

BIOLOGÍA-FICHA 11

TRANSPORTE CELULAR: LA MEMBRANA

La membrana celular es la pared que poseen las células. También llamada membrana plasmática, alberga una masa protoplasmática que contiene otros elementos como núcleo u organelos. Su función es la de proteger y conservar la integridad de la célula. Además de su función principal, la membrana plasmática o plasmalema también ayuda a la permeabilidad selectiva sirviendo de muralla protectora contra moléculas no deseadas y permitiendo que otras puedan pasar al interior de la célula.

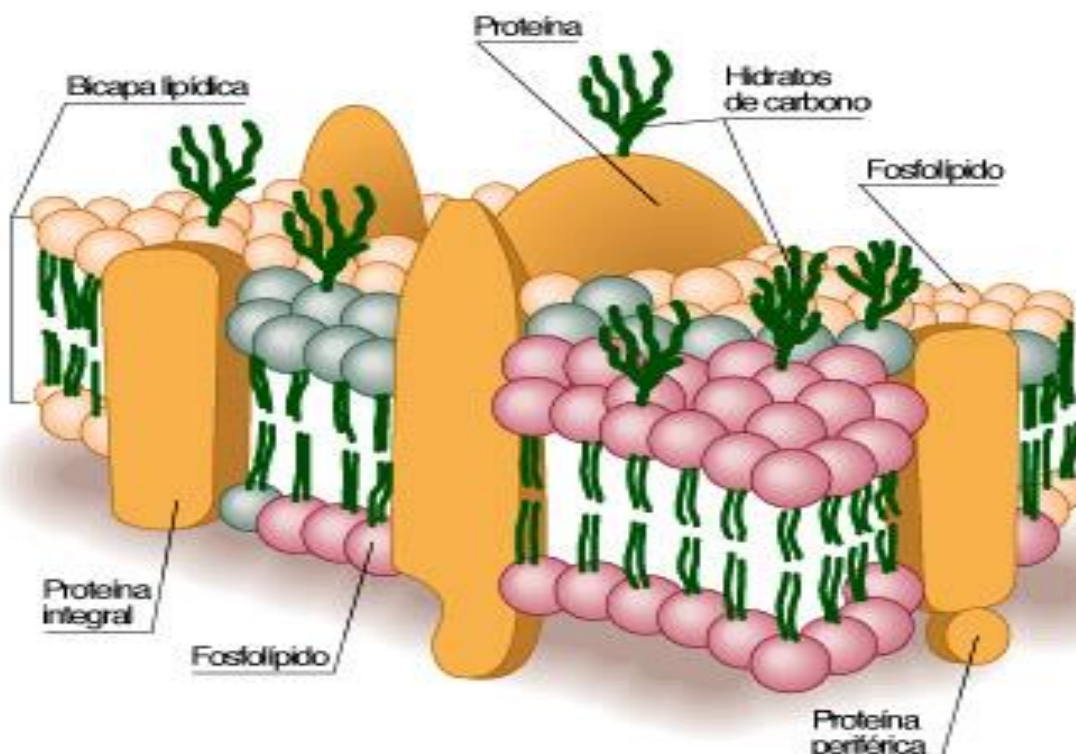
La membrana celular se caracteriza por promover la interacción con los elementos dentro del citoplasma, desencadenando las respuestas deseadas que definen su individualidad. Gracias a su estructura, también es la que permite la transferencia de señales al interior y al exterior de la célula.

