



Segundo Semestre

Bioquímica de la Nutrición

Biología celular

Unidad 1

Programa desarrollado



División de Ciencias de la Salud, Biológicas y Ambientales



Biología celular



La célula. [Sánchez \(s.f.\)](#)



Índice

Presentación	4
Competencia específica	6
Logros	6
1. Biología celular	7
1.1 La célula	9
1.2 Membrana celular	14
1.3 Vesículas, vacuolas y lisosomas	24
1.4 Citoplasma y Citoesqueleto	27
1.5 Mitocondria	32
1.6 Núcleo	37
1.7 Retículo endoplásmico	42
1.8 Aparato de Golgi.....	43
Cierre de la unidad	48
Para saber más	49
Actividades	50
Fuentes de consulta	51



Presentación

En esta primera unidad de la asignatura de Bioquímica titulada: “Biología celular” se presenta un panorama secuencial del ambiente en el cual se llevan a cabo todos los procesos de transporte, producción y biotransformación de las moléculas que la célula requiere para mantener sus ciclos vitales al interior del organismo.

El recorrido que se realiza obedece a la ruta general que seguiría un nutriente cuando ingresa a la célula. Comenzamos identificando información general de la célula. Enseguida iniciamos con la membrana, que es “la piel” de la célula y la primera barrera física para ingresar o salir. Esta característica general nos obliga a conocer los tipos de transporte a través de la membrana, describiendo de qué forma se puede ingresar o salir dependiendo de la naturaleza química y física de las biomoléculas.

Posteriormente, el nutriente pasa a las vesículas, o “bolsas” de membranas, mediante las cuales se transportan, e incluso se metabolizan los componentes orgánicos separándolos del ambiente celular. Una vez que es transportado el nutriente al interior de una vesícula, conoceremos a la mitocondria, que funciona como la “central energética” de la célula, ya que en este organelo se lleva a cabo la mayor producción de energía contenida principalmente en la molécula de ATP.

Revisarás información sobre esta biomolécula para después ingresar al Núcleo, o “centro de operaciones celulares”, entendiendo que es el sitio en el cual se concentra la información genética que define la síntesis de proteínas y establece comunicación permanente con todos los organelos de la célula, mediante comunicación química y señalización biológica.

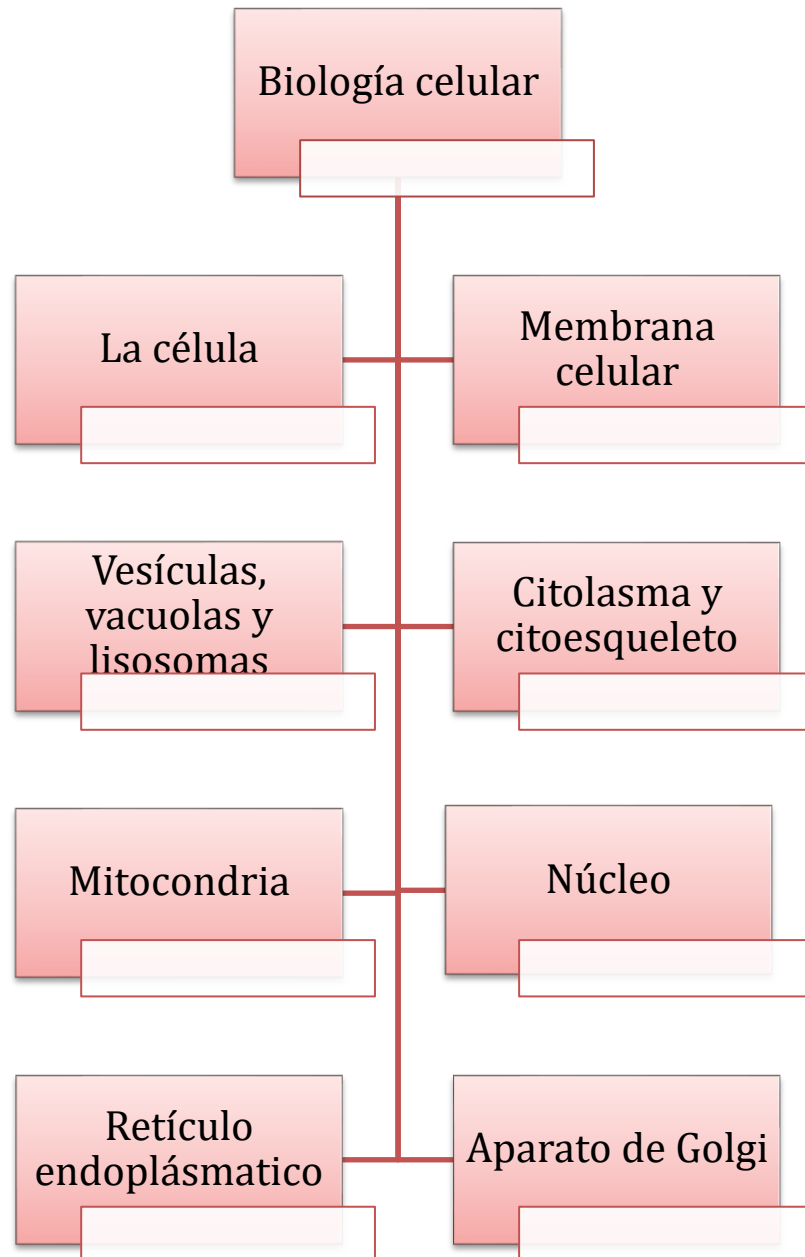
Una vez que inicia la síntesis de proteínas, se movilizan diferentes componentes celulares que permitirán consolidar la estructura final de las proteínas, esto implica seguir una ruta que visite al Retículo Endoplásmico, en el cual se tienen micrositos específicos la síntesis y transporte de estas macromoléculas. Pero, no sólo el Retículo Endoplásmico Rugoso sintetizan proteínas, también el Retículo Endoplásmico Liso se sintetizan lípidos, lo cual hace necesario su revisión.

Después de la síntesis, las proteínas tienen que pasar por un control de calidad, mismo que se encuentra en el Aparato de Golgi. Este último es un organelo complejo que madura proteínas, o lípidos, mediante diferentes procesos químicos y de transporte vesicular. Una vez que las moléculas pasaron por este organelo, son transportadas a su destino final, por ejemplo los tejidos del cuerpo.

Este recorrido nos permite visualizar un seguimiento de las características que tiene la célula para favorecer todos los procesos metabólicos de la vida en un ambiente controlado.



La estructura de la unidad 1, se ilustra en la siguiente figura:



Estructura de la unidad 1.



Competencia específica

Identifica las bases de la biología celular para reconocer la importancia de la unidad biológica, a través del estudio de la estructura y función de los organelos.

Logros

Reconoce la estructura de la célula

Identifica la función de los organelos

Diferencia los tipos de transporte celular



1. Biología celular

En la presente unidad se hará una revisión de las características que presenta la célula, particularmente la célula eucariota, su organización o estructura y como ésta favorece sus funciones. Considerando que los organismos superiores, como los animales y las plantas, estamos conformados por células eucariotas.

Esta revisión nos permitirá tener un panorama más completo del microcosmos en el cual se llevan a cabo todos los procesos de transporte, producción y biotransformación de nutrientes y recursos materiales que la célula requiere para mantener sus ciclos vitales al interior del organismo en el cual se encuentra.

Las características de la célula nos permitirán identificar la importancia de este microcosmos, las características bioquímicas de las biomoléculas en cuanto a su diversidad, estructura y función, y las reacciones o vías metabólicas que participan de su biotransformación

La célula es la unidad fundamental de la vida. Es el microcosmos donde se transforman los materiales que abastecen a la célula, y por consecuencia, al organismo del cual forma parte. Dichas biotransformaciones se llevan a cabo mediante diferentes rutas metabólicas y compartimentos celulares. Estas biotransformaciones abastecen a la célula de la energía y de materiales para su nacimiento, vida y muerte.

El recambio celular, ya sea de materiales, de energía o de señales, permite visualizar a la célula como un sistema integrado de procesos que garantiza su estabilidad. También se comunica con otras células, mediante señales intercelulares, en el espacio tisular, o se comunica con sus procesos internos mediante señalización intracelular. Estas últimas señales determinan el dinamismo interno que fortalece al microcosmos celular.

La pérdida del equilibrio, ya sea a nivel intracelular o extracelular, obliga a la célula a modificar sus procesos de producción, transporte, metabolismo y utilización de todos los materiales que requiere para llevar a cabo sus funciones generales y específicas.

Por un lado la célula debe abastecer la división celular, el mantenimiento de la estructura y funciones celulares y organizar la muerte celular, de tal forma que no afecte al organismo.

De este modo a los procesos que involucran el recambio celular, el flujo de materiales y su biotransformación, se denomina: **nutrición celular**.

Por otro lado, la estructura cuenta con compartimentos internos que alcanzaron una especialización única que favorece a la célula en su conjunto.



Todos los compartimentos tienen características estructurales y funcionales muy especializadas. A estos compartimentos se llaman: **organelos**.

Cuando los materiales ingresan a la célula, primero tienen que ser transportados a través de la membrana plasmática, que es el primer punto de control celular equivalente a la piel de la célula. Una vez que ingresa el material al espacio intracelular, se presentan diversos mecanismos de transporte que lo llevan a otra etapa de su procesamiento o integración. Puede ser transportado por invaginaciones o bolsas que se forman con la misma membrana celular protegiendo el material del medio interno. Si el destino es metabólico el material puede ser llevado a alguno de los organelos, como la mitocondria, la cual lo biotransformará en otro producto o en moléculas de energía. De lo contrario, sí formara parte de la estructura de la célula, es transportado al Núcleo, al Retículo endoplásmico o al Aparato de Golgi. En caso de participar de una reacción también puede ser liberado en el espacio intracelular, llamado citoplasma.

En este orden realizaremos la presente revisión de contenidos, considerando que la **nutrición celular es la principal etapa de abastecimiento de energía y de nutrientes para el organismo**. Y es a este nivel que se pueden regular todos los procesos de estabilidad del organismo.

Para introducirnos a la estructura de la célula se encuentra el siguiente video que nos da un panorama qué sucede en cada una de nuestras células (como recomendación técnica, ajusta en la barra inferior del video la opción de *Configuración* el idioma en “Español”)



Nucleus Medical Media (18 de marzo de 2015) *Biology: Cell Structure*. [Archivo de video]. Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=URUJD5NEXC8>



1.1 La célula

La célula tiene compartimentos internos que le permiten especializar funciones e integrarlas en una cadena de reacciones que le permiten mantenerse con vida. Así, cuando ingresa un nutriente a la célula, recorre un conjunto de compartimentos llamados organelos y es procesado para cumplir con uno o varios objetivos: convertirse en energía, favorecer señales biológicas, formar parte de la estructura de la célula o reciclarse para integrarse a otras biomoléculas.

El primer contacto de un nutriente, desde la celular es con la **membrana plasmática**, la cual funciona como barrera de protección que garantiza la integridad de la célula, establece puntos de regulación de ingreso y salida de materiales, cuenta con estructuras de comunicación intracelular y extracelular que regulan la relación de la célula con el medio interno y con el medio externo mediante señales químicas (Fig. 2).

Para cumplir con estas funciones, la membrana está formada por una bicapa lipídica dinámica, con proteínas y carbohidratos, que favorecen la señalización y reconocimiento de estructuras específicas, el transporte de materiales y el flujo de estructuras rígidas y flexibles al interior de la membrana o fuera de ella.

