

CLASE 3 – MÓDULO V

Hola nuevamente, ya hemos avanzado un gran camino.

Estamos muy contentos que nos hayas acompañado hasta esta parte del módulo.

¡Vamos a seguir aprendiendo!

¿QUÉ NOS PROPONEMOS ESTA TERCERA CLASE?

Durante esta clase estudiaremos los procesos metabólicos que ocurren en todas las células, conoceremos los procesos de transporte, ingreso y egreso de sustancias en las células y trataremos de comprender los procesos básicos de obtención y liberación de energía en los seres vivos.

¿Cómo citar esta clase?

Programa Oportunidad@des, Dirección de Educación de Jóvenes y Adultos, Consejo General de Educación de Entre Ríos, 2018. Ciencias Naturales, Módulo V, Clase 3.



METABOLISMO ENERGÉTICO DE LAS CÉLULAS

La energía se define como la capacidad de realizar trabajo. Desde la Física es lo que ocurre cuando una fuerza opera sobre un cuerpo a lo largo de una distancia, pero desde el punto de vista bioquímico, la energía implica la capacidad de **cambio**. Todos los seres vivos y cada una de sus células requieren energía para crecer, moverse, transportar compuestos a través de las membranas, sintetizar diferentes moléculas, etc.

La **fente primera de energía** disponible para los seres vivos es el **sol** y a partir de allí se genera un flujo de energía que recorre a las plantas y los organismos capaces de fotosintetizar (productores o primeros eslabones de las cadenas tróficas), que transforman la energía lumínica en energía química y la almacenan en forma de compuestos químicos que serán utilizados por los seres vivos que se alimentan de ellos (consumidores primarios), el flujo continúa hacia los seres vivos que depredan a los individuos del nivel anterior (consumidores de segundo nivel), y así sucesivamente.

De la energía absorbida por la tierra menos de un 1% es empleada por los seres vivos fotosintetizadores para impulsar, a partir de ellos, todos sus procesos vitales y los de las cadenas alimenticias que parten de ellos y sostienen la vida en la tierra.

METABOLISMO

En las células las transformaciones o cambios de energía están relacionados a transformaciones químicas. **La actividad química total de un organismo se**

denomina metabolismo y consiste en miles de reacciones químicas. Estas reacciones pueden ordenarse en una serie de pasos, que comúnmente se llama vía metabólica. Cada vía sirve a una función en la vida global de la célula o del organismo. Algunas vías metabólicas tienen muchos pasos en común, por ejemplo, las que están vinculadas con la síntesis de los aminoácidos o de las distintas bases nitrogenadas.

La mayor parte del metabolismo es notablemente similar aun en los organismos más diversos; las diferencias en muchas de las vías metabólicas de la gran mayoría son muy leves. Algunas vías, por ejemplo la glucólisis (degradación de la glucosa) y la respiración están en casi todos los sistemas vivos y ocurren de manera similar.

En las células de todos los organismos se producen dos tipos de reacciones metabólicas: **anabólicas** y **catabólicas** (figura 1).

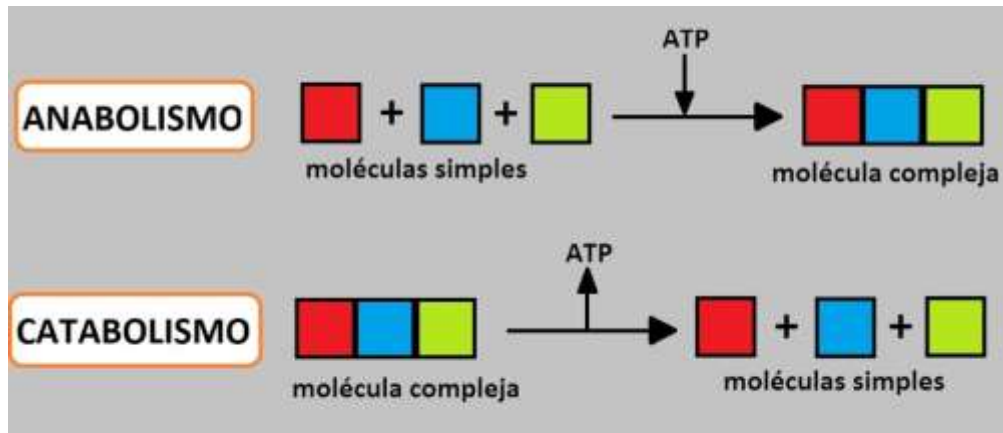


Fig. 1 - Reacciones metabólicas

PARA APRENDER MÁS: EL ATP

La energía que se libera en los procesos metabólicos no queda “suelta” en interior de la célula, sino que existe una molécula que se encarga de recibirla y entregarla cuando se requiera. Esta sustancia es el **ATP** o **Adenosín trifosfato**. Esta molécula es un nucleótido formado por un azúcar de cinco carbonos o pentosa, una base nitrogenada (adenina) y tres grupos fosfato.

