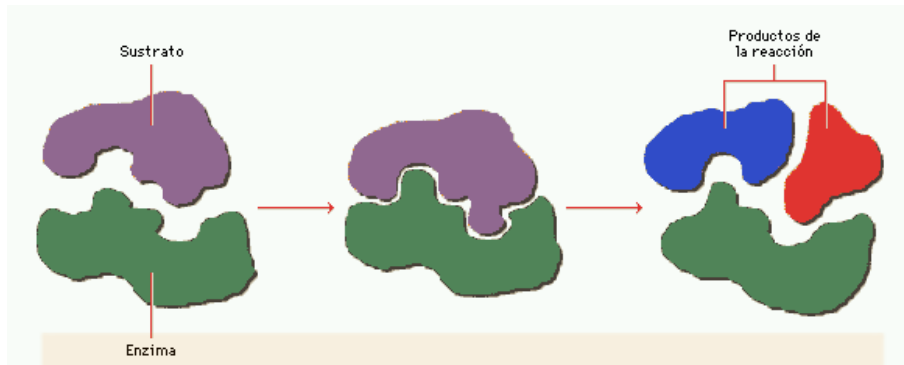
Clasificación

2.1. Estructura y función

Para reaccionar, las moléculas deben poseer suficiente energía, la llamada **energía de activación**, a fin de chocar con suficiente fuerza para debilitar los enlaces químicos existentes.

El sustrato es la molécula sobre la que el enzima ejerce su acción catalítica.

Dicho sustrato se une a la enzima a través de numerosas interacciones débiles, como puentes de hidrógeno, en un lugar específico, el **centro activo**. Este centro es una pequeña porción de la enzima, constituido por una serie de aminoácidos que interaccionan con el sustrato.



Las enzimas son catalizadores de gran especificidad. **Disminuyen** la energía de activación incrementando enormemente la velocidad a la que se producen las reacciones químicas en las células.

Otros factores que afectan a la velocidad de las reacciones enzimáticas son la temperatura y el pH.

2.1.1. Principal característica de la acción enzimática

La característica más sobresaliente de las enzimas es su elevada **especificidad de acción**. Cada reacción está catalizada por una enzima específica.



Las reacciones con energía de activación proceden lentamente a temperaturas bajas, en las que la mayoría de las moléculas se mueve en forma lenta. Los catalizadores, las enzimas, disminuyen la energía de activación haciendo que una gran porción de moléculas se mueva más rápido creando una reacción mucho más veloz.

3. Cofactores y coenzimas

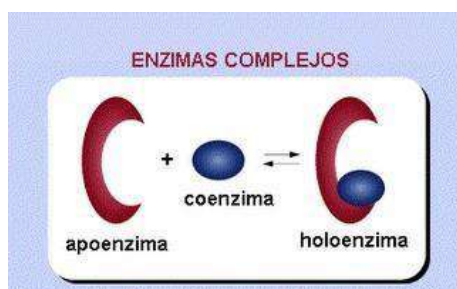
Existen enzimas cuya función catalítica se debe exclusivamente a su naturaleza proteica, pero hay otras que dependen para su actividad óptima de la presencia de una estructura no proteica y termoestable llamada **cofactor**.

Los cofactores pueden ser:

- **Inorgánico.** Simples iones como Mg^{2+} o Ca^{2+} , o sustancias orgánicas más o menos complejas.
- **Orgánico.** Cuando los cofactores orgánicos están fuertemente unidos a la proteína enzimática (por enlace covalente) y son específicos para esa enzima, se denominan *grupos prostéticos* (citocromos).

Si los cofactores orgánicos están más débilmente unidos a la proteína y por ello no se asocian a ella permanentemente (generalmente se unen sólo en el curso de la reacción), se denominan *coenzimas* (ATP, vitaminas).

El componente proteico se denomina *apoenzima* y el complejo completo de proteína y cofactor se llama *holoenzima*.