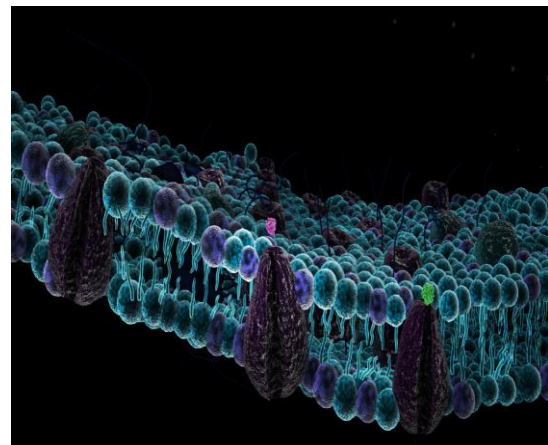


Figura 2. [Membrana plasmática](#)

Los organelos celulares se suspenden en esta matriz del citoplasma, la cual mantiene la presión de la célula y se asegura de que no pierda su forma o se encoja. Cuenta con un citoesqueleto (Fig.3) el cual le da un soporte estructural y mantiene la forma estable, mediante una red de microtúbulos y microfilamentos o fibras de proteínas.

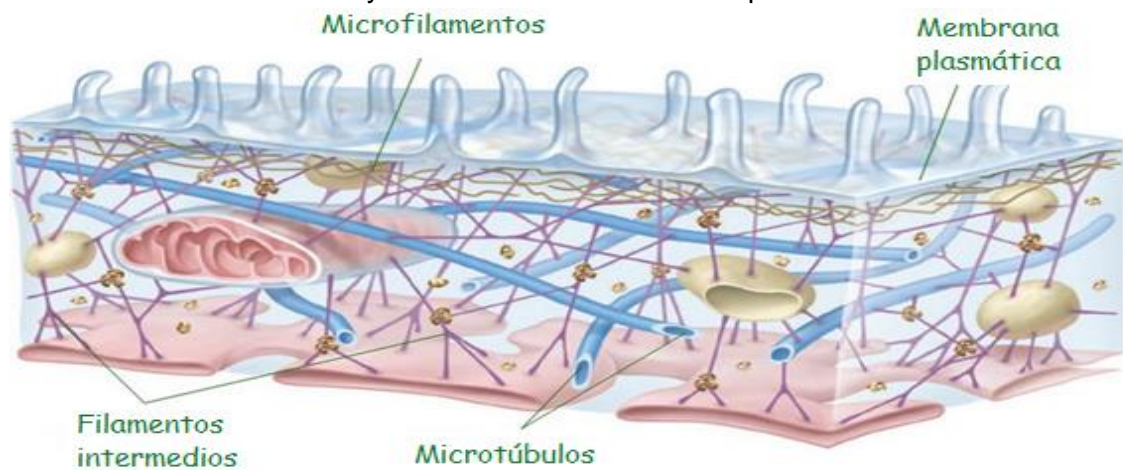


Figura 3. [Citoesqueleto](#)



Otro de los componentes de la célula son las vesículas o bolsas de membranas lipídicas (Fig. 4). Cuando estas vesículas son muy grandes, se llaman vacuolas, las cuales almacenan el exceso de agua y algunos nutrientes de la célula, desde lípidos, proteínas o carbohidratos. Para esto están delimitadas por una sola membrana. En la mayoría de los organismos las vacuolas son organelos de almacenamiento.

Las **vesículas** son más pequeñas que las vacuolas y transportan materiales al interior o exterior de la célula.

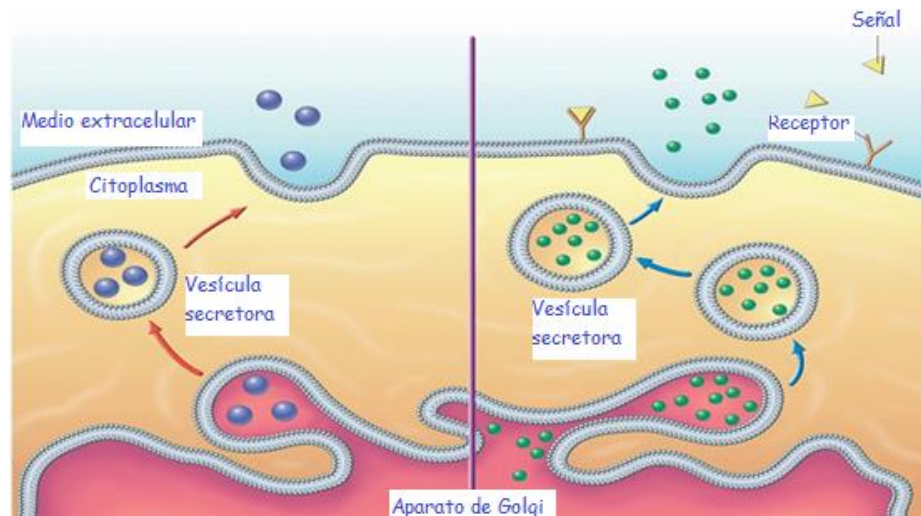


Figura 4. [Vesícula](#)

Los **lisosomas** son vesículas más especializadas conocidas como las bolsas de suicidio de la célula. Tienen enzimas digestivas y están involucradas en la limpieza de materiales de desecho de la célula. También engullen los materiales que liberan las células dañadas, y los microorganismos invasores. Este organelo se considera el sistema digestivo de la célula. Tienen enzimas digestivas que ayuda en la descomposición de los residuos de moléculas favoreciendo la desintoxicación de la célula.

El **núcleo** es otro de los organelos conocido como el centro de control de la célula. Contiene el material genético, por lo cual la replicación del ADN y la síntesis de ARN se producen en este organelo (Fig. 5). También regula las actividades de otros organelos celulares.

Para cumplir con estas funciones, el núcleo está rodeado por una membrana porosa conocida como la membrana nuclear, por la cual se desplaza el ARN para favorecer la síntesis de proteínas, controlar la actividad de la célula y formar los ribosomas que participan en la síntesis.

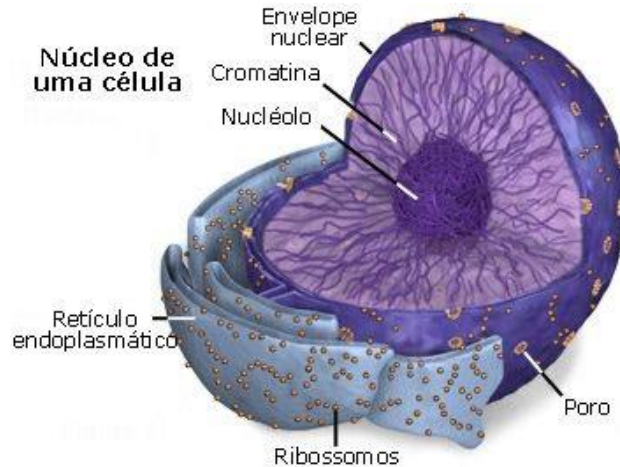


Figura 5. [Núcleo de una célula.](#)

Las **mitocondrias** son las centrales de energía de la célula. Su función principal, es producir energía para la célula por el proceso de la respiración celular. Para esto cuenta con una estructura que favorece la movilización del potencial de membrana, contando con dos membranas, una interna y una externa. Su forma esférica o de varilla en forma de granulo le brinda las condiciones para desplazarse a lo largo y ancho de la célula como un simbiote huésped que tiene un acuerdo de colaboración con la su hospedero. Tiene su propio material genético llamado **ADN mitocondrial**, lo cual confirma la teoría de que era una bacteria que se unió a la célula para compartir la producción de energía y recibir nutrientes y una maquinaria para sintetizar sus componentes (Fig. 6).

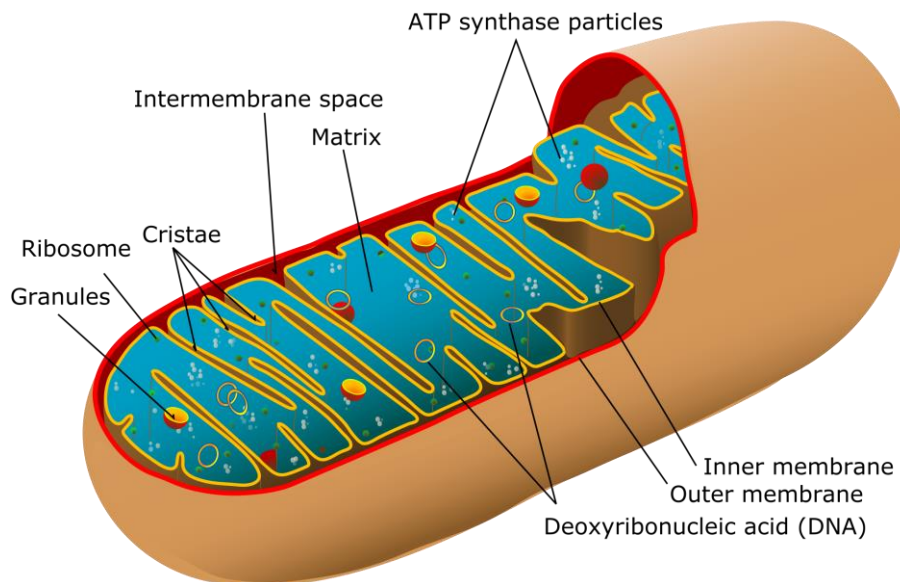


Figura 6. [Mitocondria.](#)

El núcleo está en permanente contacto con otro de los organelos, el retículo endoplásmico, el cual es una red para el transporte de determinadas sustancias dentro y fuera del núcleo.



Transporta moléculas que necesitan ciertos cambios y también moléculas a su destino final. La célula cuenta con dos tipos: rugoso y liso.

En el **retículo endoplásmico** rugoso se encuentran los ribosomas, que llevan a cabo la síntesis de proteínas mediante la traducción del ARN (Fig. 7). En el retículo endoplásmico liso se lleva a cabo la síntesis de lípidos. Como la síntesis de proteínas es muy importante para la célula, los ribosomas se encuentran suspendidos libremente en el citoplasma y también están asociados al retículo endoplásmico en gran número en todas las células.

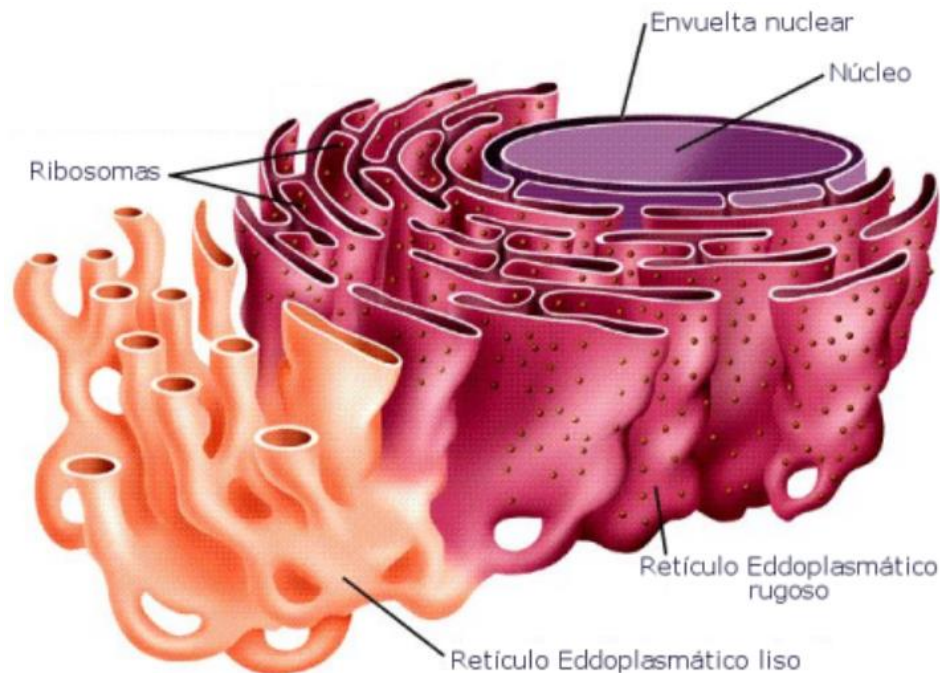


Figura 7. [Retículo endoplásmático liso y rugoso](#).