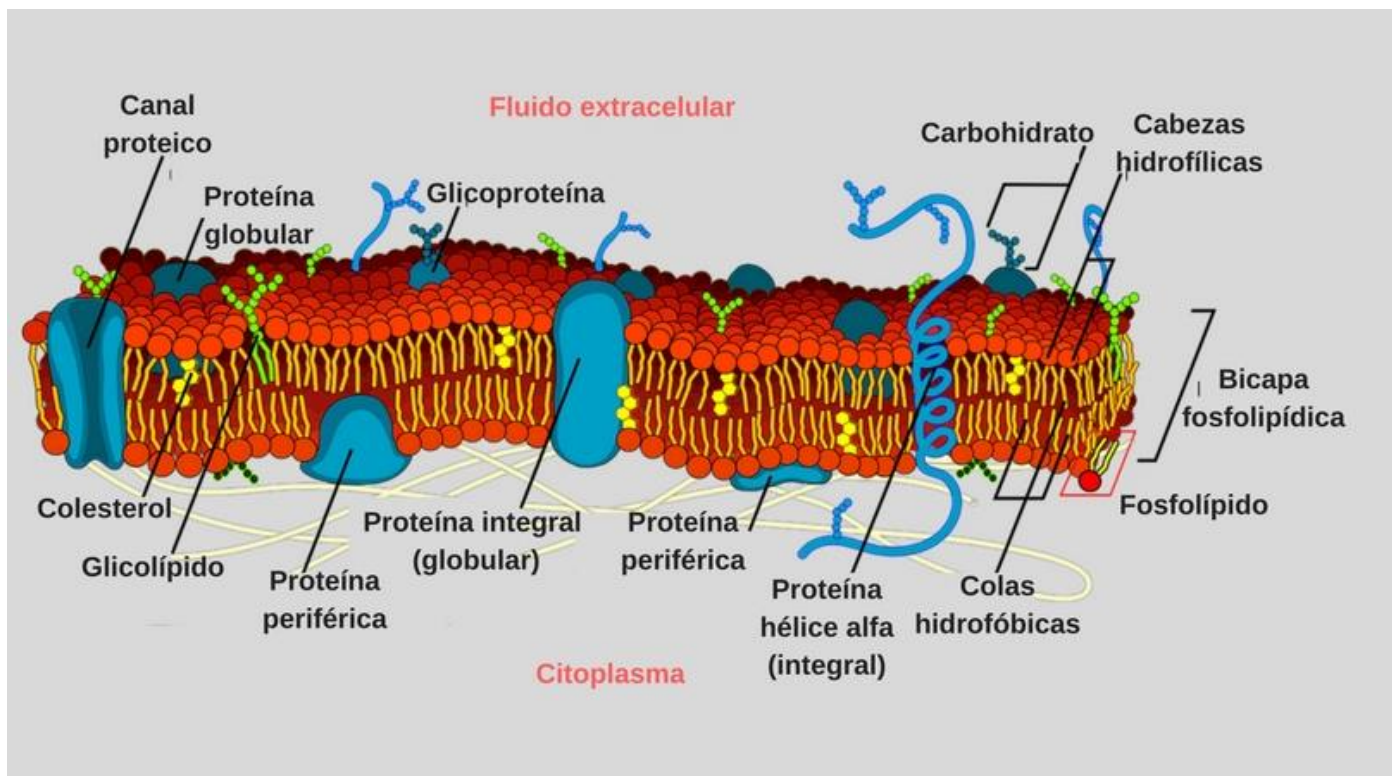
La membrana celular se caracteriza porque:

- Rodea a toda la célula y mantiene su integridad.
- Está compuesta por dos sustancias orgánicas: proteínas y lípidos, específicamente fosfolípidos.
- Los fosfolípidos están dispuestos formando una doble capa, donde se encuentran sumergidas las proteínas.
- Es una estructura dinámica.
- Es una membrana semipermeable o selectiva, esto indica que sólo pasan algunas sustancias (moléculas) a través de ella.
- Tiene la capacidad de modificarse y en este proceso forma poros y canales.

Funciones

- Regula el paso de sustancias hacia el interior de la célula y viceversa. Esto quiere decir que incorpora nutrientes al interior de la célula y permite el paso de desechos hacia el exterior.
- Como estructura dinámica, permite el paso de ciertas sustancias e impide el paso de otras.
- Aísla y protege a la célula del ambiente externo





Estructura de la membrana

Los constituyentes más abundantes son las proteínas y fosfolípidos. La molécula fosfolípidos presentan una cabeza polar y dos cadenas hidrofóbicas, constituidas por ácidos grasos.

La estructura de la membrana celular define sus funciones y características. Según el modelo “mosaico fluido” definido en 1972 por los autores Singer y Nicholson, la membrana plasmática está compuesta por: una bicapa fosfolipídica (25%), proteínas (55%), colesterol (13%), hidratos de carbono (3%) y otros lípidos (4%):

La bicapa fosfolipídica

La bicapa fosfolipídica es una doble capa de fosfolípidos que constituye un 25% de la membrana. Los fosfolípidos son lípidos especializados cuya cabeza está compuesta por un grupo fosfato y sus dos colas son hechos de ácidos grasos.

Es una bicapa pues forma una capa superior y otra inferior con la cabeza de fosfatos que protege la franja hidrófoba (que repele agua) de ácidos grasos compuesta por sus colas y que se encuentran entremedio de las cabezas. La bicapa es la que otorga a la membrana celular la **permeabilidad selectiva**.

Tanto la capa hidrófila (que absorbe agua) superior, la capa hidrófoba intermedia y la capa hidrófila inferior miden 2.5 nm (nanómetros) cada una, siendo el grosor total de la membrana entre 7.5 a 10 nm.

