

SEGUNDA EDICIÓN

Martín Díaz, Patricia Ercoli,
Carolina Gailhou, Sergio Tedesco

BIOLOGÍA IV



4° año Secundaria



Muestra distribuida por la editorial

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. MATERIA Y ENERGÍA EN LOS SISTEMAS NATURALES

Materia y energía en la naturaleza	9
Naturaleza dinámica	11
Vueltas y vueltas... y de nuevo al principio	12
Sistemas: el todo es más que la suma de sus partes.....	13
Los seres vivos como sistemas abiertos	17
Nutrición autótrofa: en síntesis... fotosíntesis	17
Se ha recorrido un largo camino... Fotosíntesis y evolución	18
Nutrición heterótrofa por absorción: ¡puaj!... descomponedores y parásitos	20
Nutrición heterótrofa por digestión: la mesa está servida	22
Se ha recorrido un largo camino... Digestión y evolución	23
Esenciales para la vida: los nutrientes	25
Hay equipo: agrupación de nutrientes.....	26

CAPÍTULO 2. FUNCIONES DE NUTRICIÓN EN LOS ORGANISMOS HETERÓTROFOS

Digestión	29
Mecánicos y químicos en acción	32
Mecánica digestiva en la boca.....	34
Química digestiva en la boca.....	34
Deglución	34
Mecánica gástrica	34
Química digestiva en el estómago y el duodeno	35
Peristalsis en el intestino	35
Absorción intestinal	36
Absorción en el intestino grueso y formación de heces	37
Química digestiva en el intestino grueso.....	37
Intercambio gaseoso y respiración	39
Combustibles y comburentes	40
Organización del sistema respiratorio humano.....	40
Aire “acondicionado”: la mecánica respiratoria	41
Inspiración	41
Espiración	44
Eliminación de desechos metabólicos: la excreción.....	46

RRR: reducir, reutilizar, reciclar	47
Estructura y funciones del sistema excretor	47
Transporte de sustancias en el organismo: circulación	51
Autopistas, calles y pasadizos: el sistema circulatorio en la especie humana.....	53
Estructura y funciones específicas de los órganos del sistema circulatorio	54
Corazón	54
Vasos sanguíneos	54
La sangre	58
¡A tu salud!.....	62

CAPÍTULO 3. LA CÉLULA, LA ESTRUCTURA BÁSICA DE LOS ORGANISMOS

La célula como unidad de los sistemas vivos: un breve repaso	67
Cada cosa en su lugar: el intercambio de materia y energía y los compartimientos celulares	69
Un nuevo vistazo al interior celular.....	70
Los principales tipos de células: Bacteria, <i>Archaea</i> y <i>Eukarya</i>	72
Compartimientos y estructuras para el intercambio de materia y energía.....	76
Marcando los límites: la membrana plasmática	76
¿Qué se puede construir con membranas?	78
¿Se puede atravesar la membrana?	81
Un soporte para toda la estructura	81
ADN y algo más.....	82
Una cuestión de formas y tamaños: la diversidad funcional	83
Las estructuras y procesos dan forma a las células.....	84
Dime qué tienes y te diré qué eres: los seis reinos	84

CAPÍTULO 4. TRANSFORMACIONES DE MATERIA Y ENERGÍA EN LOS SISTEMAS VIVOS

Ser o no ser: el metabolismo como una de las características de los seres vivos	87
Sin ellas no somos nada: las enzimas y su papel en el metabolismo	95
Apurar y localizar: la función de las enzimas	96
Armar y desarmar. ¿Cómo actúan las enzimas?	99
¿Qué función cumplen en los organismos y sus células?	100
¿De dónde obtienen energía las células?	101

CAPÍTULO 5. PRINCIPALES PROCESOS DE OBTENCIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA QUÍMICA

Producción de materia y energía: la fotosíntesis	105
El comienzo de todo: energía solar y fotosíntesis	106

Más que una simple hoja: compartimientos donde ocurre la fotosíntesis.....	107
Receta para obtener un azúcar: moléculas para la fotosíntesis.....	109
A cada uno su color: los plástidos y sus pigmentos	112
Tener o no tener plástidos: la fotosíntesis en las células procariotas.....	114
Fotosíntesis y procesos evolutivos	114
Procariotas	114
Nada funciona sin combustible: materia y respiración celular.....	115
La central energética celular: mitocondrias y combustión.....	117
Quemando grasas y proteínas: otras moléculas para obtener energía.....	121
No todo es respirar: procesos alternativos de catálisis y síntesis.....	121
Las primitivas formas de obtener energía: respiración procariota	121
Cuando el oxígeno no estaba: la fermentación	123
Producción de materia orgánica: quimiosíntesis	124

CAPÍTULO 6. ENERGÍA Y MATERIA EN LOS ECOSISTEMAS

Los ecosistemas	128
Todo cambia para que nada cambie	129
La energía no se crea ni se destruye, fluye	130
Modelos que representan la realidad	131
Niveles tróficos.....	132
Otro punto de vista	132
¿Hacia dónde va la energía?	133
Las pirámides	133
¿Las pirámides representan la realidad?	134
Producción	135
Ciclos biogeoquímicos.....	136
Ciclo del nitrógeno	136
Ciclo del azufre	138
Ciclo del agua	138
Cambia, todo cambia, inclusive los ecosistemas	139
Etapas de la sucesión.....	140
Un poco de historia.....	140
Para pensar: sociedades cazadoras y recolectoras actuales	142
¿Cómo sobrevivir hoy siendo un cazador recolector?	142
Desmontes y conflictividad social	143
Agroecosistemas	144
Ecosistemas naturales frente a agroecosistemas.....	145
Contaminación y contaminantes.....	146
Según su fuente	146

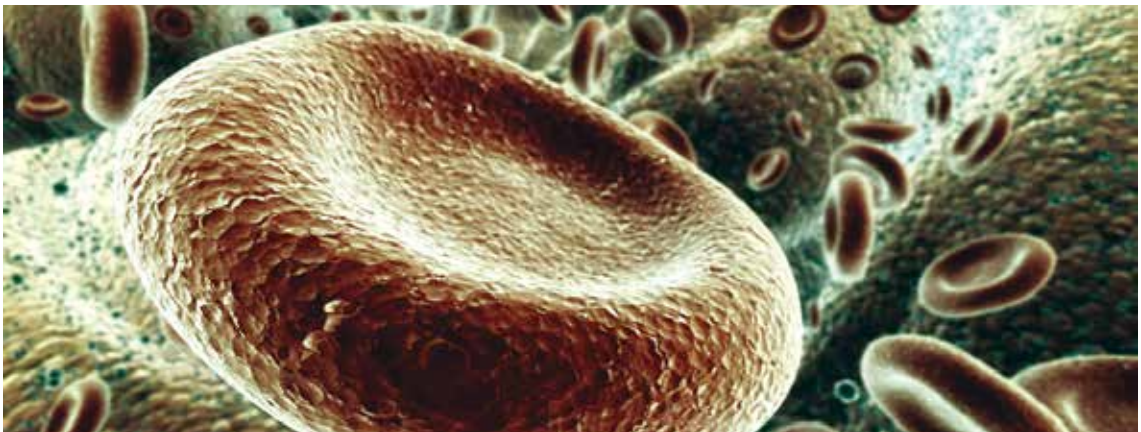
Según su naturaleza	146
Según el lugar donde actúa	147
Circulación de los contaminantes.....	147

CAPÍTULO 7. UN PODER TRANSFORMADOR: LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SIGLO XXI

¿Qué es la biotecnología?	149
Usando los microorganismos en la biotecnología tradicional	153
¿Y si pongo esto acá? La bioingeniería moderna	161
Volver al estado natural: la biodegradación	166
Debate final: los biocombustibles y la biotecnología.....	170