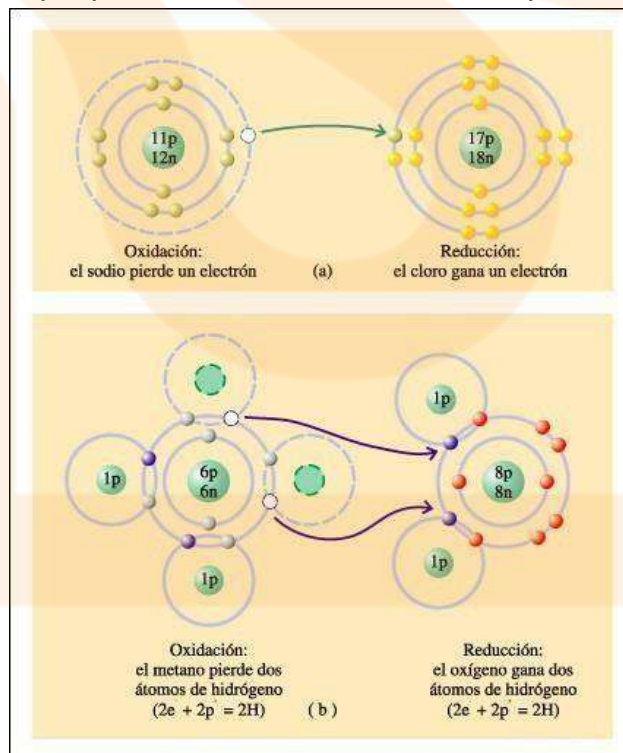
4. Reacciones de oxidación-reducción

Las reacciones químicas son, esencialmente, transformaciones de energía en virtud de las cuales la energía almacenada en los enlaces químicos se transfiere a otros enlaces químicos recién formados. En estas transferencias, los electrones se desplazan de un nivel de energía a otro.

En muchas reacciones, los electrones pasan de un átomo o molécula a otro. Estas reacciones, que son de gran importancia en los sistemas vivos, se conocen como de oxidación-reducción o redox.

La pérdida de un electrón se denomina oxidación y el átomo o molécula que pierde el electrón se dice que se ha oxidado.

La reducción es, por el contrario, la ganancia de un electrón. La oxidación y la reducción siempre ocurren simultáneamente, porque el electrón que pierde el átomo oxidado es aceptado por otro átomo que se reduce en el proceso. En las reacciones de oxidación-reducción se produce un movimiento de electrones de un átomo a otro. Un átomo o molécula que pierde electrones se oxida; el que los gana se reduce.



Una reacción de oxidación-reducción

La oxidación completa de un mol de glucosa libera 686 kilocalorías de energía libre. Si esta energía fuera liberada de una sola vez, la mayor parte se disiparía

como calor. Esto no solamente no sería útil para la célula, sino que la alta temperatura resultante sería letal.

Sin embargo, la vida ha evolucionado adquiriendo mecanismos que regulan la marcha de estas reacciones químicas de modo tal que la energía se almacena en enlaces químicos particulares de los que puede ser liberada en pequeñas cantidades cuando la célula lo necesite.

5. Introducción al ATP

La energía adquirida por las células se conserva en ellas para ser utilizada principalmente cuando se requiera en forma de Adenosín TriFosfato (ATP). Tanto si proviene de la luz solar o de la oxidación de compuestos orgánicos, se invierte en la formación de ATP, en una proporción muy alta. El ATP es entonces el “fluido energético” que pondrá en marcha las demás funciones de la célula.

Todos los seres vivos necesitan un **aporte continuo de materia y energía**, aunque existen grandes diferencias en la forma de obtenerlas y de su utilización.

Los vegetales son seres autótrofos, utilizan la energía solar como fuente de energía y como materia usan el agua, el dióxido de carbono (CO_2) y los iones orgánicos. En la fotosíntesis los cloroplastos captan la energía solar y tienen la maquinaria para convertirla en energía química (ATP).

El hombre y los animales, seres heterótrofos, utilizan como fuente de energía y materia las biomoléculas ingeridas en los alimentos directamente. Las biomoléculas ingeridas por el hombre se degradan metabólicamente hasta convertirse en CO_2 y H_2O , y derivados nitrogenados, que liberan energía química (ATP). Esta energía se utiliza para la realización de trabajo y la síntesis proteica.

Los alimentos ingeridos en la dieta son macromoléculas de almidón, proteínas y triglicéridos que en la digestión se hidrolizan a monómeros, como monosacáridos, aminoácidos, ácidos grasos y glicerol. Estos monómeros en las células se absorben y se incorporan o entran para ser oxidados con producción de energía o se derivan a la biosíntesis de nuevo material celular con consumo de energía.