El retículo endoplásmico transporta las células que ha sintetizado al Aparato de Golgi para que sean maduras y transportadas a su destino final.

Por lo tanto, el **Aparato de Golgi** interviene en la elaboración y envasado de las moléculas que son sintetizados por las células (Fig. 8). Las proteínas sintetizadas originalmente en otros organelos, son maduras y activadas por el aparato de Golgi convirtiéndolas en proteínas primarias, secundarias y terciarias, mediante fosforilación, glicosilación, sulfatación y otros procesos muy específicos.

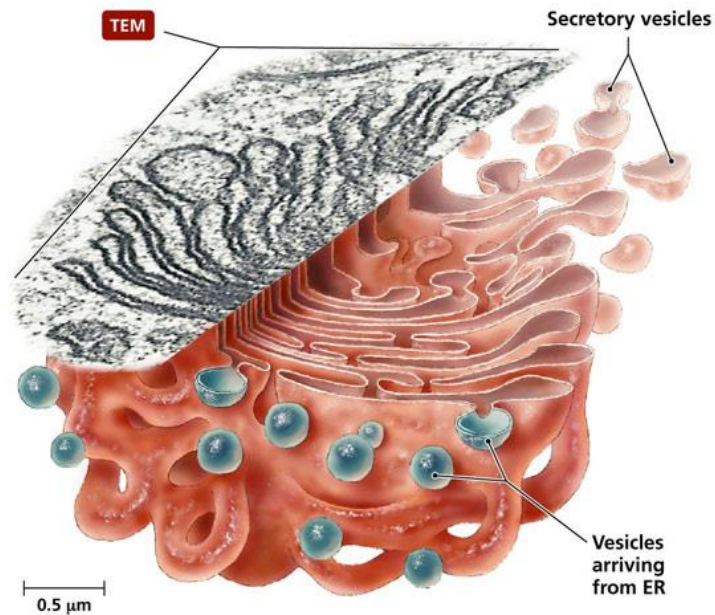


Figura 8. [Aparato de Golgi.](#)

Una vez listas las proteínas, son englobadas en vesículas y se transportan a su destino final, ya sea por exocitosis, para reciclado o para formar parte de la estructura de la misma célula.

Toda esta ruta de comunicación por la cual pasa un nutriente cuando ingresa a la célula, está determinado por las funciones, estructura y necesidades energéticas de la célula.

Así mismo, en el siguiente video, se observa de manera dinámica el funcionamiento de la célula, previo a estudiar en particular (estructura y función) a la membrana celular (y sus tipos de transporte de energía), retículo endoplásmico, aparato de Golgi, Vacuolas y lisosomas, Núcleo, Mitocondria, Citoplasma y citoesqueleto.



XVIVO Scientific Animation (11 de julio de 2011) The Inner Life of the Cell Animation [Archivo de Vídeo].
YouTube
<https://www.youtube.com/watch?v=wJyUtbn0O5Y>

Como habrás notado, en este apartado se describió cómo actúan los nutrientes desde el interior de la célula, en sus diferentes organelos, de este modo en seguida será más familiar el reconocimiento de la identificación de la estructura y funciones particulares de los organelos que se ha mencionado anteriormente.



1.2 Membrana celular

Todas las biomembranas están compuestas por lípidos, los cuales determinan sus características, entre otras, la forma, sus funciones, el anclaje de proteínas en la membrana, la actividad de estas proteínas particularmente en la señalización de un lado a otro de la membrana.

Cuando la biomembrana delimita una célula, se conoce como membrana plasmática. Sin embargo, no son las únicas. Al interior de las células eucariontes se llevan a cabo reacciones que son posibles gracias a que están aisladas del medio exterior, pero algunas reacciones requieren mayor especificidad, por lo cual se llevan a cabo en compartimentos específicos de la célula, llamados organelos, mismos que son delimitados por membranas.

Las diferencias estructurales entre la membrana plasmática y las membranas de cada uno de los organelos se determinan por la cantidad y el tipo de proteínas que se encuentran ancladas a la superficie.

Cuando al interior de las células se encuentran presentes fosfolípidos, se unen de forma espontánea formando bicapas fosfolipídicas con forma de hojas. La naturaleza química de los fosfolípidos es anfipática, ya que por un lado tiene propiedades hidrofílicas, y por otro lado es hidrofóbica. (Fig. 9). Esta característica es muy importante ya que al formar una hoja que divide un medio de otro, las cabezas polares de los lípidos se unen al agua, ya que son hidrofílicas, pero las colas no polares se unen a las grasas por sus propiedades hidrofóbicas. Dado que al interior de las células no necesariamente el medio es hidrofóbico, se unen de forma natural dos hojas o capas de lípidos, uniéndose las colas hidrofóbicas o no polares y exponiendo las cabezas hidrofílicas que estarán en contacto con líquidos polares o con agua (Fig.10).

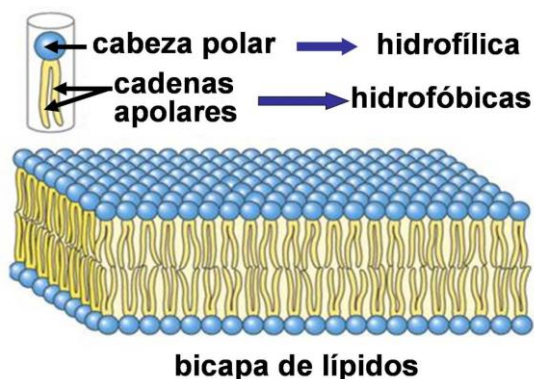


Figura 9. Propiedades de los fosfolípidos

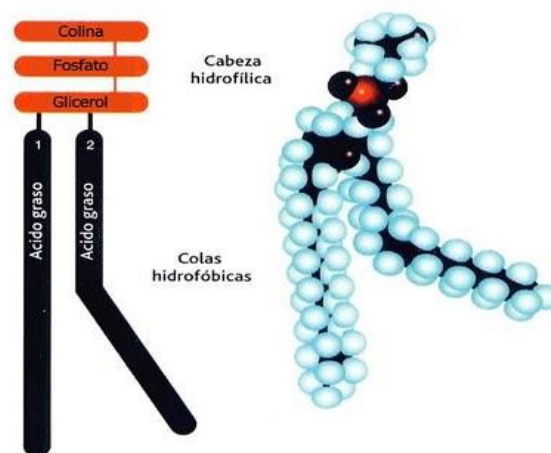


Figura 10. [Estructura de los fosfolípidos](#)



Esta estructura de bicapa lipídica le confiere propiedades muy importantes como barrera impermeable que no permite la difusión de solutos solubles en agua (hidrofílicos) a través de la membrana. Esta característica obliga a que la membrana cuente con otros mecanismos de transporte que la atraviesen. Y las proteínas de membrana cumplen estas funciones, comunicando los dos lados de la membrana, mediante el transporte de moléculas específicas.

Las fuerzas de Van der Waals que mantienen unidos a los lípidos como cadenas que componen la membrana lipídica, le dan estabilidad, pero al mismo tiempo flexibilidad, aun cuando el ambiente externo puede variar por la presión o pH.

Estas características permiten a las células contar con una barrera flexible pero estable. Un ejemplo es el eritrocito que bajo la presión del torrente sanguíneo requiere mantener su estabilidad estructural y cuando es necesario, se desplaza por espacios reducidos, gracias a su superficie flexible y suave.

Otros casos tienen extensiones de la membrana, como son los cilios o flagelos, equivalentes a una cola de la célula, la cual tiene movimiento favoreciendo el desplazamiento, como ocurre con los espermatozoides o células epiteliales. Algunas células son recubiertas por múltiples capas de membranas lipídicas modificadas, como ocurre con los axones de las neuronas, esto permite la transmisión de impulsos nerviosos.

Las membranas celulares, tanto la plasmática como las membranas de organelos, protegen, de este modo tienen una capa orientada al interior y otra al exterior. En el caso de la membrana plasmática, se conoce como cara citosólica (capa interna) y cara exoplasmática (capa que está en contacto con el exterior de la célula). Es necesario hacer esta diferencia entre las capas ya que por el contacto que tienen con diferentes sustancias o moléculas, se va determinando su composición y fluidez (Fig.11).

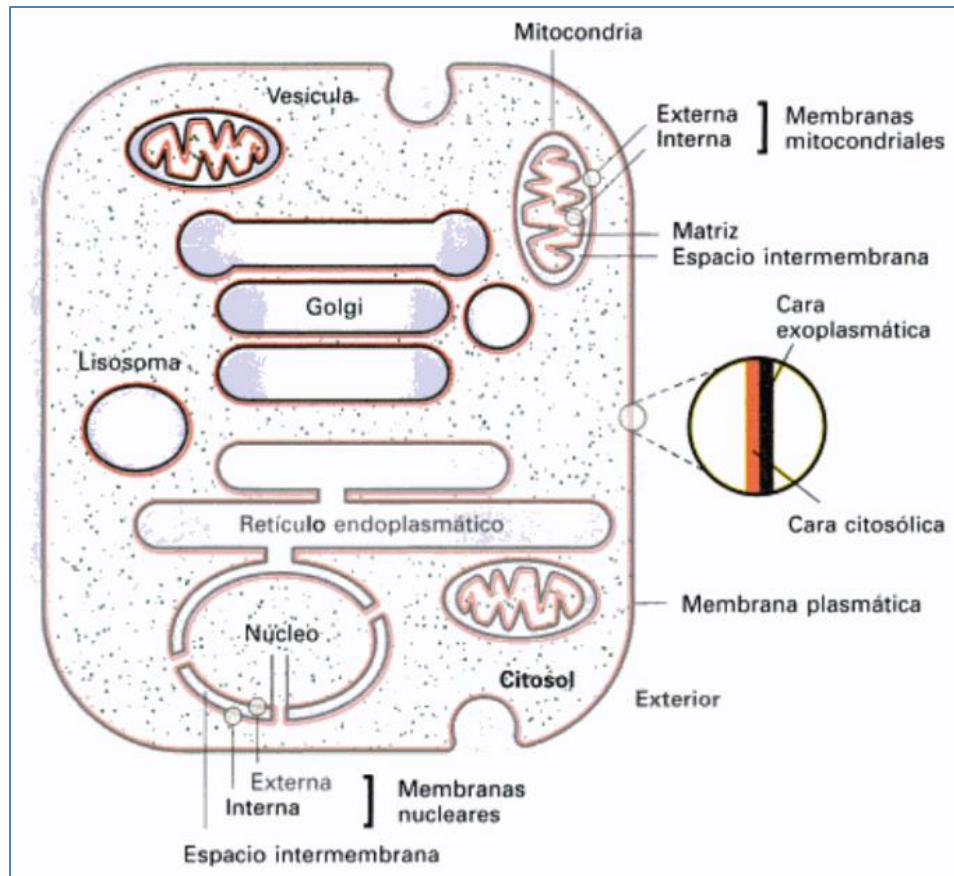


Figura 11. Membrana celular, Lodish, 2005.