BIBLIOGRAFÍA	175
---------------------------	-----

Transformaciones de materia y energía en los sistemas vivos

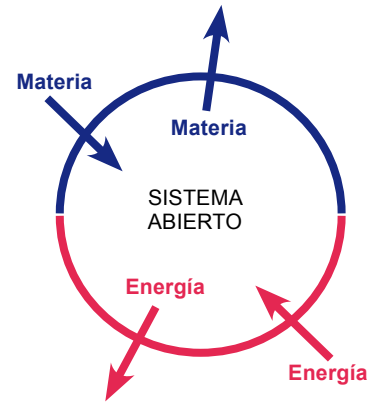
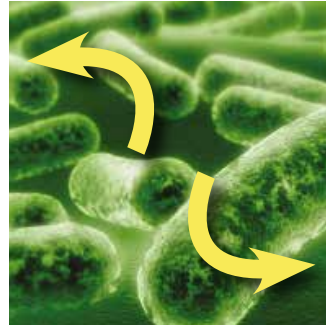
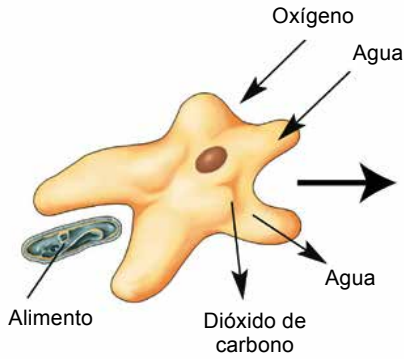


Leandro Salerno (2007)

Podemos en este punto hacernos algunas preguntas nuevas: ¿es lo mismo la obtención de materia y energía en un organismo unicelular y que en uno multicelular? ¿Hay funciones, procesos o estructuras comunes entre los distintos organismos para la obtención de materia y energía? ¿Todo tipo de materia y energía sirve para que un organismo lleve adelante sus procesos vitales? Para responder estas preguntas es necesario “viajar al interior de la caja negra”, la célula, y los procesos de intercambio de materia y energía que en ella se producen. En este capítulo, previo a ver qué ocurre en el interior celular, vamos a trabajar sobre tres elementos centrales: el metabolismo, las enzimas y las fuentes de energía.

SER O NO SER: EL METABOLISMO COMO UNA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SERES VIVOS

Primero los naturalistas, luego los biólogos, discutieron mucho en los últimos siglos tratando de responder dos preguntas cruciales: ¿Qué es la vida? y ¿Qué es un organismo vivo? Las respuestas parecen aún estar pendientes, sin embargo, todos han acordado que al menos en el caso de los seres vivos, existe un grupo de características que los distingue claramente de los objetos inanimados. A los fines del tema que vamos a tratar hay dos de ellas que son de suma importancia.



Sistema y metabolismo

Vocabulario



● Sistemas químicos complejos

Son sistemas integrados por moléculas orgánicas de alto peso molecular y que forman una estructura compleja.

- Los organismos son **sistemas químicos complejos**, abiertos a la materia y la energía: esta es una propiedad que no es exclusiva de los seres vivos.
- Todos los seres vivos poseen capacidad de metabolismo, entendiéndose a este como el conjunto de transformaciones químicas que son esenciales para la nutrición, el crecimiento, la reparación celular y la conversión de la energía en formas utilizables. Esta sí es una propiedad exclusiva de los seres vivos.

Actividad



Busquen ejemplos de sistemas químicos complejos, que no sean organismos vivos. Incluyan una imagen que ilustre los ejemplos que mencionaron. Coloquen un título y epígrafe.

El túnel del tiempo



El término metabolismo se deriva del griego Μεταβολισμός, metabolismos, que significa “de cambio” o “caída”. El estudio científico del metabolismo lleva varios siglos y comenzó teniendo en cuenta la totalidad de animales, para luego preocuparse por el control de las reacciones metabólicas individuales en la bioquímica moderna. Una de las primeras citas de este concepto se remonta a Ibn al-Nafis (1213-1288), al afirmar que el cuerpo y sus partes están en un continuo estado de disolución y alimentación, por lo que están, inevitablemente, en proceso de cambio permanente. Los primeros experimentos controlados en el metabolismo humano fueron publicados por Santorio Santorio en 1614 en su libro *Ars de Statica medecina*. Durante treinta años midió su peso antes y después de comer, dormir, trabajar, ayunar, beber y excretar. Luego de hacer las comparaciones y ver que los desechos pesaban menos que lo ingerido, sugirió que lo que faltaba se perdía en lo que él llamaba “transpiración insensible”.

¿Todos los organismos llevan a cabo las mismas reacciones químicas en su interior? La respuesta es no, y aunque los primeros investigadores del siglo XVII afirmaban que hay similitudes fundamentales en los constituyentes químicos y las actividades metabólicas de todas las células (y por lo tanto los organismos), existen diferencias que caracterizan a los grandes grupos de seres vivos. Ya vimos en el capítulo 1 que podemos clasificar a los organismos en **autótrofos y heterótrofos**, basados en un solo criterio: si el organismo realiza o no reacciones químicas que le permiten generar **materia orgánica** a partir de energía lumínica y compuestos inorgánicos (proceso que llamamos fotosíntesis).



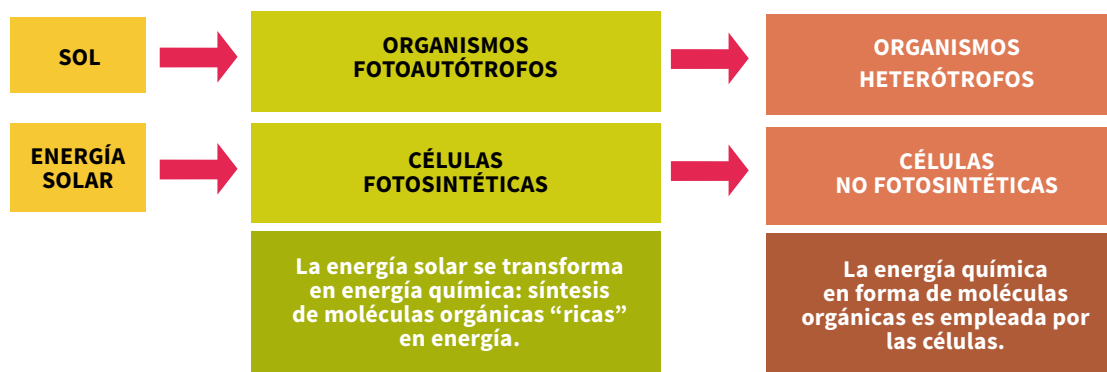
Vocabulario

• Materia orgánica

Es todo compuesto de una o varias moléculas orgánicas como por ejemplo proteínas, lípidos, hidratos de carbono y ácidos nucleicos.

• Proteínas

Son moléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos.



Transformaciones y transferencia de energía en la naturaleza

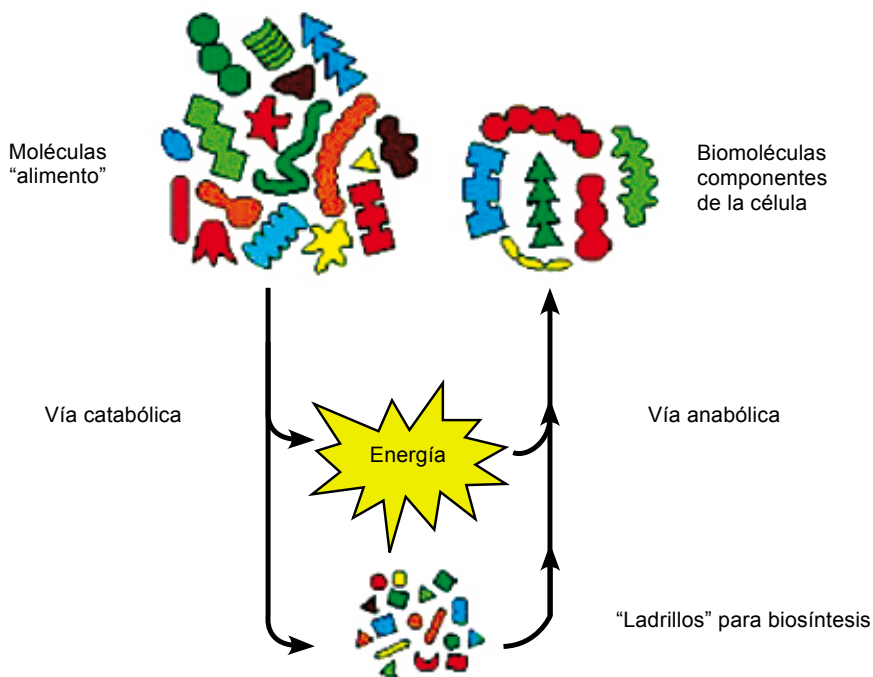
¿Qué relación hay entre las reacciones químicas que ocurren en el interior de los organismos y el intercambio de materia y energía? Ya dijimos que los seres vivos son sistemas abiertos a la materia y la energía, pero pensemos un poco: ¿deben tomar del medio la materia que necesitan o pueden realizar transformaciones para generarla en su interior? Si la respuesta fuera la primera, los seres vivos estarían obligados a encontrar en su entorno lo que sus células están necesitando en ese momento y esta estrategia está destinada al fracaso. ¿Por qué? Si así fuera, el ambiente donde viven debería tener todo lo necesario para vivir, lo que limitaría los ambientes donde sería posible la vida.