Proteínas

Las proteínas constituyen el 55% de la membrana plasmática dividiéndose en dos tipos: las integrales o intracelulares y las periféricas o extracelulares. Las proteínas integrales que nadan dentro de la membrana son clasificadas en tres tipos:

Las que funcionan como canales (canales proteicos) para el paso de moléculas específicas,

Las transportadoras que llevan una determinada molécula al interior de la célula, y

Las receptoras que desencadenan respuestas según la función de cada célula.

Colesterol

Existe un 13% de colesterol en las membranas plasmáticas y tienen como función principal permitir la fluidez de las proteínas en su interior. El colesterol es una molécula lipídica que pertenece al grupo de los esteroides.

Hidratos de carbono

Los hidratos de carbono solo se encuentran en la superficie externa de la membrana celular unidos a sus proteínas o sus lípidos. De esta manera, forman los glicoproteínas cuando están ligados a proteínas y glicolípidos cuando están ligados a lípidos. Los hidratos de carbono constituyen el 3% de la membrana celular.

Proteínas de la membrana

Proteínas integrales intrínsecas = incrustadas total o parcialmente en el espesor de la bicapa. Se mueven lateralmente en la membrana.

Funciones:

- Estructural
- De bomba

- Portadora
- Conductora
- Enzimática
- Productoras de anticuerpos

Proteínas periféricas o extrínsecas = adosadas por el lado externo y/o interno de la bicapa. Son las más móviles.

Funciones:

- Uniones transitorias a ciertas sustancias: recibir información, ligar sustancias que han de penetrar en la membrana, participar en reacciones bioquímicas.
- Uniones estables con otras membranas o estructuras intercelulares
- Uniones facultativas, mas o menos estables para fijar elementos que ingresan a la célula.

Entre las proteínas de la membrana se incluyen enzimas, proteínas transportadoras y receptores para hormonas y neurotransmisores.

Glucoproteínas: están situadas casi exclusivamente en la superficie de la membrana. La carga negativa de la superficie de la célula es atribuible al ácido siálico, con carga negativa de glucolípidos y glucoproteínas.

Composición lipídica

Los lípidos forman una barrera continua, mantienen la individualidad celular.

- Fosfolípidos principales: los más abundantes suelen ser los que contienen colinas, las lecitinas y las esfingomielinas, aminofosfolipidos, fosfatidilserina y fosfatidiletanolamina. Otros, fosfatidilglicerol, fosfatidilinositol y la cardioplipina.
- Colesterol: es cuantitativamente importante
- Glucolípidos: se encuentran principalmente en las membranas plasmáticas, en las que sus porciones glucídicas sobresalen de la superficie externa de la membrana. (cerebrosidos y gangliosidos)

Funciones de la membrana plasmática

- Recepción de la información: las proteínas intrínsecas pueden tener capacidad de captar determinadas sustancias específicas y a partir de ellas transmitir la información celular. Las proteínas intrínsecas con tales cualidades se conocen como receptores.
- Especializaciones
- Mantenimiento de la identidad celular
 - o fluidez
 - o asimetría química y funcional
 - o especificidad proteica
 - o polarización
 - o semipermeabilidad
- Permeabilidad : se refiere a la posibilidad de transferencia e intercambio de sustancias a través de la membrana esta efectua el control cualitativo y cuantitativo de la entrada y salida de sustancias y es selectiva porque permite solo el pasaje de ciertas sustancias.

Transporte a través de la membrana

Transporte pasivo

Difusión

Simple :mecanismo de transporte pasivo, sin consumo de energía celular. A favor del gradiente de concentración. Involucra a moléculas e iones. Las sustancias liposolubles pueden atravesar fácilmente las membranas hasta que el soluto se equilibre a ambos lados de la bicapa. Las moléculas hidrofóbicas, moléculas polares de pequeño tamaño pero no cargadas se difunden mas rápidamente.

Las moléculas no polares, oxígeno, dióxido de carbono, atraviesan directamente la bicapa por su liposolubilidad.

Las moléculas polares atraviesan canales formados por las proteínas. Algunas proteínas transmembrana presentan una estructura tridimensional en la cual los radicales polares de ciertos aminoácidos se disponen formando un canal hidrofílico que puede ser atravesado por agua(osmosis) y por iones hidratados como el sodio, potasio. Algunos canales se mantienen permanentemente abiertos otros solo lo hacen cuando llega una molécula mensajera que se une a una zona receptora específica e induce a una variación de la configuración que abre el canal, o bien cuando ocurren cambios en la polaridad de la membrana.

El pasaje de agua se denomina ósmosis y el soluto diálisis.