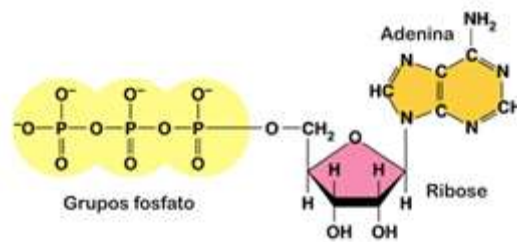


Fig. 2 – Estructura del ATP

LAS ENZIMAS

Las enzimas son catalizadores biológicos muy potentes y eficaces, que químicamente son proteínas. Un catalizador es una sustancia que acelera una reacción química, hasta hacerla instantánea o casi instantánea. Las enzimas actúan en pequeña cantidad y se recuperan indefinidamente ya que estas moléculas no son alteradas luego de cumplir su función. La presencia de las enzimas es fundamental para que las reacciones químicas puedan ocurrir dentro de una célula viva. Prácticamente todas las reacciones químicas que tienen lugar en una célula involucran enzimas.

Las características más sobresalientes de las enzimas son:

- **Especificidad de sustrato:** el sustrato (S) es la molécula sobre la que la enzima ejerce su acción catalítica.

- **Especificidad de acción:** implica que cada reacción es catalizada por una enzima específica.
- Durante la acción enzimática se forma un complejo que representa el estado de transición entre el sustrato o producto inicial y el producto final (figura 3).

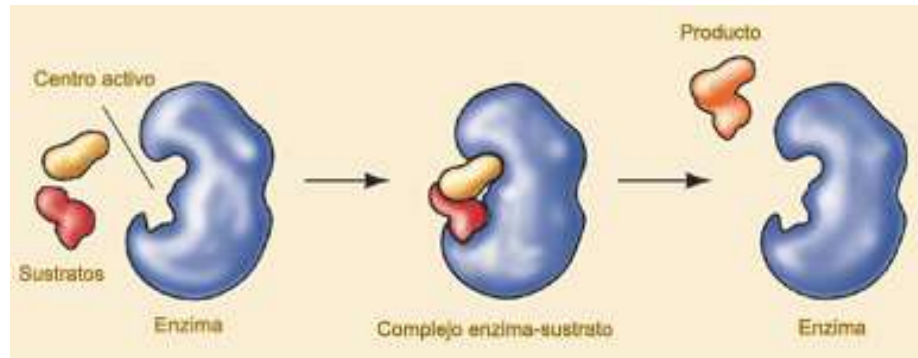


Fig. 3 - Acción de una enzima

Las reacciones metabólicas mediadas por enzimas deben producirse en un determinado momento y a una velocidad apropiada de acuerdo a los requerimientos celulares.

Hoy en día las enzimas están presentes en muchas acciones cotidianas. No solo cumplen sus importantes funciones en los procesos biológicos, sino que también forman parte de los **procesos industriales** y de las **actividades domésticas**. Por ejemplo, al lavar la ropa muchas veces las enzimas son las que hacen el “trabajo sucio” de sacar las manchas. Por este motivo las enzimas ocupan un papel importante en los mercados industriales.

Las enzimas son biocatalizadores, que aceleran los procesos de degradación, transformación o fabricación de sustancias. Las enzimas que **se usan industrialmente** son producidas en grandes cantidades por bacterias y hongos que se cultivan en tanques llamados *fermentadores*. Las enzimas se utilizan con el objetivo de reemplazar a los compuestos sintéticos, minimizar el uso del agua y el

consumo de energía, ya que antes las manchas sólo podían ser removidas con blanqueadores y altas temperaturas.

Para cerrar esta parte de la clase, te invitamos a que visites el link que aparece debajo donde encontrarás un breve video para repasar y ampliar información sobre las enzimas.