Lo que hacen los seres vivos es **alimentarse** del medio que los rodea, esto es, tomar permanentemente sustancias de su entorno y luego procesarlas químicamente mediante distintas reacciones. ¿Por qué hacen esto? Para obtener **nutrientes**. Por ejemplo, como combustible para la liberación de energía, como materias primas para el crecimiento, reparación y mantenimiento del cuerpo y como sustratos para los procesos metabólicos, entre otros tantos usos. Todo el conjunto de reacciones químicas necesarias para estas funciones y procesos componen el **metabolismo**.



Alimentos como fuentes de materia y energía para el metabolismo en los heterótrofos

El metabolismo está dividido en dos tipos de transformaciones. Por un lado todas aquellas reacciones que intervienen en procesos en los cuales las moléculas de gran tamaño son degradadas en otras más pequeñas y se denominan en conjunto **catabolismo**. Cada una de las reacciones de este tipo son reacciones **catabólicas**. Por otro lado, todo el conjunto de transformaciones que van en el camino inverso, esto es, partiendo de pequeñas moléculas para sintetizar otras de alto peso molecular, se denomina **anabolismo** y cada una de ellas es una reacción **anabólica**. Ejemplo del primer tipo son las reacciones de la respiración celular, mientras que del segundo, las de la fotosíntesis.



Metabolismo celular: relación entre procesos catabólicos y anabólicos

Comparación de los tipos de metabolismo	
Catabolismo	Anabolismo
Degrada biomoléculas	Fabrica biomoléculas
Produce energía (la almacena como ATP)	Consume energía (usa ATP)
Implica procesos de oxidación	Implica procesos de reducción
Sus rutas son convergentes	Sus rutas son divergentes
Glucólisis, ciclo de Krebs, cadena respiratoria	Fotosíntesis, síntesis de proteínas

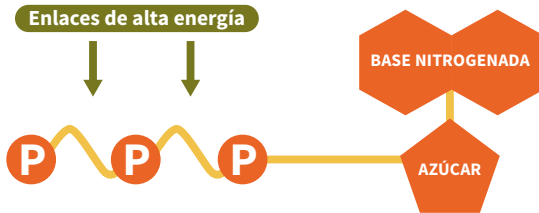
El ADP se transforma en ATP

Baja energía

Alta energía



ATP o Adenosintrifosfato



Todos los organismos poseen la característica de que en su interior se llevan a cabo distintas transformaciones químicas: desde procesar la materia que ingresó desde los alimentos hasta sintetizar nuevos componentes necesarios para determinados procesos. Todas estas reacciones individuales (catabólicas y anabólicas) se entrecruzan, debido a que muchas de ellas comparten reactivos y productos, dando como resultado las rutas metabólicas (conjunto de reacciones) que se unen en las complejísimas redes metabólicas. La mínima expresión es el metabolismo celular, compuesto por el conjunto de reacciones químicas a través de las cuales la célula intercambia materia y energía con su entorno.

Actividad



Elijan dos características de los procesos metabólicos comparados en la tabla y ejemplifíquenlas en un organismo heterótrofo. Usen como referencia el texto del capítulo 2.

Vocabulario



• Oxidación

Es una reacción química donde un elemento cede electrones.

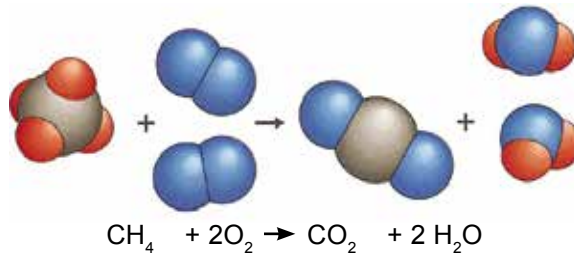
Para saber más



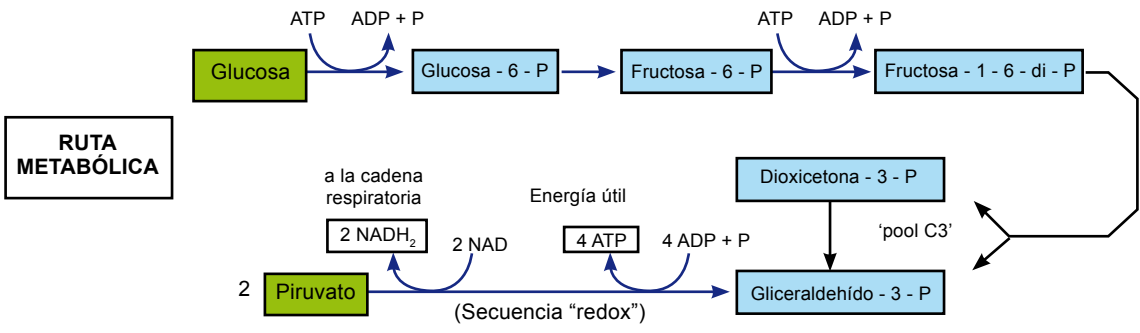
El combustible de la vida

El Adenosín trifosfato (ATP) es una molécula fundamental en el almacenamiento y obtención de energía celular. Está compuesto por una base nitrogenada (Adenina), unida a un azúcar denominado Ribosa (el mismo del ARN), y tres grupos fosfato. Cada enlace entre fosfatos poseen mucha energía y por ese motivo es el lugar donde se almacena en el anabolismo (uniendo un fosfato a una Adenosín difosfato o ADP), para luego ser liberada en el catabolismo al romper esos enlaces.