Ósmosis: se define como el flujo de agua a través de membranas semipermeables desde un compartimento de baja concentración hacia uno de concentración mayor. La ósmosis se produce porque la presencia de solutos reduce el potencial químico del agua que tiende a fluir desde las zonas donde su potencial químico es mayor hacia uno menor.

Facilitada: mecanismo pasivo a favor del gradiente de concentración que facilita el transporte de determinadas sustancias que en general son insolubles en lípidos, monosacáridos, ácidos grasos, aminoácidos. Requiere transportadores especiales. Esta difusión es mediada por un transportador o carriers. Depende de proteínas integrales de la membrana, cada proteína transportadora es específica de una sola molécula o de un grupo de moléculas de estructura relacionada.

La proteína transportadora expone los sitios de reconocimiento a una de las caras de la membrana, cuando la molécula por transportar se une a ella cambia la conformación y expone los sitios hacia el lado opuesto donde se libera la molécula.

Transporte activo

Es el transporte neto de un soluto en contra de un gradiente de concentración, no puede producirse espontáneamente, sino que requiere una fuente de energía para conducir un soluto a través de la membrana celular desde un compartimento de baja concentración a uno de alta. Es necesario la participación de proteínas integrales de la membrana.

Transporte activo 1

Dependen de fuentes primarias de energía tales como la hidrólisis de ATP.

Bomba de sodio y potasio

Es un mecanismo para sacar iones de sodio de la membrana celular y al mismo tiempo introducir iones potasio a la célula. Esta bomba se encuentra en todas las células del cuerpo y se encarga de mantener las diferencias de concentración sodio – potasio a través de la membrana y establecer un potencial eléctrico negativo en el interior de las células.

La proteína acarreadora es un complejo de dos proteínas globulares separadas una con mayor peso molecular y otra más pequeña. La de mayor tamaño presenta tres características específicas para la función de bomba:

- Cuenta con tres sitios receptores para unir iones sodio en su porción situada en el interior de la célula.
- Tiene dos sitios receptores para iones potasio en su lado exterior.

La porción interna de esta proteína adyacente o cercana a los sitios de unión para sodio, muestra actividad de ATPasa.

La bomba ATPasa_{Na-K}, la proteína transportadora es una ATPasa que intercambia tres iones de sodio intracelulares por 2 iones de potasio extracelulares mientras hidroliza ATP para obtener energía.

Bomba de calcio

En condiciones normales la concentración de calcio en el citosol es baja, esto se logra mediante dos bombas de calcio, una en la membrana celular, que expulsa calcio hacia el exterior de la célula, la otra introduce iones calcio a uno o más organelos vesiculares internos de la célula. La proteína acarreadora atraviesa la membrana de lado a lado y actúa como ATPasa con capacidad para desdoblar ATP igual que ATPasa de sodio. Esta proteína tiene un sitio de unión para calcio en lugar de potasio.

Transporte activo 2

Los gradientes iónicos y los potenciales a través de membrana suministran la energía para que se realice el transporte, cuando se debe eliminar o incorporar una molécula muy grande o incluso un microorganismo entero, la membrana misma se compromete en el pasaje de la partícula organizando una vacuola donde esta queda contenida y es transportada. Se denomina exocitosis a la salida de la materia y endocitosis a la entrada a la célula. En casos particulares el proceso recibe distintos nombres:

Endocitosis y exocitosis

Endocitosis

- Fagocitosis: cuando se trata de la incorporación de partículas grandes, partículas sólidas, consta de dos pasos:
 - la membrana debe reconocer a la partícula a fagocitar y unirse a ella, esta unión determina el siguiente paso
 - consiste en una expansión de la membrana alrededor de la partícula proceso por el cual participan microfilamentos y se gasta energía.

Finalmente, la partícula queda englobada dentro de una vacuola y puede ser digerida intracelularmente.

- Pinocitosis: cuando se trata de la incorporación de líquidos como el fluido extracelular. Es una captación inespecífica del líquido extracelular que baña la célula. La membrana plasmática rodea a una porción de este fluido y se invagina constituyendo una pequeña vacuola.

La endocitosis mediada por receptor es muy discriminatoria y requiere el reconocimiento específico de un determinado tipo de moléculas. Para ello la membrana celular cuenta con proteínas receptoras capaces de identificarlas aun cuando se hallen en muy baja proporción y en medio de muchas otras moléculas.