LA CÉLULA COMO SISTEMA ABIERTO: EL INTERCAMBIO DE SUSTANCIAS

Las células, al igual que todos los organismos, también son sistemas abiertos que intercambian materia, energía e información. Gran parte de este intercambio se hace a través de la membrana plasmática, mediante la cual se selecciona y controla lo que ingresa y sale de la célula. El transporte a través de las membranas resulta muy importante para poder mantener el funcionamiento celular.

Este transporte, a través de las membranas, se realiza con dos fines: el primero es reconstituir y abastecer a la célula de los materiales necesarios para su mantenimiento, crecimiento y reproducción. El segundo es proveer de los materiales para producir la energía necesaria para el trabajo celular.

Muchas moléculas ingresan y egresan constantemente de la célula. La imagen de la derecha (figura 4) ilustra un poco la gran variedad de moléculas que viajan

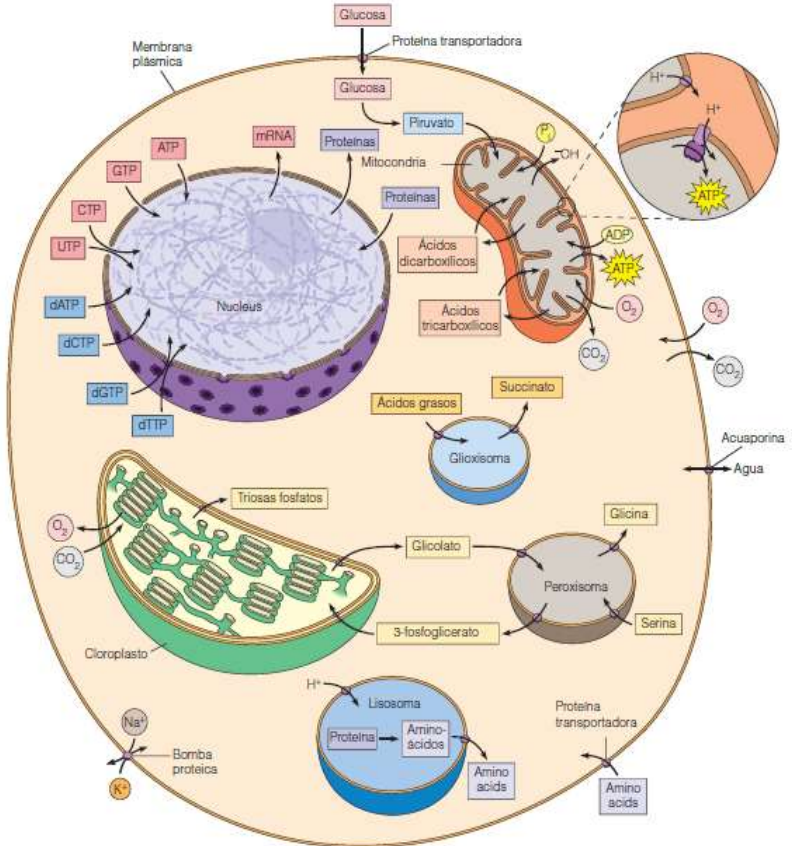


Fig. 4 - Transporte en una célula

constante mente por los diferentes compartimientos celulares y a través de las membranas.

El pasaje de los materiales a través de la membrana depende o está condicionado por su tamaño, su concentración, su carga y su afinidad con el agua. Si el pasaje de las sustancias no conlleva gasto energético para la célula hablamos de **transporte pasivo**, mientras que si para poder ingresar o salir se necesita de energía hablamos de **transporte activo**.

TRANSPORTE PASIVO

Este tipo de transporte a través de la membrana se produce **sin gasto de energía**. Esto se debe a que utiliza el gradiente de concentración de las moléculas, donde estas pasan de un lugar de mayor concentración a uno de menor concentración. Dentro de este tipo de transporte podemos identificar tres tipos de transporte: la difusión simple, la ósmosis y la difusión facilitada (figura5).

Para aprender sobre los tipos de transporte pasivo te invitamos a que visites el link que aparece debajo, donde podrás ver un breve video sobre este tipo de pasaje de sustancias.



TRANSPORTE ACTIVO

Como mencionamos, hay casos en los que el transporte de sustancias implica el **gasto de energía** por parte de la célula. Este gasto se produce ya sea porque las partículas pasan en contra de gradiente de concentración o bien porque se incorporan moléculas de gran tamaño mediante lo que llamamos transporte en masa.