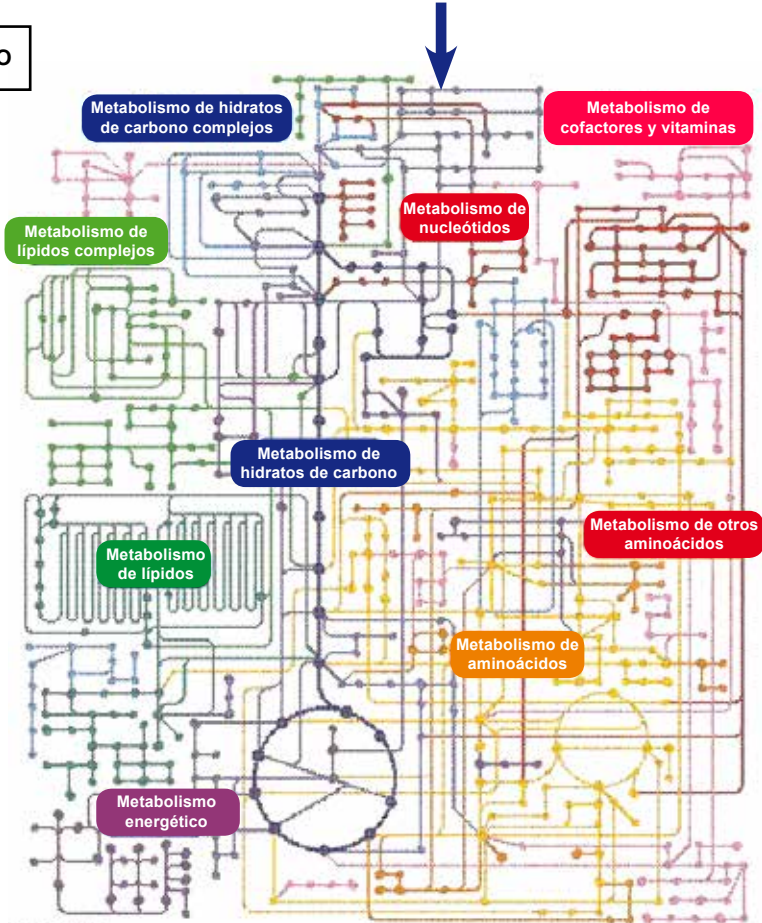
REACCIÓN QUÍMICA



ESQUEMA DE LA GLUCÓLISIS

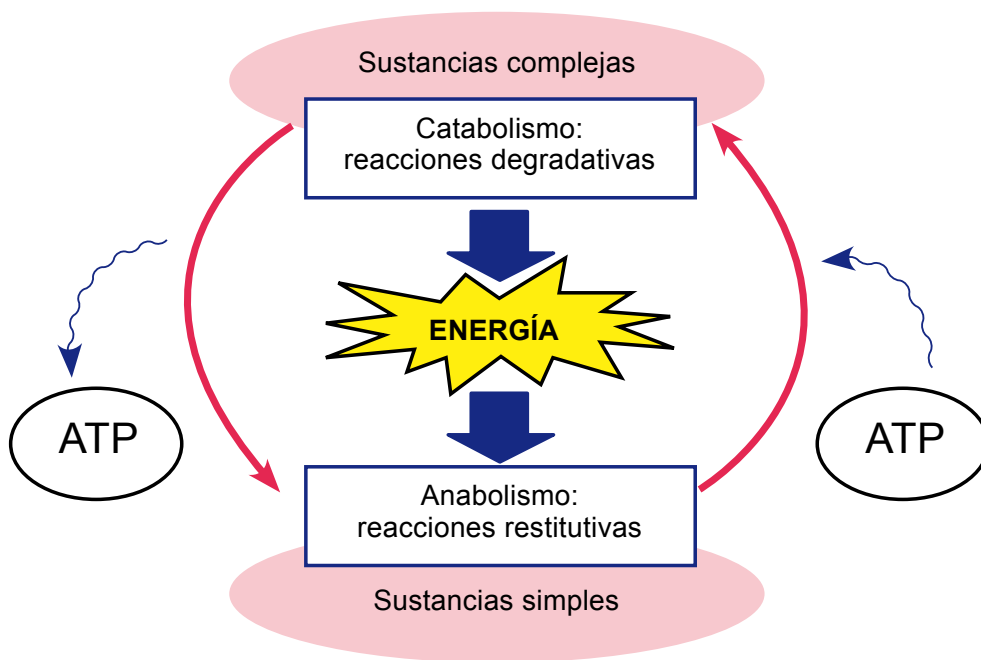


MAPA METABÓLICO



¿Armar y desarmar moléculas solo les permite a los organismos obtener la materia que necesitan? Además de que la maquinaria metabólica hace que los seres vivos puedan obtener casi todos los nutrientes necesarios para llevar a cabo las funciones vitales, las uniones químicas guardan dentro de sí otra propiedad necesaria para que todo funcione: **energía**.

Al ingresar el alimento, primero la digestión y luego las reacciones catabólicas, van desarmando las moléculas grandes en otras menores. Para hacer esto es necesario romper las uniones químicas. ¿Qué otro componente poseen las uniones químicas? La energía que se encuentra almacenada en los enlaces químicos en forma de energía química se la denomina **potencial** ya que tiene la capacidad de realizar trabajo. Al romper los enlaces en las reacciones catabólicas, la energía es liberada. Pero entonces ¿esa energía se pierde? Sí, una parte de ella se transforma en calor, pero los organismos tienen la propiedad de poder almacenar otra parte en una molécula que posee enlaces de alta energía: el (ATP).



Tipos de reacciones metabólicas

Actividades



- Elaboren una hipótesis sobre otro uso que los animales dan a la catabolización molecular, además de la obtención de ATP. Consideren organismos que viven en condiciones polares.
- Establezcan una relación simple entre la frecuencia de ingesta de alimentos en los animales y su capacidad para generar temperatura corporal.
- Elaboren un diseño (cuadro, ilustración, maqueta) que muestre la relación que propusieron en el punto a.

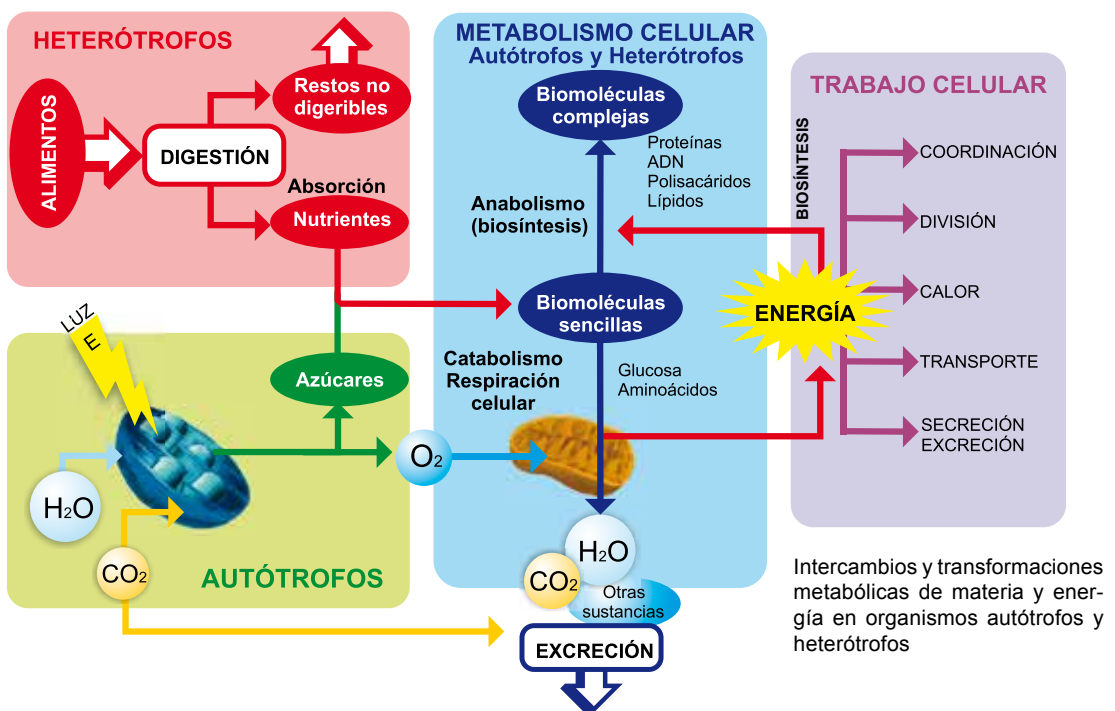


Evolución y metabolismo

Todas las actividades biológicas son el resultado de un proceso evolutivo y por lo tanto el metabolismo celular no puede ser una excepción; por lo tanto es posible encontrar en las células actuales rastros de ese proceso. El metabolismo de las células actuales es un complejo proceso constituido por miles de reacciones químicas (catalizadas por enzimas), las que se ordenan en cientos de rutas metabólicas que vinculan la entrada de alimento, su digestión, la síntesis de componentes celulares, la de reservas y el aprovechamiento de estas. Parece lógico pensar que el metabolismo adquirió la complejidad actual en el curso de su evolución y que, por lo tanto, tuvo que ser en los orígenes un proceso mucho más simple. No hay duda de que el desarrollo evolutivo del metabolismo celular tiene como requisito un proceso de diferenciación enzimática. Las primeras células poseían un metabolismo simple, reducido a un paquete de enzimas que tenían como función principal la de replicar el material genético. Pero luego, a lo largo de la historia evolutiva de los organismos, se vuelve cada vez más complejo al aumentar la complejidad de los mismos, especialmente al lograr la multicelularidad. Las nuevas rutas metabólicas se establecieron a partir de la aparición de nuevas transformaciones metabólicas. Estas transformaciones se deben a la diferenciación de nuevas enzimas –a partir de las ya existentes– por procesos de mutación del material genético que determina cambios en las proteínas con capacidad enzimática.