Una vez formados los complejos molécula-receptor, estos se invaginan en ciertas zonas de la superficie celular, constituidas por ligeras depresiones recubiertas por una gruesa capa de proteínas asociadas a la cara citoplasmática de la membrana. Al invaginarse esta zona queda formada una vesícula revestida que inmediatamente pierde su cubierta y se fusiona con otras similares. En el interior de esta vesícula, los complejos molécula receptor se disocian y las moléculas transportadoras quedan libres. Los receptores vacíos se reagrupan en un sector de la vesícula, que se separa en forma de una pequeña vacuola, con la cual retornan a la membrana plasmática para volver a usarse. Las moléculas ingresadas mediante esta endocitosis y que han quedado dentro de la vesícula pueden tener varios destinos por ej:

- atravesar la membrana de la vesícula y quedar disponible para su uso en el citoplasma, en el caso de iones y moléculas pequeñas.
- ser sometidos a una digestión intracelular, en cuyo caso la vesícula se fusiona con un lisosoma.

Endocitosis(mediada por receptor)

- las partículas se fijan a receptores ubicados en fosas revestidas
- por debajo de esta fosa se encuentra un enrejado de clatrina
- la fosa se invagina, la clatrina se libera
- la porción invaginada se libera formando una vesícula pinocítica.

Receptores

Macromoléculas complejas con propiedades fisicoquímicas medibles. Son glucoproteínas que actúan como receptoras para hormonas y al unirse a ellas activan una cascada de enzimas intracelulares.

El ejemplo muestra a una hormona unida a un receptor estimulador e inicia una cadena de secuencias para activar la adenilato ciclasa y a la síntesis de cAMP. Si se uniera a un receptor inhibidor, bloquearía la síntesis de cAMP por la adenilato ciclasa.

La hormona abandona el torrente circulatorio hacia la célula blanco

La hormona se une al receptor estimulador que se halla en la membrana de la célula

El receptor con una conformación alterada interacciona con la proteína G1, teniendo lugar un proceso de intercambio GTP--GDP.

El complejo activo G1-GTP interacciona con la adenilato ciclasa, una proteína situada en la cara interna de la membrana plasmática. La AC así activada convierte el ATP en cAMP. La biosíntesis del cAMP constituye el resultado de la transmisión de la señal desde la hormona extracelular hasta el interior de la célula.

También puede salir de la célula sustancias contenidas en vacuolas mediante un mecanismo inverso al de la fagocitosis. Este proceso de salida se denomina exocitosis.

Exocitosis

Las células pueden liberar moléculas mediante este proceso, la liberación de neurotransmisores se produce por esto. También la exocitosis es responsable de la liberación de proteínas de secreción, por ejemplo la secreción de proenzimas pancreáticas por células acinares del páncreas. La proteína que va a ser secretada se almacena en vesículas secretoras en el citoplasma. El estímulo secretor hace que dichas vesículas se fusionen con la membrana plasmática, liberando su contenido por exocitosis

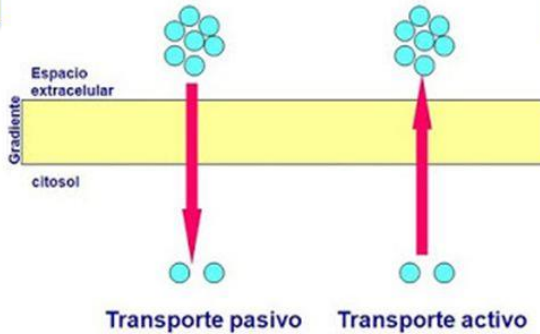
Transporte a través de la membrana plasmática

Transporte pasivo

Es el movimiento de la moléculas a través de la membrana plasmática a favor de gradiente, es decir, por difusión.

Este transporte NO requiere de energía.

Tipos de transporte

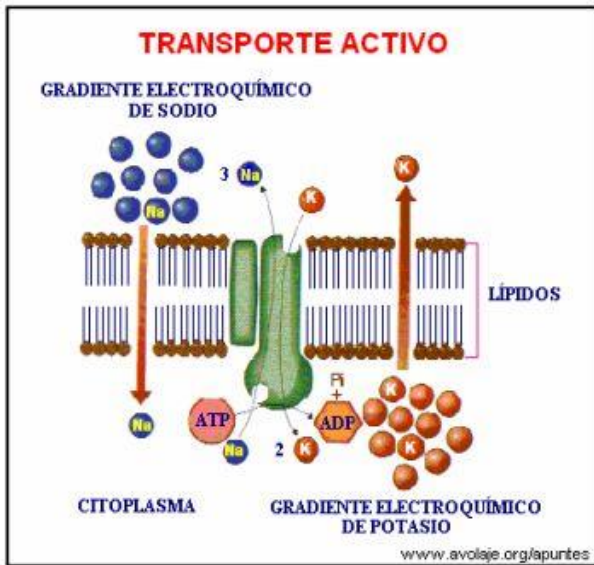


Transporte activo

Es el movimiento de moléculas a través de la membrana plasmática en contra de su gradiente.