En el caso de los organelos, la cara externa está en contacto con el citosol o interior de la célula. Y la cara interna está en contacto con el interior del organelo.

Tanto el núcleo como la mitocondria, cuentan con dos membranas, mismas que se revisarán con detalle más adelante.

Los lípidos que se encuentran en las membranas son principalmente de tres tipos: fosfoglicéridos, esfingolípidos y esteroides. Su estructura química, abundancia y funciones en la membrana difieren entre sí, sin embargo los tres tienen en común que son anfipáticos, esto es, que son hidrofílicos e hidrofóbicos al mismo tiempo.

Por otro lado, la fluidez es una de las características de las membranas, y está determinada principalmente por la temperatura y por la naturaleza de los lípidos que la componen. Esto se puede explicar por el *modelo de mosaico fluido*.



Modelo de Mosaico fluido

El modelo de mosaico fluido propuesto en 1972 por S. J. Singer y Garth Nicolson, es un modelo de la estructura de la membrana plasmática. La fluidez es proporcional conforme aumenta la temperatura. De igual forma, la presencia de lípidos que tienen dobles enlaces en sus cadenas cortas, aumentan la fluidez de las capas.

Mientras que la presencia de colesterol le da rigidez a la membrana, endureciéndolas, reduciendo su fluidez y permeabilidad, no obstante le confiere estabilidad. La combinación de estas características permite que la membrana tenga tanto fluidez al interior, como estabilidad y rigidez en otras zonas.

La fluidez es posible dado que la mayoría de los lípidos y proteínas tienen movilidad lateral en las membranas. En el plano bidimensional de la bicapa el cambio de temperatura permite que los lípidos puedan rotar libremente alrededor de sus ejes y difundirse lateralmente en una capa (Fig. 12). Como dato adicional un lípido intercambia de lugar con los demás lípidos alrededor de diez millones de veces por segundo.

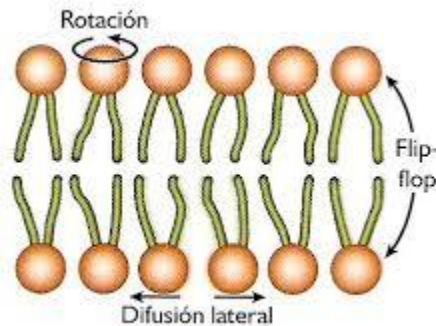


Figura 12. Movimiento de fosfolípidos

La mezcla de lípidos y proteínas determina propiedades únicas de cada membrana. Así, tenemos que el Retículo endoplásmico sintetiza los proteínas, grasas y esteroides, mientras que el aparato de Golgi sintetiza los esfingolípidos. Por lo tanto, la proporción de esfingomielina es alrededor de seis veces mayor en las membranas del aparato de Golgi que en las del Retículo endoplásmico.

Así mismo, existen microdominios en la membrana plasmática que se forman con colesterol y esfingolípidos los cuales se agrupan con proteínas específicas lo cual se conoce como [Lipid raft](#) o pequeñas balsas de lípidos rígidos que permiten la movilidad de las proteínas embebidas en su estructura. Esto permite darle una base estable a las proteínas para que lleven a cabo su función.

Así tenemos que las proteínas se pueden asociar en la membrana para formar estructuras de comunicación al interior y exterior (Fig. 13). Las podemos clasificar en dos categorías:



- **Proteínas transmembranales.** En algunos casos se les dice proteínas integrales. Están compuestas de tres segmentos que atraviesan la bicapa lipídica: la parte de la proteína llamada dominio citosólico, que están al interior de la célula, el dominio exoplásmico, que tiene contacto con el exterior de la célula, y el dominio que atraviesa la bicapa lipídica. Los dos primeros son afines al agua, o hidrofílicos, y el segmento que atraviesa la membrana es hidrofóbico.
- **Proteínas periféricas de membrana.** Se unen a otras proteínas de membrana o a las cabezas de los lípidos, sin tener interacción con el núcleo hidrófobo de la membrana. También pueden estar unidas de forma covalente a uno más lípidos que se anclan a la membrana. En ninguno de estos casos la cadena de aminoácidos de la proteína atraviesa la bicapa lipídica.

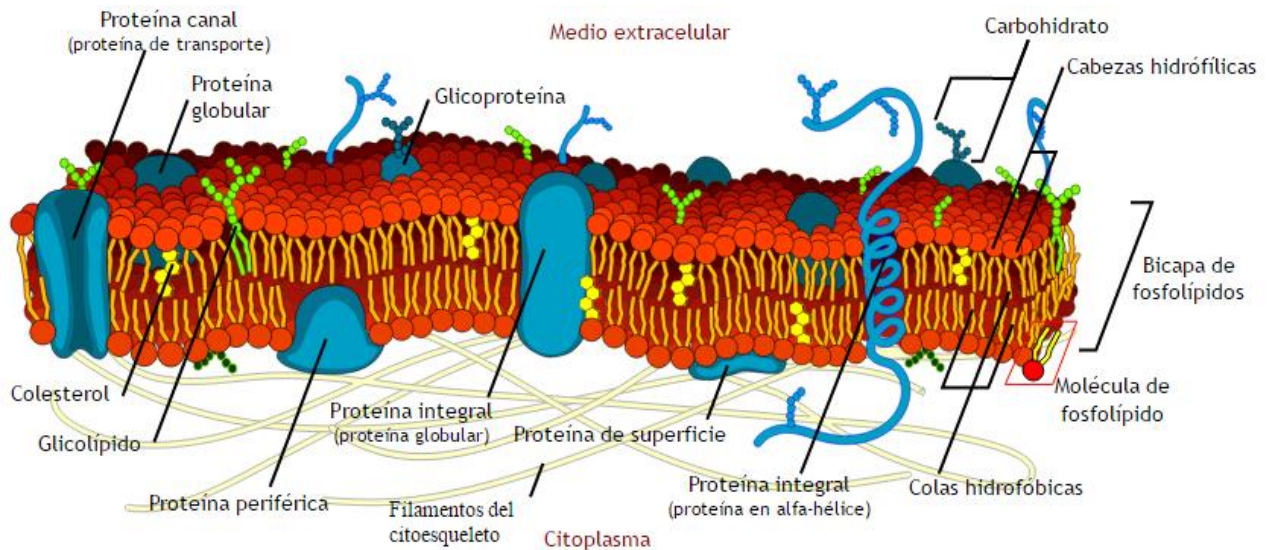


Figura 13. [Estructuras de comunicación al interior y exterior.](#)

Las proteínas que tienen forma de poro son transmembranales y su estructura proporciona canales para el pasaje de moléculas pequeñas, como son disacáridos, aminoácidos, pequeñas cadenas de proteínas, fosfatos, entre otras. Estas porinas tienen forma de barril.

En algunos casos están conformadas por varios segmentos de proteína y tienen puntos de regulación que, mediante señales precisas abren o cierran el paso, tal como lo haría una compuerta.

Hay diferentes tipos de transporte de membrana, los cuales dependen de las características de la sustancia o moléculas que serán transportadas y la dirección de transporte.

Para ilustrar los componentes de la membrana celular, se presenta el siguiente video, en donde explica aspectos de los fosfolípidos, fluidez, membranas en las proteínas etc.



David Vargas. (17 de febrero de 2014). *Estructura de la membrana celular | fisiología celular | p1* [Archivo video] YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=fljqvvnzSI>

Tipos de transporte

Ahora que hemos revisado la estructura y composición de la membrana celular es posible darse cuenta que requiere mecanismos de transporte que permitan la entrada o salida de materiales a la célula.

Estos mecanismos pueden tan complejos o tan simples como la composición química y la estructura física de los materiales lo permitan. En algunos casos, los materiales pueden rebasar la membrana de forma libre ya que su naturaleza química lo permite. Sin embargo son pocos los casos de materiales con estas características. En otros casos tenemos diferentes mecanismos, que van desde compuertas especializadas, poros, envolturas membrana les o señales proteínicas.

En algunos casos se requiere inversión de energía y en otros mas no hay gasto energético. Todos estos mecanismos se tienen que revisar para entender mejor el flujo de recursos transmembrana de la célula.

Transporte pasivo

Se denomina transporte pasivo al flujo de materiales a través de la membrana pero sin que se requiera invertir energía en forma de ATP. Esto es gracias a que implica el transporte de sustancias que van de mayor a menor gradiente de concentración. Existen diferentes mecanismos para lograr el transporte activo, como son la difusión simple, ósmosis y difusión facilitada.

Difusión simple

En la difusión simple, pequeñas moléculas no cargadas o moléculas solubles en lípidos atraviesan entre los fosfolípidos de la bicapa, para entrar o salir de la célula, pasando de zonas de alta concentración a las zonas de baja concentración. El oxígeno, el dióxido de carbono y la mayoría de los lípidos entran y salen de las células por difusión simple (Fig. 14).

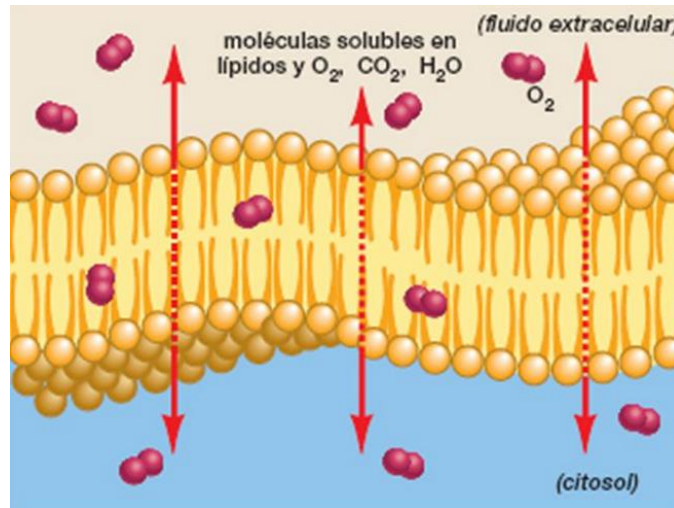


Figura 14. [Difusión simple a través de la membrana plasmática.](#)

Ósmosis

La ósmosis es un tipo de difusión simple en el que las moléculas de agua se difunden selectivamente a través de una membrana permeable, moviéndose de las zonas con alta concentración de agua a las zonas de baja concentración de agua. Entre más partículas disueltas en una solución, se tiene una menor cantidad de agua, por lo que la ósmosis es la difusión de agua de las zonas de baja concentración de soluto a las zonas de alta concentración de soluto. Esta fuerza osmótica busca diluir la concentración de partículas en el agua, por lo que es muy común que se presente al interior de las células, entre las ellas y el espacio extracelular.

Un ejemplo muy claro se puede ver con los carbohidratos. La membrana es permeable al agua, pero no a la sacarosa. Las moléculas de sacarosa no saldrán de la célula debido a que no pueden pasar a través de la membrana. Sin embargo, ya que hay menos agua en el lado con la sacarosa, el agua entra en la célula por ósmosis y la diluye.