Los mecanismos de transporte activo mediante transportadores por lo general utilizan energía en forma de ATP. Estos pueden dividirse en dos categorías. El **transporte activo primario** que utiliza directamente una fuente de energía química para mover las moléculas a través de la membrana en contra de su gradiente. Por el otro lado, se encuentra el **transporte activo secundario** o **cotransporte**, el cual utiliza un gradiente electroquímico generado por el transporte activo, como fuente de energía para mover moléculas contra su gradiente y, por lo tanto, no necesita directamente el gasto de ATP.

Uno de los complejos de transporte más importantes en las células eucariotas animales es la **bomba sodio-potasio**, que transporta Na^+ (sodio) hacia afuera de las células y K^+ (potasio) hacia adentro de ellas, en un ciclo repetitivo de cambios de forma en las proteínas. En cada ciclo salen tres iones sodio y entran dos iones potasio. Para aprender más sobre esto da click al link de la derecha y observa el video que allí aparece.



Cuando las moléculas a transportar son muy grandes o de alto peso molecular las células utilizan un mecanismo que conlleva la participación de pequeñas “bolsas” o **vesículas** y es lo que llamamos **transporte en masa**. Cuando el transporte es hacia el interior de las células hablamos de **endocitosis** mientras que cuando es hacia el exterior hablamos de **exocitosis** (figura 5).

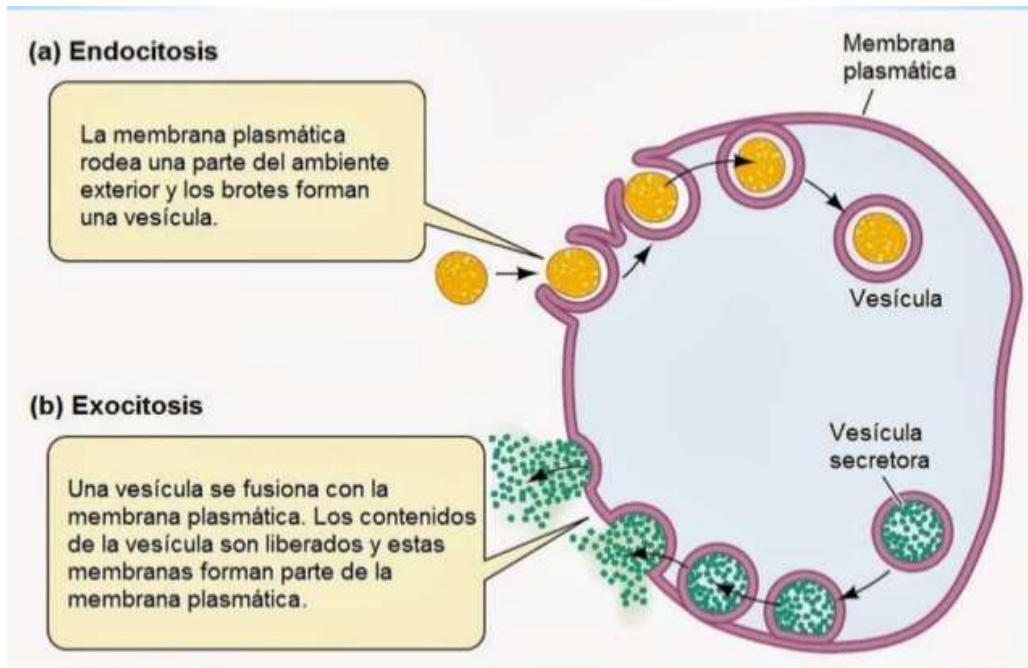


Fig. 5 – Transporte en masa



RESPIRACIÓN CELULAR Y FERMENTACIÓN

La **respiración celular** es el conjunto de reacciones bioquímicas que ocurre en la mayoría de las células, en las que el ácido pirúvico (piruvato) producido generalmente por la glucólisis se desdobra a dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) y se producen 36 moléculas de ATP. Es un proceso catabólico básico dentro de la nutrición celular.

La fórmula general de la respiración queda expresada mediante la siguiente fórmula: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ y se liberan 36 moléculas de ATP.

La respiración celular es una parte del metabolismo, concretamente del catabolismo, en la cual la energía contenida en distintas biomoléculas, como los glúcidos o los lípidos, es liberada de manera controlada. Durante la respiración, una parte de la energía libre desprendida en estas reacciones exotérmicas es incorporada a la molécula de ATP, que puede ser a continuación utilizada en los procesos endotérmicos, como son los de mantenimiento y desarrollo del organismo (anabolismo).