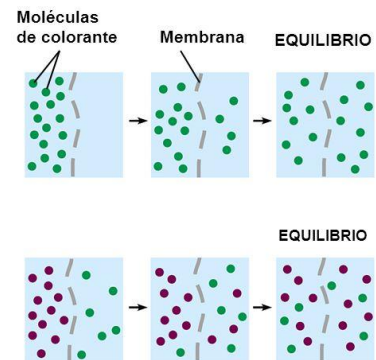
Este transporte requiere de energía.

Recordemos que en ambos casos, las moléculas pueden ser transportadas desde el medio extracelular al intracelular o al revés.



Transporte Pasivo

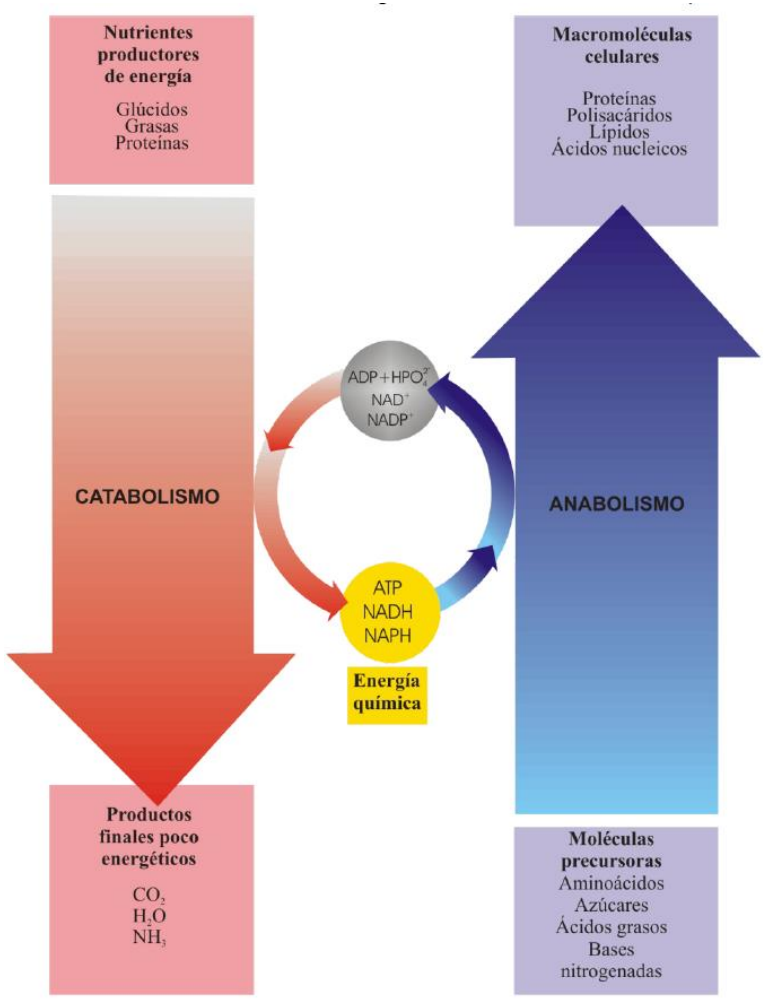
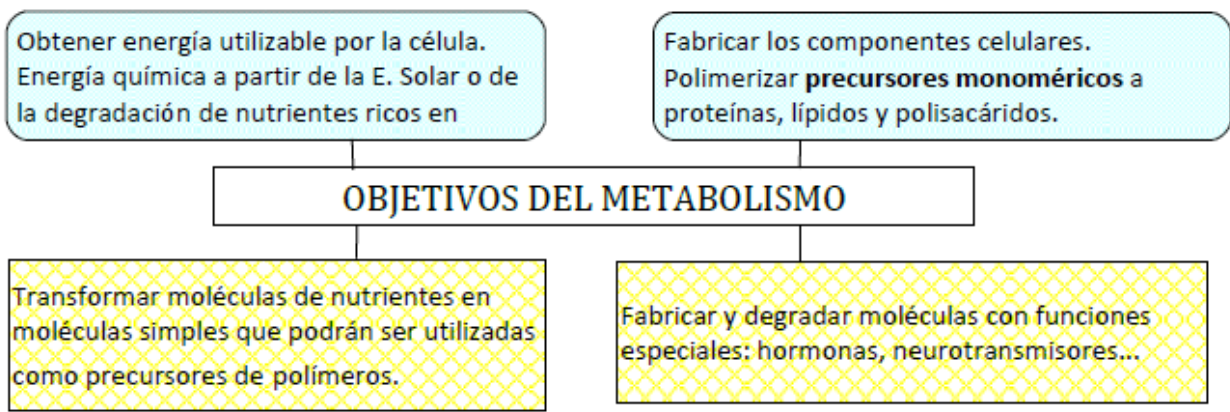
- No requiere el consumo de energía (ATP).
- A favor de gradiente. El movimiento ocurre por diferencias en la concentración y en las cargas eléctricas de las sustancias en ambos lados de la membrana.
- Tenemos los siguientes mecanismos:
 - **Difusión simple**
 - **Ósmosis**
 - **Difusión facilitada**