Por otro lado, cuando se necesita energía, las moléculas de ATP son divididas (quedando ADP + un fosfato), utilizándose así la energía que queda disponible para realizar entre otras funciones:

- síntesis de macromoléculas en reacciones anabólicas;
- movimiento de algunas sustancias a través de las membranas;
- trabajo mecánico como la contracción muscular, movimiento de cilios y flagelos, movimiento de los cromosomas, etc.



Finalmente debemos mencionar que las células regulan todas las reacciones químicas por medio de unas moléculas que facilitan su realización y que son indispensables, tienen la función de ser catalizadores biológicos y reciben el nombre de **enzimas**.

SIN ELLAS NO SOMOS NADA: ENZIMAS Y SU PAPEL EN EL METABOLISMO

Es hora de plantearse nuevas preguntas. ¿Todas las reacciones o transformaciones que venimos mencionando ocurren de manera espontánea en los organismos? ¿Cómo se hace para que las reacciones ocurran en el lugar y momento necesario? La respuesta a estas y otras preguntas la tienen unos componentes clave en los seres vivos, ya que son quienes permiten que las reacciones se lleven a cabo en el sitio, instante y el orden adecuado: **las enzimas**.

Características de las enzimas

- Son moléculas proteicas que catalizan reacciones químicas.
- Permiten que una reacción química energéticamente posible transcurra a una velocidad mayor.
- No son consumidas en las reacciones que catalizan.
- No todos los catalizadores bioquímicos son proteínas, pues algunas son moléculas de ARN.
- La actividad de las enzimas puede ser afectada por los inhibidores enzimáticos, que disminuyen o impiden la actividad de las enzimas.
- Las enzimas suelen ser muy específicas tanto del tipo de reacción que catalizan, como del sustrato involucrado en la reacción.
- Algunas enzimas requieren la unión de moléculas no proteicas denominadas **cofactores** para poder ejercer su actividad.
- Un conjunto de enzimas pueden actuar conjuntamente en un orden específico, creando así una **ruta metabólica** donde el producto de una reacción actúa como reactivo de la siguiente.

Para saber más



Un poco de historia...

Desde el siglo XVIII se conocía que la digestión de la carne era realizada por algunas de las secreciones del estómago y también que era posible la conversión del almidón en azúcar por los sustancias de las plantas y también de la saliva. En el siglo XIX, al estudiar la fermentación del azúcar en alcohol por medio de levaduras, Louis Pasteur llegó a la conclusión de que esta reacción era catalizada por una fuerza vital contenida en las células de la levadura, llamadas fermentos y pensó que solo funcionaban con organismos vivos. Postuló que *“la fermentación del alcohol es un acto relacionado con la vida y la organización de las células de las levaduras, y no con la muerte y la putrefacción de las células”*. En otro sentido, otros científicos de la época como Justus von Liebig, se mantuvieron en la posición que defendía el carácter puramente químico de la reacción de fermentación. Finalmente en 1878 el fisiólogo Wilhelm Kühne propuso el término *enzima*, que se origina del griego “en levadura”



Wilhelm Kühne (1837-1900)

Vocabulario



- Ruta metabólica

Es una secuencia de reacciones químicas que llevan de un sustrato a uno o varios productos finales por medio de un conjunto de reacciones intermedias.

- Estado de transición

Es el estado que corresponde al máximo de energía durante una reacción, en este punto se asume que las moléculas reactivas al colisionar conducirán a la formación de productos.

Actividades



- Interpreten la definición de enzima de este texto, compárenla con la del capítulo 2.
- Busquen, en la lista, sus características.
- Interpreten la etimología del recuadro "Un poco de historia...". Expliquen por qué el término enzima significa levadura.
- Elaboren su propia definición de enzima en por lo menos cien palabras.

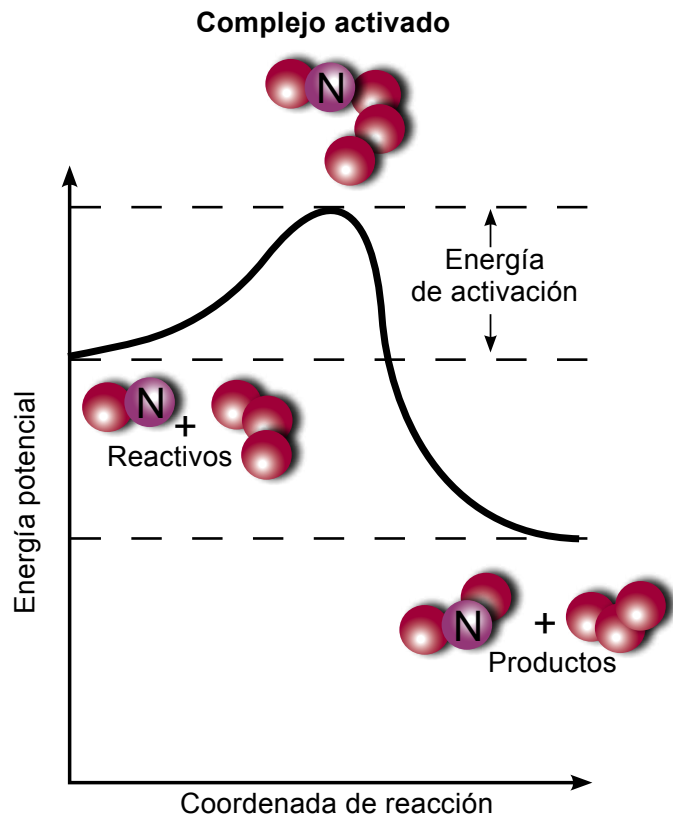
Actividad



Diseñen una secuencia que demuestre que la respiración celular y el intercambio gaseoso forman parte de una ruta metabólica.

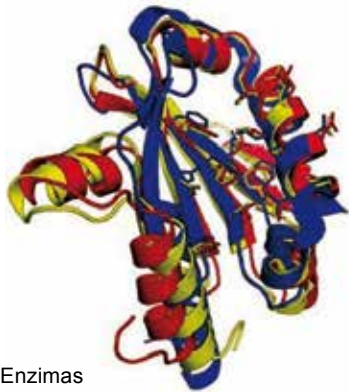
Apurar y localizar: la función de las enzimas

¿Qué significa que una reacción es químicamente posible? En una reacción química intervienen dos tipos de entidades: los reactivos y los productos. Es un proceso en el cual uno o más de los primeros, se transforman en los segundos (ej: $A \rightarrow B$ o $A + B \rightarrow C$, etc.). Las reacciones pueden ocurrir si una cierta parte de las moléculas de los reactivos, en un instante determinado, obtienen la energía suficiente para alcanzar el denominado **estado de transición**, donde aumenta la probabilidad de que se combinen o separen los enlaces químicos necesarios para obtener los productos de la reacción. A la cantidad de energía necesaria para que un mol de moléculas de los reactivos, a una temperatura determinada, alcance el estado transición y se pueda dar la reacción, se la llama **energía libre de activación (ΔG)**. Si el ΔG es menor que cero, la reacción se da de manera espontánea, esto es, no necesita del aporte de energía o trabajo por parte de la célula. Si es mayor, el proceso no es espontáneo y para que se realice la célula debe gastar energía.



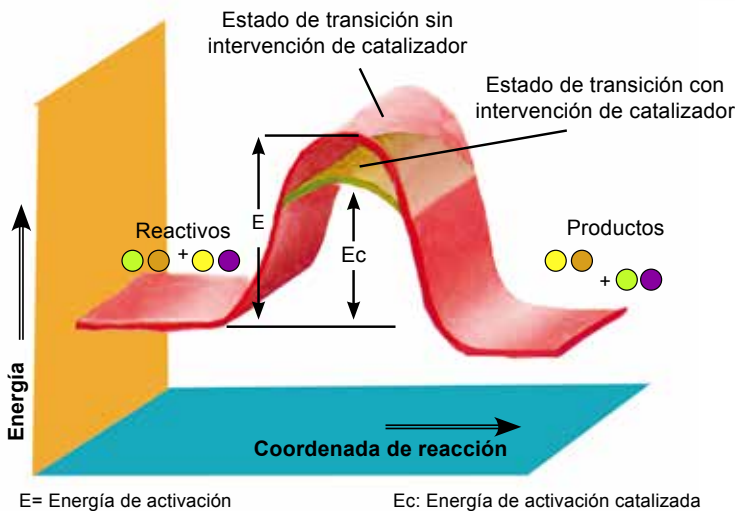
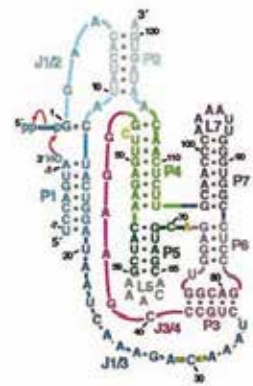
Proceso de activación enzimática

Entonces para que la reacción se produzca es necesario que los reactivos alcancen ese estado de transición. Las enzimas actúan para disminuir la cantidad de energía necesaria para lograrlo, con lo que la reacción aumenta la probabilidad y la velocidad a la que se lleva a cabo. Casi todos los procesos en las células necesitan enzimas para que ocurran; además al ubicarse en determinados sitios dentro de las estructuras celulares, también organizan las rutas metabólicas, haciendo que por ejemplo, dentro de una determinada organela se produzcan ciertas reacciones.