La respiración celular puede dividirse en dos tipos, según la participación o no del oxígeno:

- **Respiración aeróbica:** este tipo de respiración hace uso del O_2 comoceptor último de los electrones desprendidos de las sustancias orgánicas. Es la forma más extendida de respiración.
- **Respiración anaeróbica:** en este tipo de respiración no interviene el oxígeno, sino que se emplean otros aceptores finales de electrones, muy

variados, generalmente minerales y, a menudo, subproductos del metabolismo de otros organismos. Un ejemplo de aceptor es el SO_4^{2-} (anión sulfato), que en el proceso queda reducido a H_2S (ácido sulfhídrico).

La glucosa es la principal molécula que se utiliza como fuente de energía. En el interior de las células es degradada hasta obtener, dióxido de carbono, agua y energía en forma de ATP. En presencia de oxígeno la glucosa es degradada en dos etapas principales que son la glucólisis y la respiración celular que a su vez se divide en ciclo de Krebs y la cadena respiratoria.



Como mencionamos, también es posible el proceso de obtención de energía sin la presencia de oxígeno, lo que llamamos **respiración anaeróbica**. En ausencia de oxígeno, el ácido pirúvico producto de la glucólisis puede ser utilizado para formar otros compuestos como el alcohol etílico, el ácido láctico o el ácido acético. La formación de cualquiera de estos productos depende del tipo de células que participan en estos procesos.

Algunos organismos como las levaduras pueden reproducirse tanto en condiciones aeróbicas como anaeróbicas. En condiciones sin oxígeno, las levaduras, transforman en ácido pirúvico en **alcohol etílico** o etanol, hecho que se conoce como **fermentación alcohólica**. Durante este tipo de fermentación la

ganancia neta de energía es de tan solo dos ATP. La fermentación alcohólica es un proceso muy utilizado en la obtención de bebidas alcohólicas como el vino.

Algunas células, en condiciones de anaerobiosis, pueden transformar el ácido pirúvico en **ácido láctico**, hecho que se conoce como **fermentación láctica**. Durante este proceso la ganancia energética también es de tan solo dos ATP. Este proceso es llevado a cabo por diferentes tipos de células, por ejemplo las bacterias que se utilizan en la producción de algunos productos lácteos como el yogurt.

En ciertos casos, nuestras células musculares cuando el oxígeno escasea, como durante un ejercicio intenso, pueden acudir a este tipo de fermentación para satisfacer rápidamente la necesidad energética de las células del tejido y poder seguir trabajando. Esto es lo que produce la fatiga muscular, ya que el ácido láctico que se forma queda acumulado dentro de las células.

La figura 6 que aparece en la siguiente página muestra los procesos de fermentación alcohólica y láctica de manera resumida.

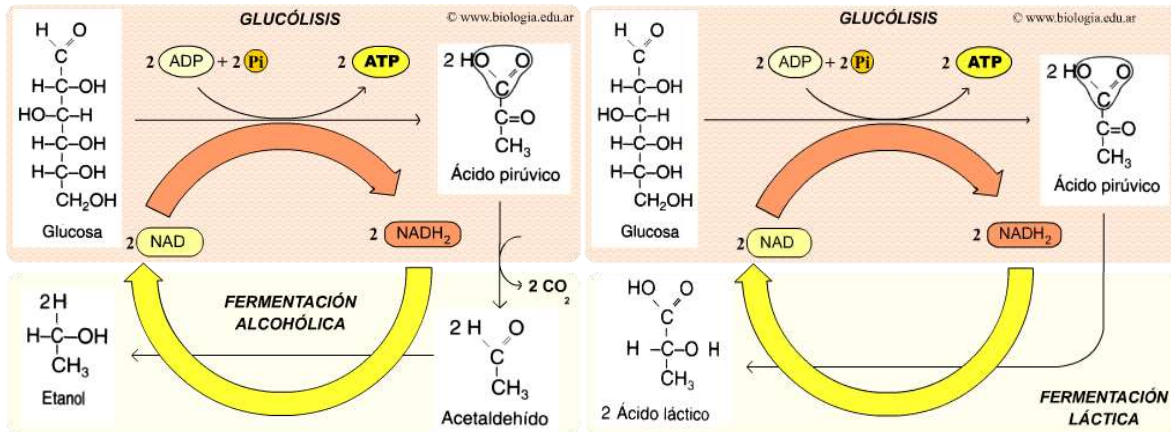


Fig. 6 - Fermentación alcohólica y láctica

FOTOSÍNTESIS

Como vimos en la semana I de esta clase, la fotosíntesis es un proceso de tipo anabólico. Dada su importancia biológica, podemos decir que es el proceso que mantiene la vida en nuestro planeta. Los productores son los encargados de realizar este proceso de transformación de la materia inorgánica en materia orgánica y al mismo tiempo convertir la energía solar en energía química.