INTRODUCCIÓN AL METABOLISMO: CATABOLISMO Y ANABOLISMO

El metabolismo: Conceptos básicos

Las células intercambian continuamente materia y energía con su entorno. La materia y la energía intercambiadas son transformadas en su interior, con el objeto de crear y mantener las estructuras celulares, proporcionando la energía necesaria para sus actividades vitales. El conjunto de intercambios y transformaciones que tienen lugar en el interior de la célula, debidos a procesos químicos catalizados por enzimas, constituyen el metabolismo.



Relaciones energéticas entre las rutas catabólicas y anabólicas. Las rutas catabólicas producen energía química en forma de ATP, NADH y

Como se puede comprobar, según el esquema, entre los objetivos básicos del metabolismo figuran la destrucción o degradación de moléculas y la construcción o síntesis de ellas. Por eso se distinguen dos fases en el metabolismo:

El catabolismo o fase destructiva: en ella las moléculas complejas (azúcares, ácidos grasos, o proteínas), que proceden del medio externo o de reservas internas, son degradadas a moléculas sencillas (ácido láctico, amoníaco, bióxido de carbono, agua...). Esta degradación va acompañada de una liberación de energía, que se almacena en forma de ATP.

El anabolismo, o fase constructiva: en ella se fabrican moléculas complejas a partir de moléculas más sencillas. Esta síntesis requiere energía, que será aportada por el ATP. Las moléculas sintetizadas pasan a formar parte de los componentes celulares o son almacenadas para su posterior utilización como fuente de energía.

La división del metabolismo en anabolismo y catabolismo tiene una finalidad didáctica y no debe inducir a pensar que estos procesos se dan por separado en el espacio o en el tiempo. Las células se encuentran siempre en un proceso constante de autodestrucción y autorregeneración. El metabolismo hay que considerarlo como una unidad, aunque su complejidad nos obligue a estudiarlo fragmentándolo en las denominadas rutas metabólicas.

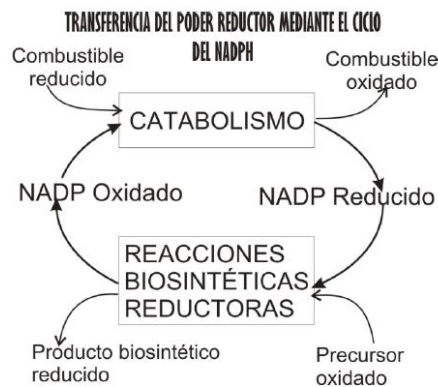
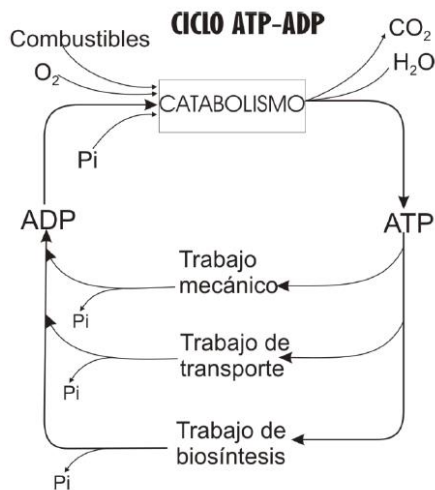
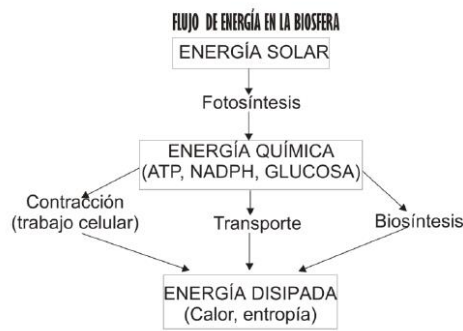
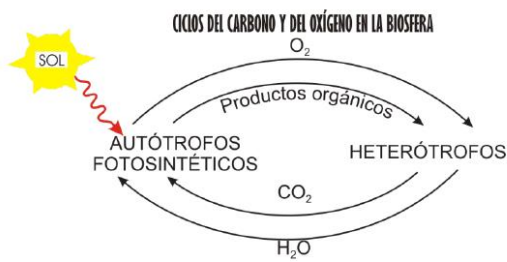
Una ruta metabólica es una secuencia de reacciones químicas que relacionan entre sí dos compuestos o metabolitos importantes, (en la ruta de la glucólisis, la secuencia de reacciones relaciona a la glucosa con