Otra forma de describir las dos soluciones, es con el uso de los términos hipertónica e hipotónica.

Una solución hipertónica tiene más solutos y menos agua que una solución hipotónica. Por lo tanto, la **solución dentro de la célula es hipertónica**. Durante la ósmosis, el agua se mueve desde la solución hipotónica fuera de la célula (con más agua y menos solutos) a la solución hipertónica (con menos agua y más solutos). La figura inferior ejemplifica la solución hipotónica de la célula.

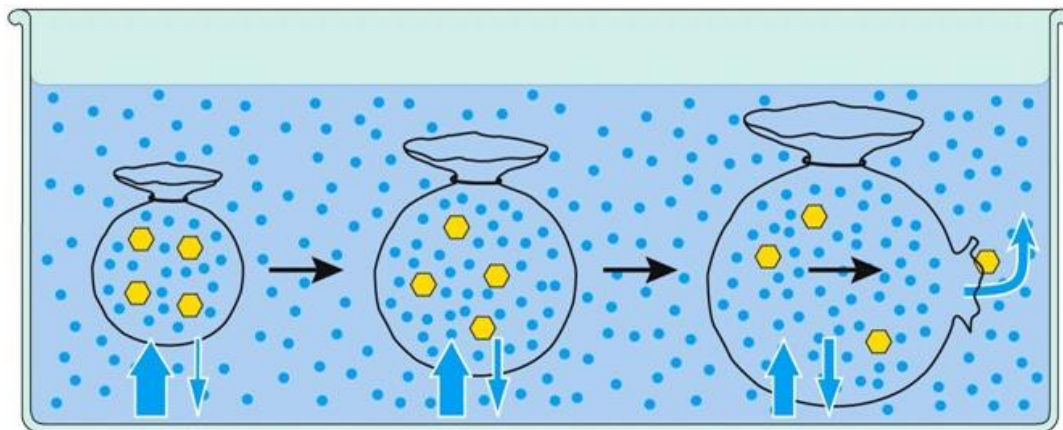


Figura 15. [Solución hipotónica.](#)

Difusión facilitada

Otro método de transporte pasivo, es la difusión facilitada, y consiste en que las sustancias se mueven hacia dentro o fuera de las células, a través de canales de proteína en la membrana celular. La difusión simple y difusión facilitada son similares en que ambas implican movimiento de mayor a menor concentración. La diferencia es la forma en que son transportadas las moléculas o sustancias a través de la membrana celular.

En la difusión simple, la sustancia pasa entre los fosfolípidos; en la difusión facilitada depende de canales especializados de membrana. Las moléculas cargadas como los iones o moléculas polares como aminoácidos y azúcares simples que no pasan entre los fosfolípidos, pueden ser transportadas para entrar o salir de las células mediante canales proteicos, que puede ser sólo a través de un canal o de un portador, en donde la proteína transportadora cambia su conformación para transportarla hacia el otro lado, como se muestra en las figuras.

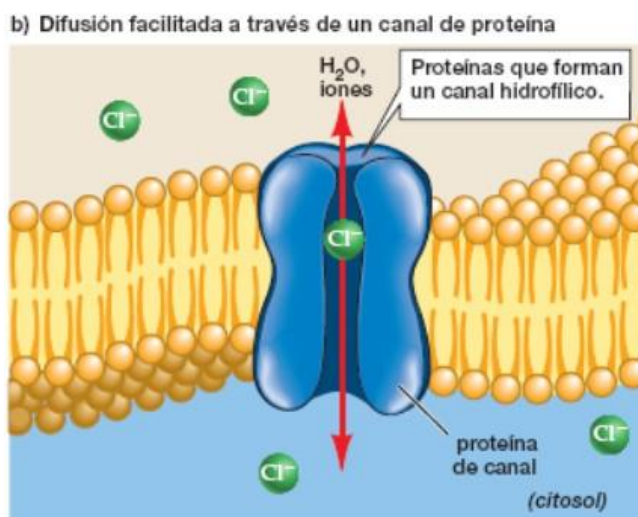


Figura 16. [Difusión facilitada.](#)

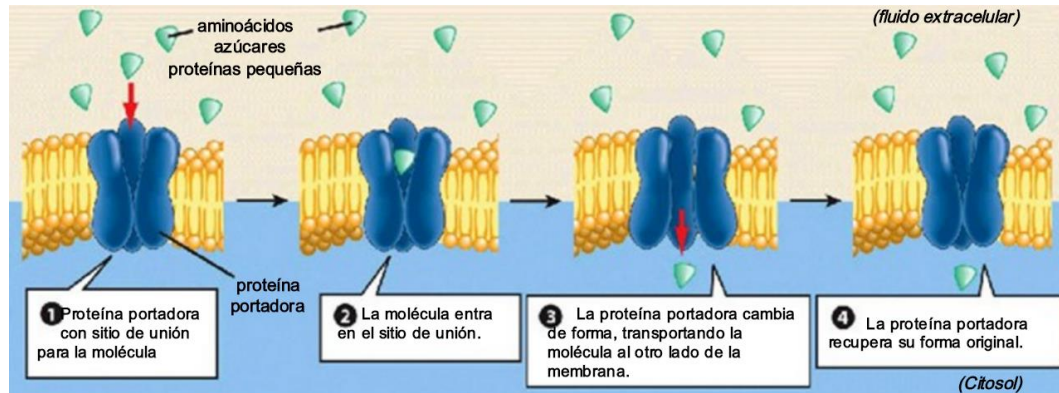


Figura 17. Difusión facilitada a través de un portador.

Transporte pasivo

Los tipos de transporte de membrana anteriores implican el transporte de sustancias que van de mayor a menor gradiente de concentración. Sin embargo también es posible mover sustancias en contra de su gradiente de concentración a través de las membranas. Esto es, que se transportan de zonas de baja concentración a las zonas de alta concentración. Dado que esta es una reacción energéticamente desfavorable, en este tipo de transporte se requiere invertir energía, la cual se obtiene por la descomposición de ATP (Sigla de adenosín trifosfato, nucleótido que constituye la fuente de energía para la mayoría de reacciones químicas que tienen lugar en las células vivas: al romperse uno de sus enlaces de fósforo, la molécula de ATP libera gran cantidad de energía.)

Sí la energía del ATP se usa directamente para bombear moléculas en contra de su gradiente de concentración, el transporte se denomina transporte activo primario.

En algunos casos, el uso de ATP puede ser indirecta. Por ejemplo, si una célula utiliza ATP para bombear Na^+ y luego utiliza el gradiente de concentración de Na^+ para mover glucosa, el transporte de glucosa sería un ejemplo de transporte activo secundario.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo del transporte activo de una proteína que tiene un sitio de reconocimiento para ATP y un sitio de reconocimiento para las moléculas que van a ser transportadas como los iones Ca^{2+} .

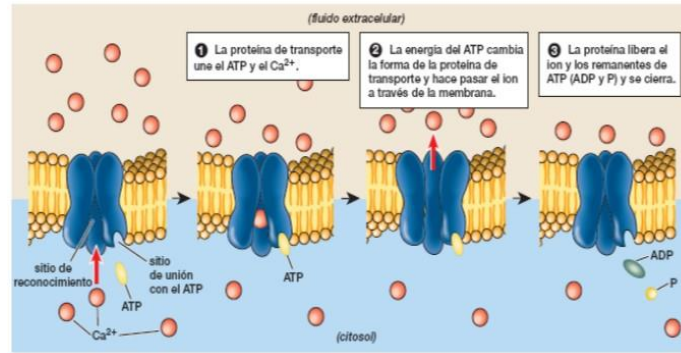


Figura 18. [Transporte activo.](#)

Para el transporte activo existen diferentes métodos, entre ellos se encuentran la endocitosis, exocitosis y pinocitosis.

Endocitosis y exocitosis

Es posible transportar grandes moléculas al interior de la célula, mediante un proceso llamado endocitosis, donde una pequeña pieza de la membrana celular se envuelve alrededor de la partícula y forma una vesícula que ingresa al interior de la célula transportando la molécula a un destino específico. Si la partícula es sólida, la endocitosis también se llama **fagocitosis** y ocurre muy frecuentemente en células del sistema inmune, como son los macrófagos (“gran comedor” que son células del sistema inmunitario que se localizan en los tejidos).

Sin embargo también se pueden transportar grandes moléculas del interior de la célula hacia el espacio extracelular, mediante un proceso llamado exocitosis. Las células utilizan la exocitosis para secretar moléculas demasiado grandes que no pueden pasar por la membrana o por alguna proteína transportadora o poro transmembranal.

Normalmente las vesículas que se fusionan con la membrana para llevar a cabo la exocitosis se originan en los organelos membranosos como el Aparato de Golgi, que después de madurar una proteína o de liberar algunos lípidos o azúcares, los engloba en una vesícula y los libera transportándolos a la membrana plasmática y al fusionarse los expone al exterior. Otro organelo que libera estas vesículas es el Retículo endoplásmico, solo que, en este caso, la mayoría de las proteínas o lípidos primero son transportados al aparato de Golgi, sin embargo en algunos casos las vesículas viajan directamente a la membrana plasmática y liberan su carga al exterior de la célula, excitando su carga.

Pinocitosis

Si el transporte consiste en moléculas o gotas de líquido que son transportadas al interior, se llama el transporte se denomina **pinocitosis**.



En la siguiente figura se ilustra un ejemplo pinocitosis, que se forma una depresión en la membrana plasmática, se hace más profunda y se llena de fluido extracelular. La membrana encierra el fluido extracelular, formando una vesícula.

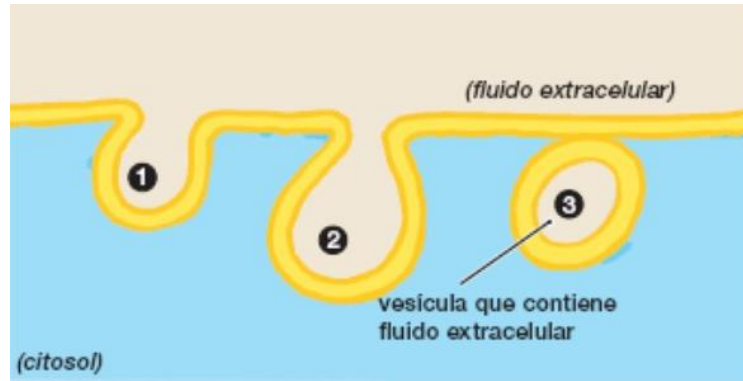


Figura 19. Pinocitosis.

Para ilustrar el transporte celular, observa el siguiente video titulado *Membrana celular*.



David vargas (7 de junio de 2015). *TRANSPORTE A TRAVES DE LA MEMBRANA CELULAR | FISIOLÓGÍA CELULAR | P2* [Archivo de Vídeo] Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=soS4SvOdQCA>

1.3 Vesículas, vacuolas y lisosomas

La célula tiene diferentes compartimentos que le permiten especializar funciones internas acopladas para darle estabilidad. Un grupo de organelos que permiten la comunicación intracelular es una capsula de diferentes medidas y con diferentes estructuras y contenido interno. Estas capsulas engloban micro y macromoléculas para transportarlos de un espacio intracelular a otro. Dependiendo del tamaño, la composición enzimática y la estructura, se conocen con diferentes nombres.