La ecuación general de este proceso que representada mediante la siguiente fórmula: $6\text{CO}_2 + 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

En las plantas, la fotosíntesis ocurre en organelas celulares específicas llamadas cloroplastos. En plantas terrestres estas organelas están más presentes en hojas y tallos verdes (los tallos leñosos tienen células muertas que forman la corteza).

El proceso de fotosíntesis ocurre en 2 etapas, la primera, llamada etapa foto dependiente, ocurre sólo en presencia de luz y la segunda, llamada etapa bioquímica o ciclo de Calvin, ocurre de manera independiente de la luz. La **figura 7** resume ambas fases que ocurren durante la fotosíntesis.

Fase dependiente de la luz o fotoquímica: Los hechos que ocurren en esta fase de la fotosíntesis se pueden resumir en estos puntos:

1. Síntesis de ATP o fotofosforilación
2. Síntesis de poder reductor NADPH
3. Fotólisis del agua

Los pigmentos presentes en los tilacoides de los cloroplastos se encuentran organizados en conjuntos llamados fotosistemas (formados por más de 200 moléculas de pigmentos); la luz captada en ellos por pigmentos que hacen de antena, es llevada hasta la molécula de "clorofila diana" que es la molécula que se oxida al liberar un electrón, el cual es lanzado a un nivel energético más alto.

Esos electrones irán pasando por una serie de transportadores en cuyo recorrido liberarán energía que permite sintetizar ATP.

Como resultado de este salto energético de electrones se oxidan moléculas de agua que llevan a la reducción del NADP (nicotinamida adenina dinucleótido fosfato), a NADPH. Tanto el ATP como los NADPH serán utilizados en la etapa bioquímica de la fotosíntesis,

Fase independiente de la luz o ciclo de Calvin: esta fase ocurre en el estroma de los cloroplastos, durante esta fase se va a utilizar la energía química producida en la fase dependiente de la luz (ATP y NADPH), se van a reducir moléculas de CO₂, nitratos y sulfatos, y se van a asimilar los bioelementos C, H, y S; con el fin de sintetizar glúcidos, aminoácidos y otras sustancias. Las plantas obtienen el CO₂ del aire a través de los estomas de sus hojas. El proceso de reducción del carbono es cíclico y se conoce como Ciclo de Calvin., en honor de su descubridor M. Calvin.