el ácido pirúvico). Las rutas metabólicas no son independientes entre sí, sino que poseen encrucijadas comunes. Un mismo metabolito, común a dos vías, podrá seguir una u otra, en función de las condiciones celulares.

Intercambio de materia y energía (ATP y poder reductor).

En el metabolismo hay procesos que liberan energía y otros que la consumen. La liberación y el consumo de energía no tienen por que ocurrir al mismo tiempo ni en el mismo lugar de la célula. Debe existir por tanto, un mecanismo que almacene y transporte esta energía desde los lugares donde se produce hasta donde se consume. Este mecanismo está basado en la formación y posterior ruptura de enlaces químicos que acumulan y liberan gran cantidad de energía (enlaces ricos en energía).

El enlace que se utiliza más frecuentemente para almacenar y transportar energía es el que une los grupos fosfato segundo y tercero del ATP.



La utilización de la energía libre almacenada en el ATP se produce con la hidrólisis de este compuesto, y es un proceso espontáneo, lo que permite acoplar esta reacción (exergónica) a procesos que no son posibles sin un aporte energético (endergónicos). El acoplamiento de reacciones se hace mediante enzimas. (Nota: se entiende por energía libre la forma útil de energía que las células toman, y se puede definir, como el tipo de energía capaz de realizar trabajo a temperatura y presión constantes).

La utilización del ATP para almacenar energía libre, se produce mediante la fosforilación del ADP, que produce ATP y agua, es un proceso endergónico, no espontáneo, que requiere un aporte energético. Esta reacción tiene lugar en el interior de las células, acoplada a otros procesos fuertemente exergónicos. En las células se utilizan dos mecanismos básicamente distintos, para

sintetizar ATP:

Fosforilación a nivel de sustrato.

Se realiza en dos etapas. En la primera se forma un compuesto intermedio “rico en energía” y en la segunda se utiliza la energía liberada por la hidrólisis de este compuesto para la fosforilación de ADP a ATP. Veremos ejemplos de fosforilación a nivel de sustrato al estudiar el ciclo de Krebs y la glucólisis.

Fosforilación en el transporte de electrones. En este caso las células utilizan un mecanismo muy especial para sintetizar ATP: el transporte de electrones, a través de proteínas ubicadas en la membrana de las mitocondrias o de los cloroplastos, libera energía que es utilizada por una enzima, la ATP-sintetasa, para acoplar la fosforilación del ADP a ATP. Se denomina fosforilación fotosintética si se produce en el cloroplasto y fosforilación oxidativa si tiene lugar en la mitocondria.

Aunque el ATP es la molécula más utilizada como almacén y transporte de energía en el metabolismo, hay otros nucleótidos que cumplen funciones similares, como el UTP en la síntesis de glucidos, el GTP en la de proteínas, etc.

El poder reductor que se genera en el transporte de electrones asociado a un transporte de hidrógenos, es otra forma de transferir energía.

Muchas de las reacciones del catabolismo suponen la oxidación de un sustrato, lo que libera electrones, mientras que por el contrario, la biosíntesis de moléculas ricas en hidrógeno, como los ácidos grasos, requieren electrones. Los electrones son transportados enzimáticamente desde las reacciones catabólicas de oxidación, en que son liberados, hasta las reacciones anabólicas de reducción, que precisan de ellos. Para ello se utilizan coenzimas transportadores de electrones, como el NADP y NAD acoplados a enzimas deshidrogenasas, que lleva a éstos de un punto a otro de la célula de un modo similar a como el ATP lleva los grupos fosfato y la energía.

PREGUNTAS DE EXÁMENES

Universidad

1. Si inhibírem la producció d'ATP, què ocurreria amb el transport passiu, a través de la membrana?, (1 punt) i amb l'actiu? (1 punt). Raoneu la resposta.

2. Expliqueu els conceptes d'anabolisme i catabolisme (1,5 punts). Citeu un exemple de catabolisme i un exemple d'anabolisme (0,5 punts).

Ciclos (Ha salido poco)

3. ¿Qué proceso metabólico y en qué orgánulo se produce la obtención de energía celular en presencia de oxígeno?

Describebelo