Enzimas

Las enzimas presentan una amplia variedad de funciones en los organismos vivos. Son indispensables en la transducción de señales y en procesos de regulación. También son capaces de producir movimientos de estructura celular como la de los flagelos. En relación al intercambio de materia y energía, intervienen en los procesos de transporte activo y sumamente importante es la función que prestan en la digestión de los organismos. Algunas enzimas son capaces de degradar moléculas grandes en otras más pequeñas. En la tabla, se describen los principales tipos de enzimas y su modo de acción.



E= Energía de activación

Ec: Energía de activación catalizada

Reacción enzimática

El túnel del tiempo



El químico francés Anselme Payen (1795-1871) a cargo de una fábrica de refinado de azúcar de remolacha, aisló una sustancia de un extracto de malta que aceleraba la conversión de almidón en glucosa. La denominó diastasa, siendo así el primer catalizador biológico aislado de un organismo vivo, que luego se llamaron enzimas. Posteriormente en 1836, se aisló la primera enzima de origen animal, la pepsina, que actúa en la digestión de alimentos.

Los principales tipos de enzimas	
Tipo de enzima	Esquema de reacción
Óxido-reductasas: catalizan reacciones de óxido-reducción, las que implican la ganancia (o reducción) o pérdida de electrones (u oxidación).	
Transferasas: transfieren grupos funcionales de una molécula a otra.	
Hidrolasas: rompen varios tipos de enlaces introduciendo radicales -H y -OH.	
Liasas: adicionan grupos funcionales a los dobles enlaces.	
Isomerasas: convierten las moléculas isómeras unas en otras.	
Ligasas o Sintetasas: forman diversos tipos de enlaces aprovechando la energía de la ruptura del ATP.	

Vocabulario



● Glucosa

Azúcar de seis carbonos utilizada por todos los organismos vivos como la principal fuente de energía celular.

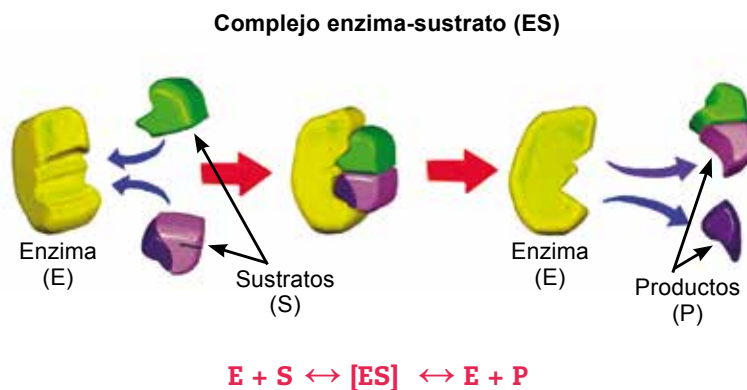
¿Sabías que?...



Las enzimas cumplen un papel central en la biotecnología de los alimentos. Los procesos más conocidos en los que intervienen son: la fermentación en productos panificados, en las bebidas alcohólicas (vino, cerveza) y en los lácteos (quesos, yogures). Distintas enzimas naturales y recombinantes se aplican en procesos y productos alimenticios como en la industria del almidón y del azúcar, en la fabricación de jarabes de glucosa y fructuosa de maíz y dextrosa.

Armar y desarmar. ¿Cómo actúan las enzimas?

Si bien desde el siglo XVIII se sabía de la participación de algunas sustancias como catalizadores biológicos, hubo que esperar mucho para comprender realmente el mecanismo de acción de las enzimas. De manera sintética podemos decir que casi todas las reacciones químicas de las células son catalizadas por enzimas, con la particularidad de que cada enzima cataliza solo una reacción, por lo que existirían tantas enzimas como reacciones en el interior celular. En una reacción catalizada por una enzima (E), los reactivos se denominan sustratos (S), es decir la sustancia sobre la que actúa la enzima. Por ejemplo, un sustrato es modificado químicamente y se convierte en uno o más productos (P). En algunas enzimas hay que agregar además la presencia de otro componente denominado cofactor, que puede ser tanto un elemento inorgánico como una molécula orgánica. Sin su presencia, la enzima es incapaz de realizar la catálisis de la reacción. Una reacción catalizada por una enzima, se representa de la siguiente manera (la doble flecha indica que es reversible):



Las moléculas del sustrato se unen a un sitio particular en la superficie de la enzima (denominado **sitio activo**) formando el complejo **enzima-sustrato** (ES), donde tiene lugar la catálisis. La estructura tridimensional de este sitio de unión, donde solo puede entrar un determinado sustrato es lo que determina la especificidad de la enzima. El acoplamiento es tal que E. Fisher (1894) enunció: “el sustrato se adapta al centro activo o catalítico de una enzima como una llave a una cerradura”. La conformación tridimensional del sitio de unión es debido a la **estructura tridimensional** de la proteína de la que está hecha la enzima.

Vocabulario

• Cofactor

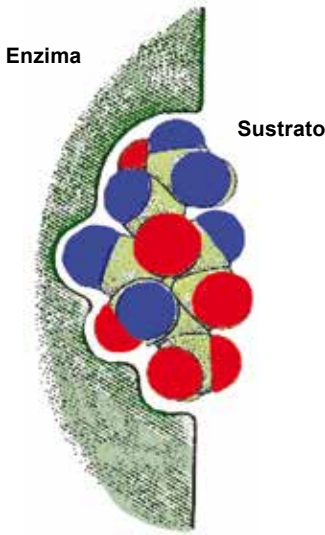
Es una molécula no proteica y de baja masa molecular, necesaria para la acción de algunas enzimas.

• Estructura tridimensional de la proteína

Estructura espacial de las proteínas debido a la unión de sus aminoácidos componentes.

¿Sabías que?...