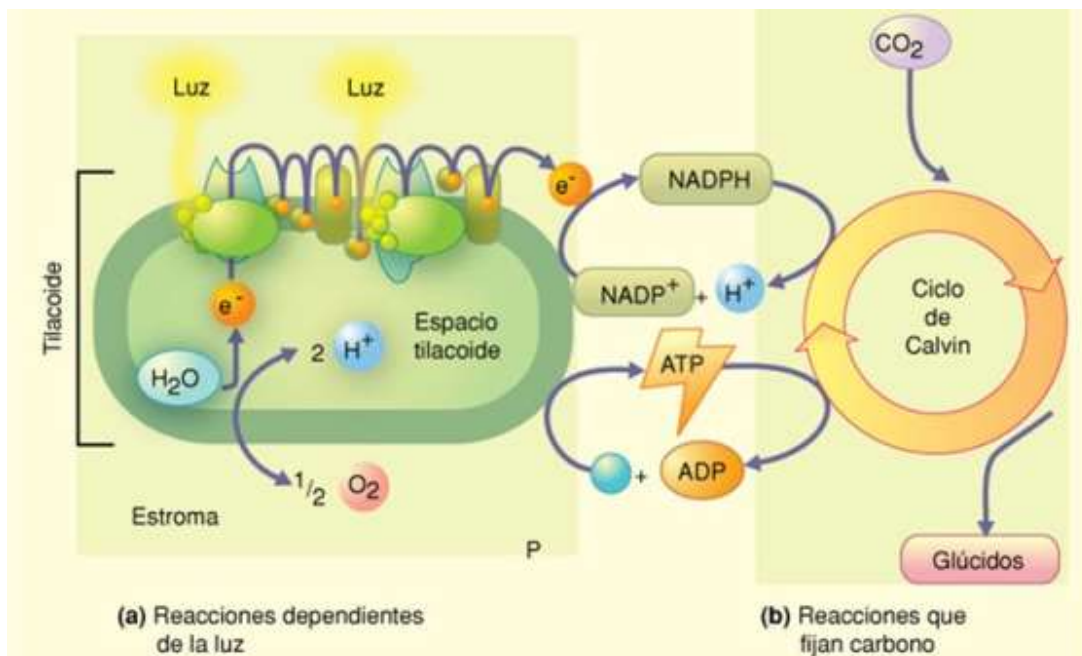


Fig. 7 - Etapas de la fotosíntesis

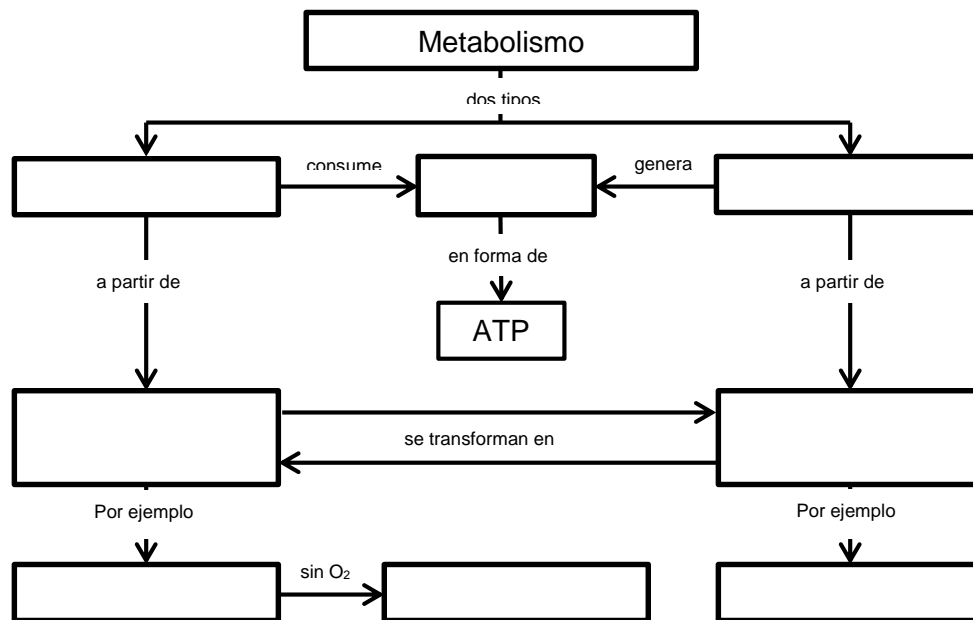
La fotosíntesis es seguramente el proceso bioquímico más importante de la Biosfera por varios motivos: primeramente, permite la **síntesis de materia orgánica** a partir de la inorgánica que luego irá pasando de unos seres vivos a otros mediante las cadenas tróficas, para ser transformada en materia propia por los diferentes seres vivos.

En segundo lugar produce la **transformación de la energía luminosa en energía química**, necesaria y utilizada por los seres vivos. En tercer término, durante la fotosíntesis se **libera oxígeno**, que será utilizado en la respiración aerobia como oxidante. Y por último se considera que la fotosíntesis fue causante del **cambio producido en la atmósfera primitiva**, que era anaerobia y reductora.



ACTIVIDADES DE INTEGRACIÓN

- 1- A continuación, comenzamos a hacer un esquema conceptual integrando los contenidos de las tres semanas que permita tener una visión global de los procesos metabólicos. En base a tus conocimientos nuevos **completa** los espacios vacíos con las palabras del cajón inferior.



Compuestos complejos – respiración - energía - Catabolismo - Compuestos simples
- Anabolismo - fotosíntesis - fermentación

- 2- **Busca** en el libro de Anatomía de la biblioteca digital y **define** los siguientes conceptos: medio isotónico, hipotónico e hipertónico; plasmólisis y turgencia. ¿Cómo se relacionan estos conceptos?
- 3- El plasma sanguíneo y los glóbulos rojos poseen la misma concentración, por lo que se considera que el medio líquido externo es isotónico respecto del citoplasma de estas células. Si aislamos los glóbulos rojos y los

colocamos en agua destilada, que carece de solutos. ¿Qué crees que ocurrirá con los glóbulos rojos? ¿Qué tipo de transporte es el responsable?