Todas estas estructuras que encapsulan materiales con una membrana, se conocen como vesículas. Si son vesículas muy grandes son conocidas como vacuolas, las cuales también almacenan y transportan líquidos, particularmente agua, o grandes componentes celulares. Y finalmente, si las vesículas tienen actividad catalítica, con un contenido enzimático interno funcional para la digestión de partículas o materiales orgánicos, se denominan Lisosomas o Peroxisomas.

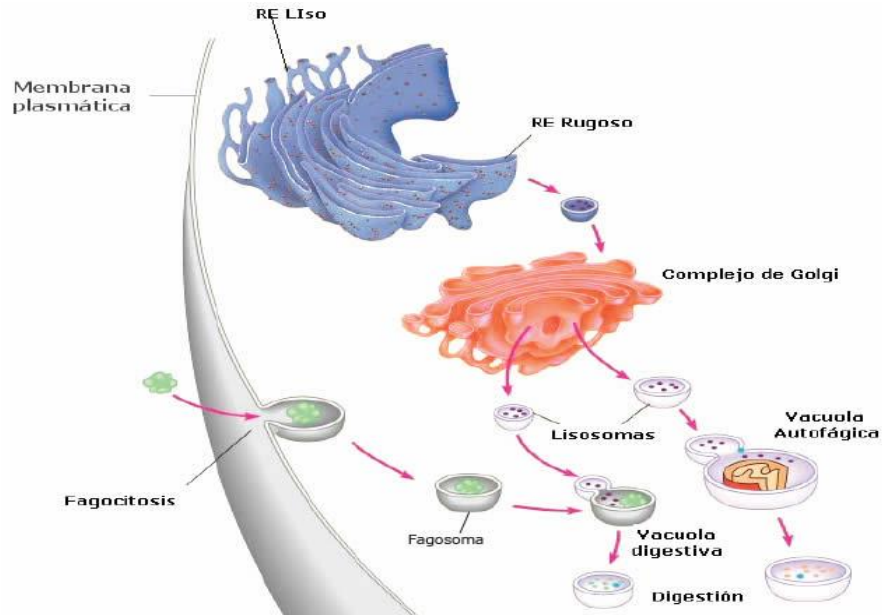


Figura 20. Estructura de lisosoma y vacuola.

Estas “bolsas de membranas” participan en el transporte de materiales y biomoléculas al interior de la célula, encapsulando y transportando su contenido.

Generalmente se asocian a los microtúbulos del citoesqueleto como si fueran vías o rieles por los cuales son desplazados de un lugar a otro. No se encuentran libres ya que algunas proteínas, como la Kinesina, se unen a ellas y las arrastran por los microtúbulos del citoesqueleto.

Las vesículas transportan biomoléculas entre los organelos y para llevar a cabo la endocitosis (transportar biomoléculas al interior de la célula) o la exocitosis (liberar biomoléculas al espacio exterior de la célula).

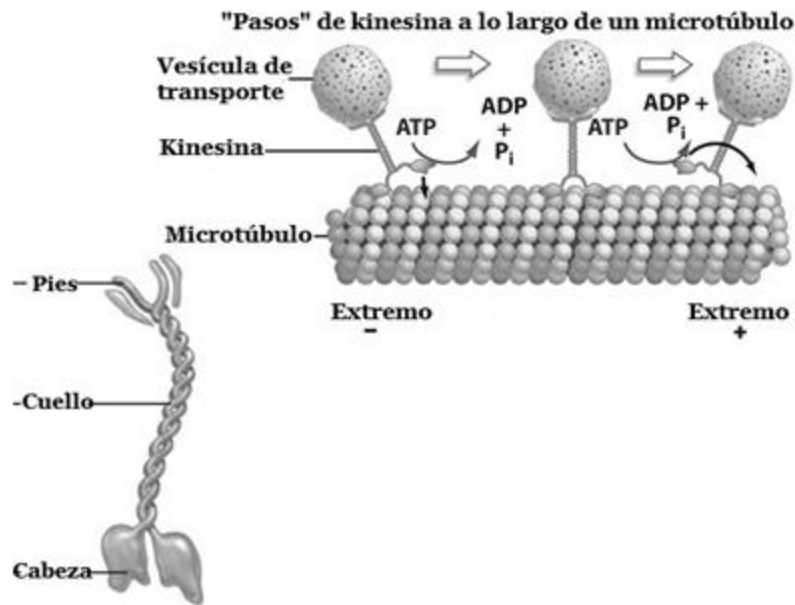


Figura 21. [Microtúbulo](#).

Una especialización muy importante que ocurrió durante la evolución de las vesículas fue cuando dejó de ser solo una "bolsa de membranas" para transporte o almacenamiento, sino que se convirtió en un organelo con capacidad catalítica para descomponer partículas de diferentes tamaños, tanto macromoléculas como microcomponentes celulares.

En 1949, De Duve, investigador de la Universidad de Lovaina, Bélgica. Descubrió que la actividad de la fosfatasa ácida de la célula, estaba encapsulada por una membrana impermeable al sustrato de la enzima. Por eso no digería los productos de la misma célula. Esta capsula membranosa se podía romper por acción mecánica, choque hipotónico y choque térmico, para liberar sus enzimas. De esta forma se supo que dichas capsulas internas de la célula contenían un coctel enzimático de hidrolasas.

Entonces descubrieron un tipo de vesículas que contienen enzimas capaces de hidrolizar casi cualquier tipo de partícula que es atrapada, con pH de 4.8 a 5.2. Y las nombraron como vesículas líticas o Lisosomas.

Actualmente se conocen como lisosomas y se han descubierto más de cincuenta hidrolasas ácidas que se encuentran en su interior, como las fosfatasas o las nucleasas. Cuando la célula inicia un proceso de muerte celular por autofagia o cuando desecha algunos productos orgánicos, los engloba en lisosomas para degradarlos. A este proceso se le conoce como autofagia.

También las Lisosomas son un mecanismo de limpieza y de reciclaje de la célula, ya que todos los productos orgánicos que la célula no utiliza, los clasifica, los engloba en vesículas y algunos los dirige al exterior, exocitando su contenido, pero en otros casos los descompone en micromoléculas que transfiere como componentes de la estructura celular,



reutilizándolos como insumos de diferentes posibles procesos, como la síntesis de biomoléculas.

La cantidad de lisosomas al interior de la célula depende del tipo celular y de sus funciones. Algunas células tienen como función fagocitar y descomponer compuestos u organismos que son degradados en sus moléculas más fundamentales, por lo tanto tienen una organización y estructura celular tal que cuenta con cientos de lisosomas, que pueden variar en su tamaño, forma y contenido.

En el siguiente video se puede visualizar la distribución de estas proteínas RabGT pase dentro de la célula, ellos se han etiquetado con la proteína verde fluorescente. El video muestra la germinación de semillas de *Arabidopsis thaliana*, zoom en los pelos de raíz, que muestran el movimiento de vesículas fluorescentes a través del citoplasma, y finalmente se puede ver una animación de proteínas motoras de mirosin VI arrastrando las vesículas fluorescencia marcadas a lo largo de filamentos de actina.



DvonWangenheim (11 de abril de 2009). *Fantastic Vesicle Traffic*. [Archivo de Vídeo] Youtube
<https://youtu.be/7sRZy9PgPvg>

Por otro lado, los lisosomas reflejan el tipo de materiales que tienen en proceso de digestión, por lo que llegan a contener desde materiales recién ingeridos, cuyo origen puede ser reconocido fácilmente, hasta residuos que no es posible digerir. A diferencia de otros organelos que se identifican por su estructura definida, las vesículas lisosomales no se pueden identificar por criterios morfológicos, como son tamaño, forma, o estructura interna, justamente por la diversidad funcional en la digestión, misma que es acompañada de una composición enzimática muy variable, que se adapta a las necesidades de digestión celular.

Estas vesículas lisosomales tienen una membrana simple y son consideradas el sistema digestivo intracelular, donde el material digerido puede ser endógeno o exógeno y utiliza al cito esqueleto como vías de comunicación, equivalentes a rieles o guías.

1.4 Citoplasma y Citoesqueleto

El citosol o interior de la célula resulto ser el espacio en el cual se lleva a cabo una parte del metabolismo celular, por lo que contiene un gran número de enzimas. Es el equivalente



a los pasillos y espacios comunes de una vivienda, en la cual conviven todos los organelos inquilinos, y las relaciones entre ellos.

El estudio de este organelo, o espacio interno de la célula, es fundamental para comprender como se llevan a cabo todas las reacciones bioquímicas de la vida. Es el espacio que permite concebir a la célula como un pequeño “laboratorio” bioquímico, que está totalmente regulado por procesos y componentes evolucionados a lo largo de la historia. Es aquí donde se lleva a cabo todo el tránsito de biomoléculas que sirven de nutrientes para su biotransformación en energía o en componentes celulares.

Hoy se sabe que las proteínas constituyen alrededor del 20 al 30% del peso del citosol. La alta concentración de proteínas en el citosol permite que se formen grandes complejos proteínicos aun cuando las condiciones químicas y físicas son mínimas o no cuentan con la energía suficiente para su formación. Esto es posible gracias a la organización y estructura interna del citosol que permite la cercanía y la formación de microdominios o microespacios en los cuales se favorecen reacciones determinadas por el espacio físico o por la concentración de sustratos. Esto es, que si tenemos microespacios que obligan a la cercanía se favorece el ensamble de complejos proteínicos.

De igual forma, gracias a la alta concentración y a la cercanía entre las proteínas, se llevan a cabo reacciones bioquímicas con un menor gasto de energía y con un alto nivel de eficiencia.

También esta alta concentración permite la plasticidad de la célula para modificar su forma ensamblando y desensamblando estructuras internas para ajustar su forma, su función y su respuesta a condiciones físicas o químicas, como son variaciones de presión, temperatura y concentración.

Durante mucho tiempo los investigadores se preguntaban si la célula únicamente era una bolsa de membranas que contiene organelos en su interior, o tiene alguna estructura equivalente a los huesos y los músculos celulares.

Si retiramos los organelos del interior de la célula, tendríamos únicamente la membrana plasmática que delimita el interior del exterior. Sin embargo, se descubrió que la célula no está vacía, en su interior cuenta con una estructura muy compleja de microtubos y fibras que le dan forma y soporte. A toda esta red se le denomina citoesqueleto. Como su nombre lo dice, es el esqueleto de la célula, el que le da soporte y la mantiene firme, con forma y volumen.

Esta alta concentración de proteínas, líquidos y algunas otras biomoléculas, forman una sustancia viscosa, por lo cual se le llamo citoplasma. Pero la célula no solo contiene citoplasma, ya que no tendría forma ni resistencia mecánica.

El término Citoesqueleto se introdujo recientemente con la finalidad de nombrar la estructura del citosol que le brinda organización interna a la célula. Cuando no se conocía



esta red, las teorías celulares concebían a la célula como una bolsa de membranas que contenía en su interior algunos organelos. De ahí vino la relación que encontraban con las celdas vacías de un corcho. Posteriormente se supo que la célula no es una bolsa vacía, sino que tiene toda una estructura interna organizada llamada citosol, el cual se compone de un esqueleto y el plasma, o sustancia viscosa que contiene la célula.

Casi todas las células eucariotas tienen forma y organización interna muy definida. Sin embargo, también tienen mucha flexibilidad para adaptar su forma a las necesidades de su entorno, mediante movimientos internos de reorganización que permiten redistribuir los organelos, las biomoléculas y en general todo el contenido celular.