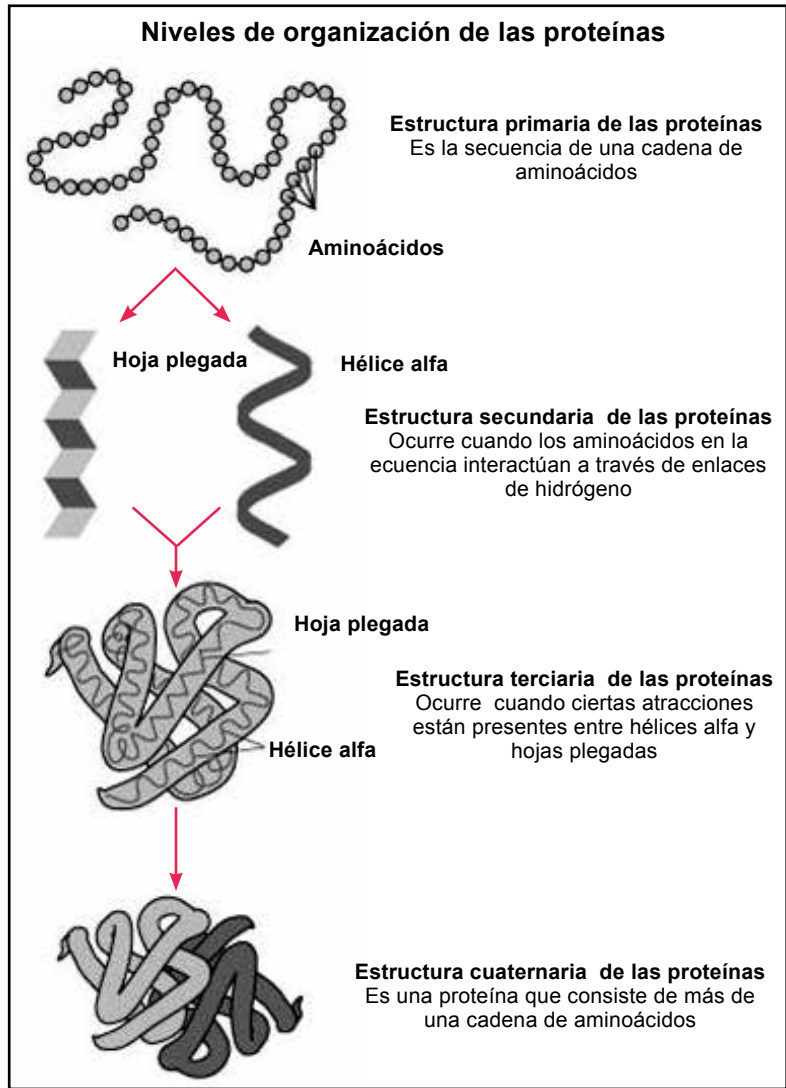
Las enzimas en la industria textil han tenido un fuerte impacto en los procesos productivos, por ejemplo en la producción de hebras, el hilado, tejido, acabado y fabricación de distintos productos. En este tipo de industrias las enzimas se pueden aplicar tanto al tratamiento de fibras proteicas naturales (lana y seda), como en fibras celulósicas (algodón, lino y cáñamo) y en fibras sintéticas.



Actividad



Hagan un modelo en tres dimensiones (con cartón, plastilina, arcilla, etc.) un sistema que explique la idea de “llave cerradura” aplicada al texto según la analogía de E. Fisher.



¿Qué función cumplen en los organismos y sus células?

Las enzimas son fundamentales para determinar el orden en que ocurren las reacciones químicas dentro de las células de los organismos. De esta manera según donde se ubiquen (membrana interna, citoplasma, interior de alguna organela, etc.) condicionan el lugar o compartimento celular donde las reacciones van a ocurrir. Por ejemplo, dado que las enzimas para la respiración celular de las eucariotas se encuentran en el interior de las mitocondrias, la misma no puede ocurrir en ningún otro sitio.

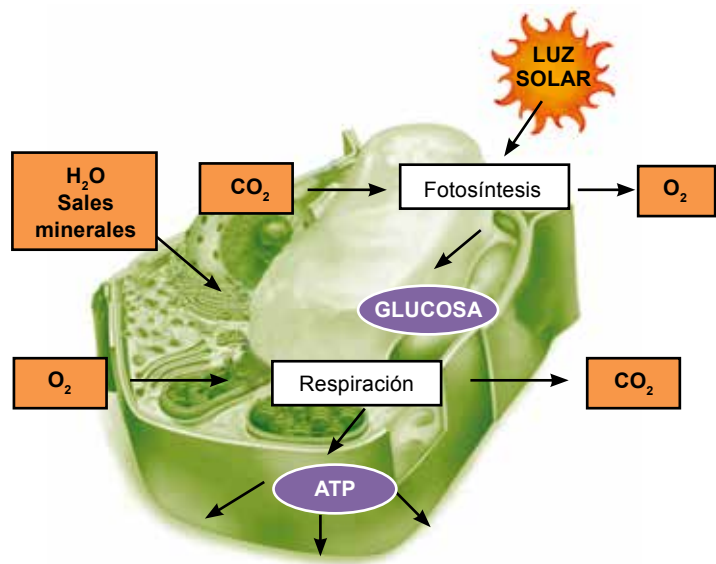
Es indudable entonces el papel que tienen las enzimas en la capacidad de metabolismo que poseen los organismos vivos: son las que determinan lo que le ocurre a la materia que ingresa en ellos por medio de los alimentos, y del movimiento de las sustancias dentro de las células. También a partir del encadenamiento de las reacciones catabólicas y anabólicas, permiten el ordenamiento espacial y temporal de las rutas metabólicas dando

como resultado los mapas metabólicos de cada grupo de organismos. Finalmente juegan un papel central en el flujo de la energía al catalizar las reacciones de síntesis y separación del ATP.

Vocabulario

• Homeostasis

Es la propiedad de un sistema de regular su ambiente interno para mantener una condición estable y constante.



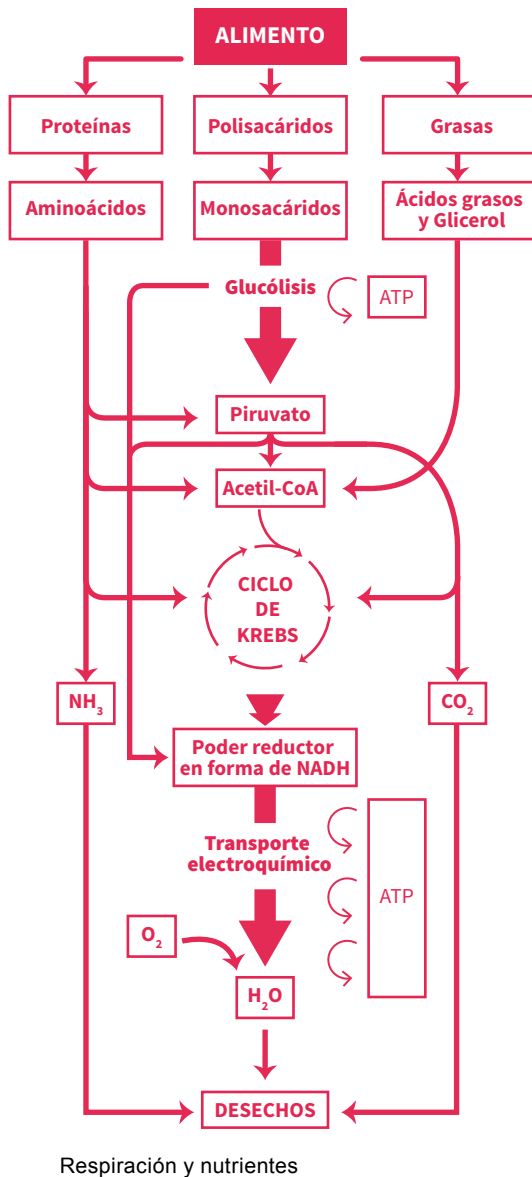
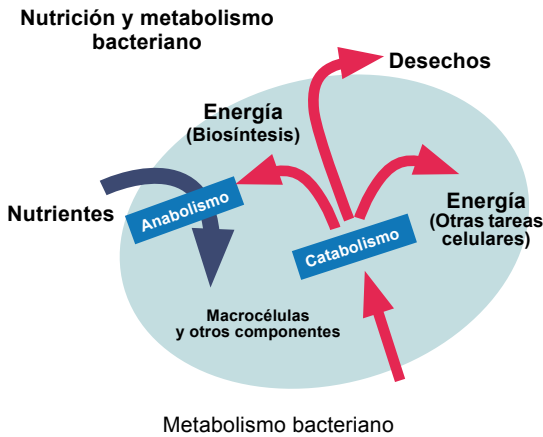
Esquema del metabolismo vegetal

Mediante los mecanismos de control enzimático, denominado **mecanismo de inhibición**, las células y los organismos pueden regular en qué momento obtener los productos de determinadas reacciones, por ejemplo, cuándo producir una determinada hormona, o cuándo degradar grasas para usar como combustible celular. Así todas las rutas y el mapa metabólico de un organismo o una célula presentan una **homeostasis** interna que evita el desorden químico o el gasto de energía en procesos que no son necesarios en un momento dado.

¿De dónde obtienen energía las células?

Para ir cerrando este capítulo entonces podemos sintetizar lo desarrollado hasta ahora.