- 4- Algunos microorganismos protistas como el paramecio, poseen unas vacuolas contráctiles que se encargan de regular el contenido de agua de la célula. Este proceso requiere de energía. ¿**Cómo clasificarías** este tipo de transporte?
- 5- **Completa** el siguiente cuadro comparativo con las etapas de la respiración celular. Ten en cuenta donde ocurre cada una, los productos que ingresan y los productos que se obtienen.

Etapa	Lugar donde ocurre	Producto inicial	Producto final
		Glucosa	Piruvato, ATP

- 6- **Lee** el siguiente texto y luego **responde**

“Levaduras que producen más etanol, y más rápido”

“Un grupo de investigadores del MIT modificó genéticamente levaduras para mejorar la velocidad y eficiencia del proceso de producción de etanol. Usado actualmente como un aditivo de la gasolina para mejorar su combustión, el etanol se propone como uno de los sustitutos del petróleo. Pero hay ciertos obstáculos en la obtención del etanol, como por ejemplo, que los niveles altos de este alcohol resultan tóxicos para las levaduras que lo producen. Manipulando el genoma de las levaduras, lograron una nueva cepa capaz de tolerar niveles muy altos de etanol, y que además lo produce mucho más rápido. Esta vez los investigadores modificaron la información genética correspondiente a factores de transcripción, proteínas que a su vez controlan la fabricación de proteínas a partir de otros genes, en este caso, los involucrados en la tolerancia al etanol. El uso de esta cepa podría impactar en gran medida la producción industrial de etanol.” (Fuente: Novedades del sitio www.argenbio.org).

- a. ¿A qué industria beneficiará este adelanto científico?
- b. ¿Qué tipo de metabolismo y proceso es el que realizan las levaduras?
- c. ¿Cuál era el problema que impulsó el desarrollo de estas nuevas cepas de levaduras?
- d. ¿Cómo se te ocurre que este desarrollo podría impactar en la industria del vino?

BIBLIOGRAFÍA

- Audesirk, T. y otros. 2008. Biología. La vida en la Tierra. Pearson Educación, 1024p.
- Becker, W. M. y otros. 2007. El mundo de la célula. Pearson-Addison Wesley, 576p.
- Bocalandro, N. y otros. 2012. Biología 4 ES. Intercambio de materia y energía, de la célula al ecosistema. Estrada, 280p.
- Bretón, A. y otros. 2010. Cuadernos de apoyo al ingreso. P.V.U. "Acercando a los jóvenes al ingreso e inserción a la educación Universitaria".
- Chang Raymond y K. A. Goldsby. 2013. Química. Mc Graw Hill, 1107p.
- Curtis, H., y otros. 2006. Biología. Editorial Médica Panamericana, 1588p.
- Di Sciullo, A y otros. 2017. Avanza #Ciencias Naturales. La interacción y la diversidad de los sistemas biológicos. Los materiales y sus transformaciones. Energías, cambio y movimiento. La tierra y el Universo. Kapelusz, 224p.
- Marieb. E.N. 2008. Anatomía y Fisiología Humana. Pearson-Prentice Hall, 655p.
- Programa Educativo Argen-Bio. "El Cuaderno de Por Qué Biotecnología". Disponible en: <http://www.porquebiotecnologia.com.ar/index.php> Visitado el 21/05/2018.

Créditos figuras:

Figura 1: Tomado de:

<http://bioquimicaunimag.blogspot.com.ar/2017/04/metabolismo.html>

Figura 2: Tomado de:

<http://bioquimicaunimag.blogspot.com.ar/2017/04/metabolismo.html>

Figura 3: Tomada de:

<http://bioquimicaunimag.blogspot.com.ar/2017/04/metabolismo.html>

Figura 4: Tomado de Becker, W. y otros; 2007

Figura 5: <https://es.slideshare.net/AcademicoDE/transporte-celular-46016263>

Figura 6: Tomado de:

<http://respiracioncelularsd.blogspot.com.ar/2010/08/fermentacion-lactica-y-alcoholica.html>

Figura 7: Adaptado de:

<http://launidaddelavida.blogspot.com.ar/2016/12/fotosintesis-luz-y-vida.html>