Esto es importante ya que la célula puede migrar por espacios muy reducidos y depende de su plasticidad para modificar su forma e introducirse entre los capilares, entre espacios tisulares o para viajar al interior de líquidos con presiones variables, como ocurre en la circulación sanguínea.

Debido a que la célula requiere reproducirse, reorganiza su estructura interna para preparar la división celular. Esta reorganización no está determinada por el azar, es un proceso muy controlado que hace uso de una estructura interna la cual brinda soporte a toda la célula y sus componentes internos.

Otro proceso que requiere una estructura de soporte es la comunicación interna. Debido a que el interior de la célula está dividida en compartimentos, se requiere establecer un sistema de comunicación interna a varios niveles, desde señales químicas hasta movimientos mecánicos.

Para que se exista una comunicación interna muy dinámica, la célula aprovecha toda la infraestructura que le brinda el citoesqueleto. De esta forma lleva a cabo funciones como soporte para:

- Distribución de biomoléculas
- Transporte de sustratos
- Migración de organelos
- Movimiento de proteínas durante su síntesis y maduración
- Señalización intracelular
- Diferentes tipos de transporte interno
- Desplazamiento de la célula mediante ~~mediante~~ cilios y/o flagelos.

A diferencia de los huesos de un organismo, el citoesqueleto se puede desensamblar y reensamblar, con formas tan diferentes como lo requiera la célula.

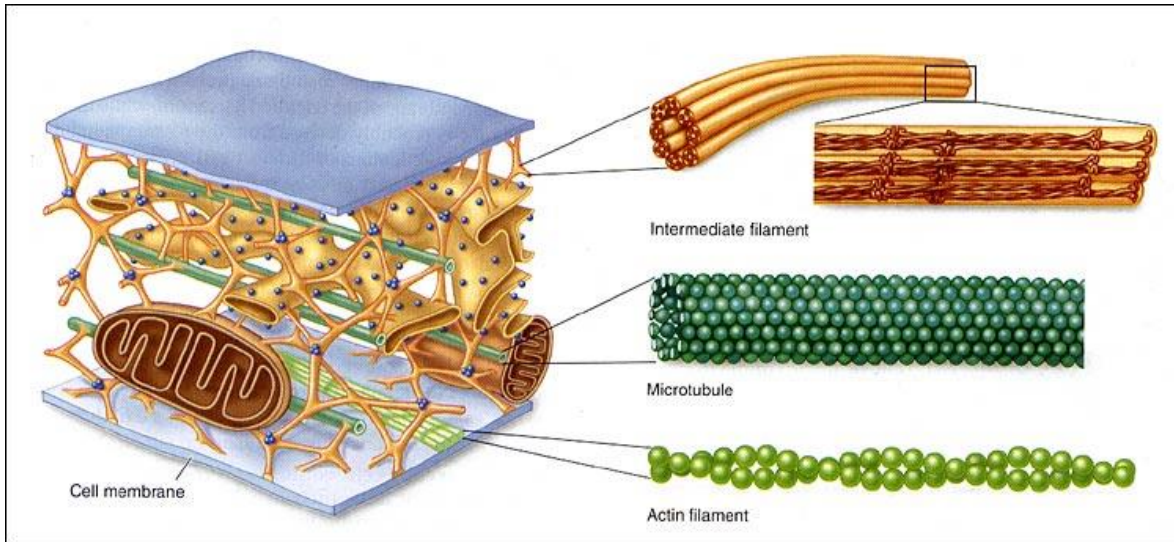


Figura 22. [Los componentes del citoesqueleto](#)

Estructura

El citoesqueleto es una red muy compleja de estructuras tubulares y filamentos moleculares. Al igual que los huesos y los músculos, estas estructuras tienen diferentes funciones, formas, medidas, diámetros y composición. Todos están formados por proteínas estructurales que se acoplan para formar redes de conexión interna y de soporte estructural.

Mediante técnicas moleculares se han identificado que el citoesqueleto está formado por microfilamentos, microtúbulos, filamentos intermedios y una red muy fina de microtrabéculas. Todos organizados en una red intracelular muy dinámica.

Ahora se sabe que los microtúbulos son estructuras fibrosas que pudieron ser descubiertas solo hasta que se contaba con el microscopio electrónico.

También el citoesqueleto cuenta con un tipo especial de tubulina que está asociada al centrómero y que es fundamental para la formación de monómeros que conformaran a los microtúbulos.

Estos monómeros se ensamblan y disgregan muy rápidamente, siempre en función del contexto físico y químico que lo rodea, tales como presión, temperatura, concentración de calcio, pH y alcaloides.

La actina es uno de los componentes que se ha podido manipular para conocer las condiciones en que se agregan o disgregan in vitro. Su polimerización depende del uso de GTP, tubulina y un centro organizador de polimerización.



Algunas células, como los espermatozoides, requieren contar con una estructura que les ayude al movimiento ondulatorio que las desplazara, por lo cual polimerizan microtúbulos con mayor estabilidad que forman parte de los flagelos o estructuras filamentosas.

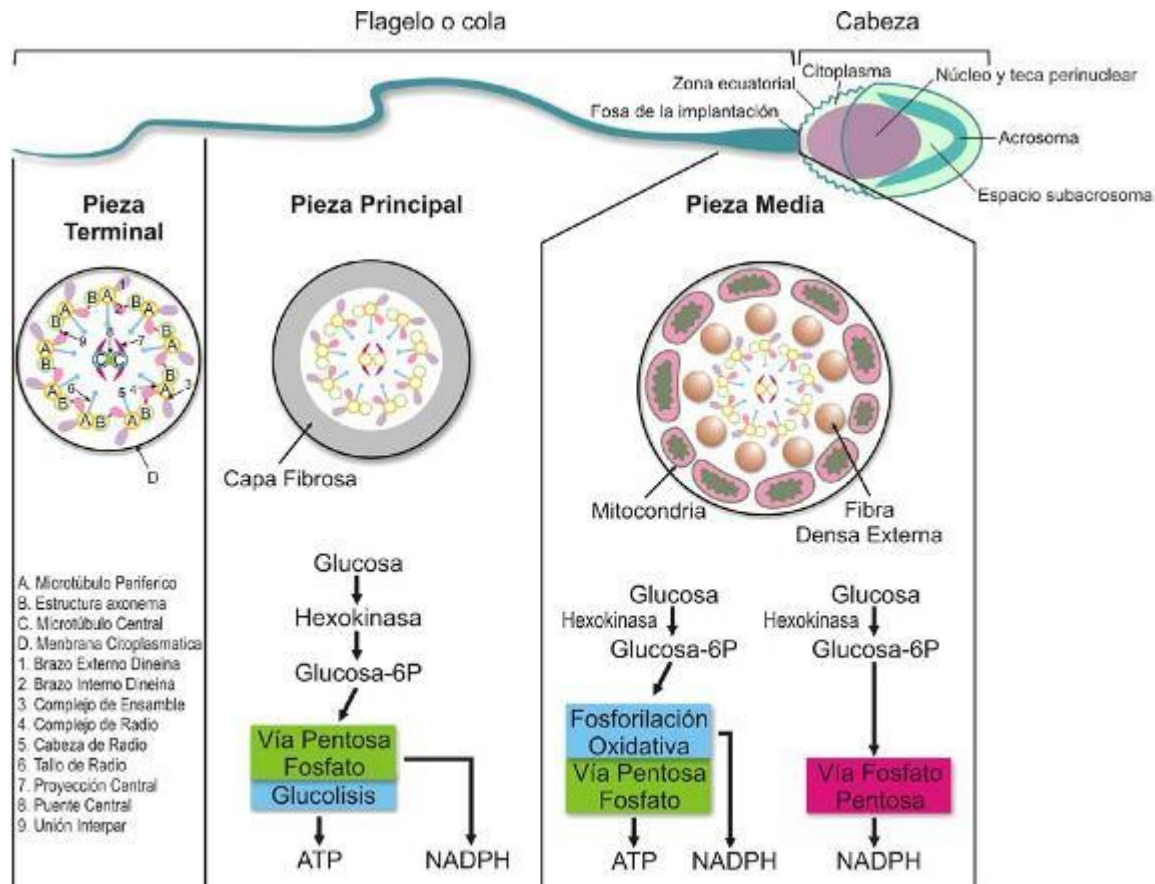


Figura 23. [Estructura del espermatozoide como ejemplo de estructuras filamentosas.](#)

Al igual que la actina, las tubulinas son proteínas conservadas. Otras proteínas como la miosina la cinesina y la dineína son componentes que se asocian con las fibras y los microtubulos, las cuales tienen actividad de GTPasas y ATPasas. Gracias a esta actividad enzimática utilizan ATP y GTP como fuentes de energía para llevar a cabo cambios conformacionales, modificando su forma y su asociación con otras estructuras, para permitir el desplazamiento de otras moléculas sobre los microtubulos o para favorecer el movimiento entre microtúbulos, como ocurre con los flagelos.

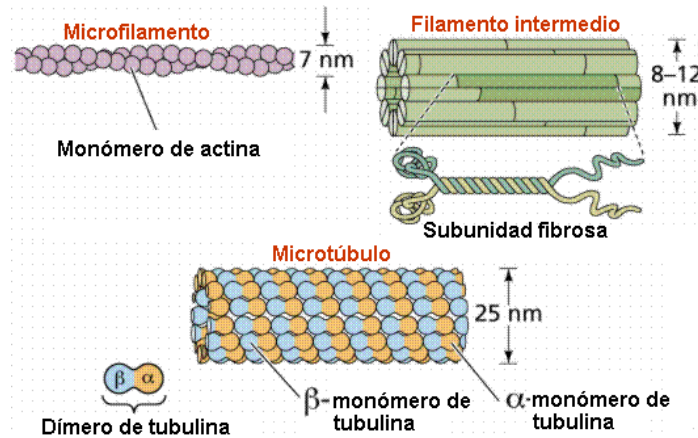


Figura 24. [Microfilamento, filamento intermedio y microtúbulo](#)

1.5 Mitocondria

La célula, como todo sistema, requiere energía, recursos de recambio y mantenimiento. Para esto cuenta con un organelo (la mitocondria) que lleva a cabo funciones muy específicas ligadas a la energía y a señales que indican el inicio o final de procesos moleculares al interior de la célula. No obstante, es preciso iniciar cómo se llegó a esta conclusión con la siguiente **teoría endosimbiótica** (Fig. 25).

A partir de los esfuerzos combinados de Andreas Schimper en 1883, Konstantin Mereschkowsky en 1905, Ivan Wallin en 1920, se propuso la teoría endosimbiótica, la cual permitía afirmar que las mitocondrias eran bacterias que se unieron a las células pre-eucarióticas. Se tenían dudas sobre esta teoría por la falta de evidencias, hasta que en 1960 se identificó ADN mitocondrial, por lo que esta hipótesis fue recuperada.

En 1981, la Dra. Lynn Margulis se convirtió en la figura principal detrás de la teoría endosimbiótica (Fig.25), con la publicación de su trabajo *Symbiosis in Cell Evolution*. Su investigación fortaleció la teoría endosimbiótica, confirmando que las mitocondrias eran organismos independientes que originalmente entraron en las células eucarióticas mediante la simbiosis, describiendo una relación dependiente entre la mitocondria, que aporta energía y la célula que aporta los nutrientes y materiales para la sobrevivencia de las dos. La teoría endosimbiótica es ampliamente aceptada en base a similitudes en sus genomas.