- Los organismos destinan gran parte de su tiempo a alimentarse.
- El alimento es digerido y se obtienen los **nutrientes**, esto es, las sustancias que se necesitan para los procesos vitales.
- Los organismos poseen un conjunto de transformaciones químicas denominadas **metabolismo** que le permiten desarmar las macromoléculas que ingresan con los alimentos y usar esas moléculas menores directamente o sintetizar otras macromoléculas a partir de las mismas dentro de las células.
- En la mayoría de las reacciones biológicas intervienen **las enzimas**, proteínas capaces de aumentar las velocidades de la formación de productos a partir de determinados sustratos.
- Para obtener energía química utilizable por la célula, que se almacena en forma de ATP, se realiza una degradación de los nutrientes que se toman directamente del exterior o bien por degradación de otros compuestos que se han fabricado con esos nutrientes y que se almacenan como reserva.



No es fácil entonces para un organismo conseguir esos nutrientes. En el caso de los **unicelulares**, una vez introducidos en su interior por medio de la fagocitosis, las vesículas digestivas se encargan de degradar el alimento y liberar así al citoplasma los nutrientes y desechos resultantes. Los primeros quedan entonces disponibles para las reacciones metabólicas de las cuales son sustrato.

En el caso de los **multicelulares**, deben ingerir alimentos. Cada especie posee requerimientos específicos, sin embargo los grandes grupos de organismos poseen ciertas necesidades nutricionales en común. Vimos en el capítulo 2 que por ejemplo, los organismos pluricelulares del Reino Animal se alimentan principalmente de moléculas complejas (proteínas, lípidos, glúcidos), las cuales se degradan a lo largo del tracto intestinal, de modo que a las células llegan sustancias de menor complejidad que los ingeridos. Estas son metabolizadas a moléculas simples y la energía obtenida en este proceso (retenida en su mayoría en el ATP) conforman los elementos precursores para la síntesis de los componentes celulares.

Todos los organismos necesitan la presencia de unos compuestos imprescindibles para lograr que a las células lleguen los nutrientes necesarios: las **enzimas digestivas**. Ya sea alojadas en el interior de las organelas digestivas de los seres unicelulares, como a lo largo de todo el tubo digestivo de los organismos más complejos, existe un grupo de enzimas denominadas digestivas, que son las responsables de la digestión de los alimentos para la obtención de los nutrientes celulares (ver tabla, p. 103). Existen sin embargo algunos grupos de organismos, como los hongos, que realizan este proceso exteriormente, liberando las enzimas al medio para luego ya ingerir directamente los nutrientes.

¿Un organismo o célula es capaz de sintetizar todos los nutrientes que necesita? La respuesta es no. Existen los denominados **nutrientes esenciales**, que son sustancias que no pueden ser sintetizadas por el organismo, pero que son necesarias para el funcionamiento de este. Entre ellos se encuentran algunas vitaminas, minerales, ácidos grasos y aminoácidos. Los organismos están obligados a ingerirlos en los alimentos, de lo contrario entran en un déficit nutricional que puede traer consecuencias serias para ellos.

Por último entonces hay que mencionar que cada grupo de organismos presenta un esquema metabólico general donde queda representado el destino de los componentes de los alimentos luego de ser degradado en los distintos nutrientes, para la obtención de la energía necesaria para que la célula realice sus procesos vitales.

Principales enzimas digestivas del ser humano, sitio de síntesis, sustrato y productos		
Enzima	Órgano que la secreta	Sustrato y producto
Amilasa salival	Glándulas salivales paróditas.	Digiere el glucógeno, almidón para formar azúcares simples. Produce maltosa dextrinas, malto. triosa.
Lipasa lingual	Glándula salival	Actúa sobre triglicéridos.
Pepsina	Estómago	Actúa sobre proteínas, cortando junta a los aminoácidos aromáticos.
Lipasa gástrica	Estómago	Actúa sobre triglicéridos, produce ácidos grasos y glicerol.
Tripsina	Páncreas	Separa proteínas, forma péptidos por hidrólisis, también forma aminoácidos.
Quimo tripsina	Páncreas	Actúa sobre los enlaces peptídicos en el extremo carboxilo de aminoácidos.
Elastasa	Páncreas	Degrada fibras elásticas.
Carboxipeptidasa A	Páncreas	Actúa sobre extremos carboxilos con cadenas laterales ramificadas aromáticas.
Colipasa	Páncreas	Facilita la exposición del sitio activo de la lipasa pancreática.
Lipasa pancreática	Páncreas	Digiere lípidos, cataliza la hidrólisis de triglicéridos a glicerol.
Amilasa pancreática	Páncreas	Actúa sobre lípidos generando mono glicéridos, ácidos grasos, almidón y glucosa.
Ribonucleasas	Páncreas	Actúa sobre nucleótidos de ARN.
Fosfolipasa	Páncreas	Actúa sobre fosfolípidos produciendo glicerol.
Enteropeptidasa	Intestino delgado	Actúa sobre el tripsinogeno para producir tripsina.
Aminopeptidasa	Intestino delgado	Rompe proteínas amino-terminales.
Carboxipeptidasas	Intestino delgado	Rompe proteínas carboxi-terminales.
Endopeptidasas	Intestino delgado	Rompe proteínas en las porciones medias del polipeptido.
Dipeptidasas	Intestino delgado	Actúa sobre dipeptidos para formar dos aminoácidos.
Maltasa	Intestino delgado	Actúa sobre la maltasa generando glucosa.
Lactasa	Intestino delgado	Actúa sobre la lactasa generando galactosa y glucosa.
Sacarasa	Intestino delgado	Actúa sobre la sacarosa para producir fructosa y glucosa.
Alfa-dextrinasa	Intestino delgado	Actúa sobre alfa-dextrina para producir glucosa.
Trehalasa	Intestino delgado	Actúa sobre trehalosa para producir glucosa.



Acción de las enzimas salivales sobre el almidón

El almidón está conformado por moléculas de glucosa. Ambas sustancias se pueden hacer reaccionar en el laboratorio escolar con reactivos específicos a fin de demostrar su presencia en un sistema. El reactivo de lugol reacciona frente al almidón y el de Felhing lo hace en presencia de glucosa.

1) Para trabajar necesitan:

- pipetas • tubos de ensayo • gradilla • vaso de precipitados • agua destilada a 40°
- reactivo de lugol • solución de almidón al 5%

2) Acciones

- Viertan 10 ml de solución de almidón en un tubo de ensayo rotulado como "A".
- Recojan 10 ml de saliva en un tubo de ensayo limpio, agreguen 10 ml de solución de almidón y rotulen como "B".
- En ambos tubos agreguen unas gotas de reactivo de lugol.
- Registren las observaciones que les parezcan relevantes en una tabla o matriz diseñada por ustedes mismos.
- Dejen ambos tubos más de 30 minutos en reposo a baño María garantizando la temperatura necesaria, que es entre 37° y 40°.
- Nuevamente registren las observaciones pasado el tiempo estipulado.

3) Intercambio, discusión, reflexión

- Enumeren los elementos que tienen en común ambos sistemas bajo estudio.
- ¿Por qué insistimos en la temperatura constante?
- Expliciten la diferencia del contenido entre el tubo A y el B. Esta fue nuestra variable.
- ¿Con qué alimentos se puede suplantar al almidón propuesto por el texto? Citen al menos cinco.
- Justifiquen los resultados del práctico.
- En la puesta en común con otros grupos, objetiven el diseño del elemento de registro que utilizaron.

Este práctico puede contener una segunda etapa. Agregando a ambos tubos reactivo de Felhing A y B, calentando como lo necesita este reactivo, se comparan ambos tubos.

La primera prueba es para alterar el almidón con la acción de las encimas salivares. En la segunda se hacen reaccionar los productos con reactivo de Felhing para identificar sub-productos de la acción enzimática.

En el capítulo 2 te propusimos modificar el práctico "Importancia de la masticación" y repetirlo con la enzima pepsina sobre carne en un medio ácido. Se pueden realizar con diferentes variables como solo pepsina, solo un medio ácido, y un tercer sistema, pepsina en medio ácido, para reforzar las condiciones necesarias del accionar de las enzimas.

En el portal Educ.ar. (Portal educativo del Estado argentino) encontrarán variaciones de esta y otras actividades de laboratorio similares sobre acción de las enzimas.



Muestra distribuida por la editorial