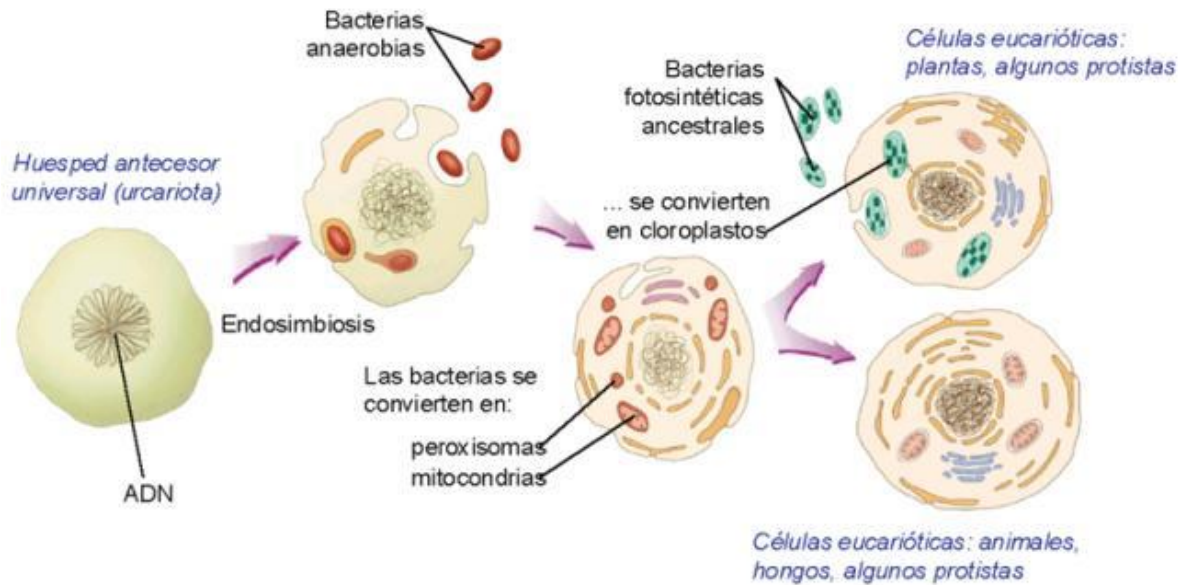


Figura 25. [Teoría endosimbiótica](#)

Cambe mencionar, que el ADN mitocondrial solamente codifica 13 proteínas de la cadena respiratoria, mientras que todas las otras proteínas mitocondriales localizada son codificadas por el ADN nuclear y se importan mediante la síntesis iniciada en el núcleo.

Funciones de la mitocondria

Las mitocondrias son mejor conocidas por sus funciones como centrales eléctricas celulares. Sin embargo, también están involucradas en prácticamente todas las cascadas de señalización, regulación de la proliferación celular, la diferenciación celular, la sobrevivencia, la muerte celular y diversos procesos metabólicos que se han descrito hasta la fecha.

El principal proceso que se lleva a cabo en su interior es la respiración aeróbica, o metabolismo oxidante, para la producción de energía en forma de Adenosina-trifosfato (ATP). Además de producir energía y biomoléculas señalizadores, también libera sustancias que son tóxicas para la célula, por lo cual requieren un control interno en colaboración con otros organelos, como las vacuolas.

Debido a que en la mitocondria se produce la gran mayoría de la energía que utiliza la célula, requiere contar con una estructura equivalente a una central eléctrica. Trabaja con potenciales eléctricos y con señales precisas que favorecen el intercambio de recursos, o biomoléculas, para la producción y biotransformación de energía, y para su mantenimiento estructural.

Por lo tanto, está conformada por una membrana exterior lisa y una membrana interna muy plegada, con crestas formadas por invaginaciones que favorecen una superficie mucho



mayor, equivalente a guardar una membrana mucho más grande que el espacio en el cual se introduce. De esta forma, contiene dos compartimentos principales: El espacio intermembranoso y la matriz interna, o el centro de la mitocondria.

El espacio de la matriz, tiene una conformación gelatinosa, en la cual almacena el ADN-mitocondrial y ARN-mitocondrial, además de los ribosomas que llevarán a cabo la síntesis de proteínas y componentes mitocondriales.

Sin embargo, la mayoría de las proteínas mitocondriales están codificadas en el núcleo celular, sintetizadas en los ribosomas del citosol que se anclan a la membrana del retículo endoplásmico y transportadas hasta la mitocondria.

Estas proteínas mitocondriales se importan a cada uno de los cuatro compartimentos mitocondriales: la membrana externa, el espacio intermembrana, membrana interna, y la matriz.

Cada compartimento interactúa con proteínas precursoras para regular el transporte y para controlar el potencial eléctrico en los diferentes compartimentos.

Esta estructura permite una comunicación interna, entre los compartimentos internos y el exterior, entre la mitocondria y la célula, cumpliendo las funciones antes mencionadas.

Para visualizar el interior de la mitocondria, se presenta el siguiente video.



XVIVO Biovisions. Scientific animation. (4 de octubre 2010) *Powering the Cell: Mitochondria Animation*
[Archivo de Vídeo] Youtube
<https://www.youtube-nocookie.com/embed/RrS2uROUjK4?controls=0&showinfo=0>

Toda esta estructura es equivalente a una bacteria dentro de la célula, lo cual refuerza la teoría endosimbiótica. Además de mencionar que, cuando la mitocondria comienza a fallar, se presentan trastornos relacionados con procesos de envejecimiento, enfermedades metabólicas, cáncer y neurodegeneración, entre otros.

El ATP se produce en la mitocondria, usando la energía almacenada en los alimentos.



ATP

Todos los seres vivos necesitan, de forma inexorable, energía para realizar trabajo. Esta energía la proporciona el trifosfato de Adenosina (ATP) que es un nucleótido que realiza una función muy importante dentro de las células. La hidrólisis del ATP proporciona de forma inmediata la energía libre necesaria para impulsar una enorme variedad de reacciones bioquímicas endergónicas, a través del metabolismo anaeróbico de biomoléculas como la glucosa, que inicia en el citosol, para continuar con el metabolismo oxidativo en la mitocondria, mediante el Ciclo de Krebs y la fosforilación oxidativa transfiriendo las cargas finales al ADP para liberar ATP como producto final, estos procesos los revisaremos más a detalle en la siguiente unidad.

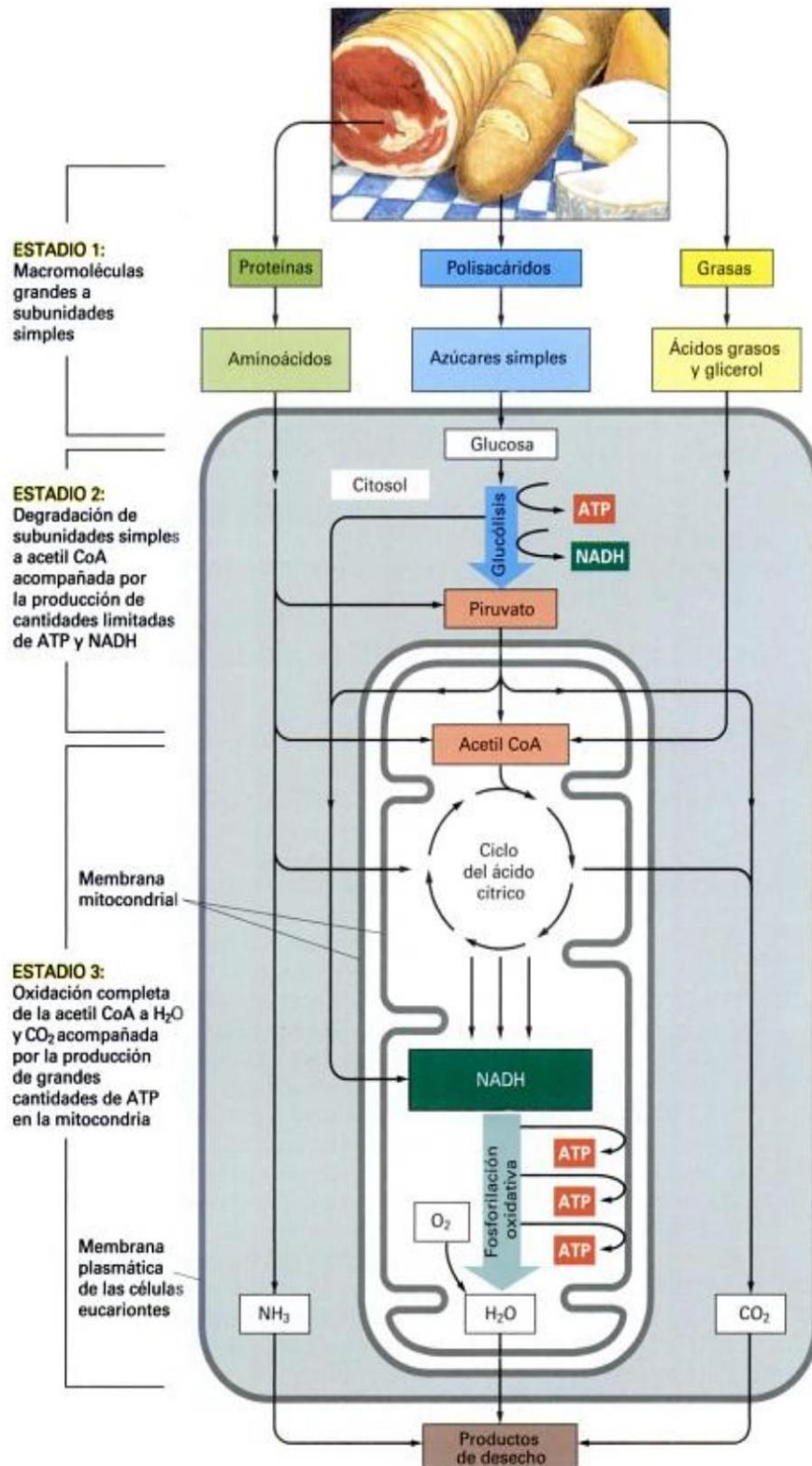


Fig. 13-2. Los tres estadios del metabolismo celular abarcan desde los alimentos hasta los productos de desecho en las células animales. Esta serie de reacciones produce ATP, que se utiliza entonces para impulsar reacciones biosintéticas y otros procesos que requieren energía en la célula. El estadio 1 se desenvuelve de manera predominante afuera de la célula, si bien orgánulos especiales llamados lisosomas pueden digerir moléculas grandes en el interior de ésta. El estadio 2 se produce sobre todo en el citosol, excepto por el paso final de conversión del piruvato a grupos acetilo en la acetil CoA, que se desarrolla en la mitocondria. El estadio 3 se produce en la mitocondria.

Figura 26. Rutas metabólicas en los alimentos, Bruce A. & Bray D., 2006



Entonces el ATP impulsa diversos procesos, como la biosíntesis de moléculas, el transporte activo a través de las membranas celulares y el trabajo mecánico como la contracción muscular.

La molécula de ATP se compone de un nucleótido formado por adenina, un azúcar que es la ribosa y una unidad de trifosfato. Los dos grupos fosfato terminales, están unidos, mediante enlaces fosfato. El ATP es una molécula altamente hidrolizable, ya que diversas moléculas transfieren sus grupos fosfato a otros compuestos.

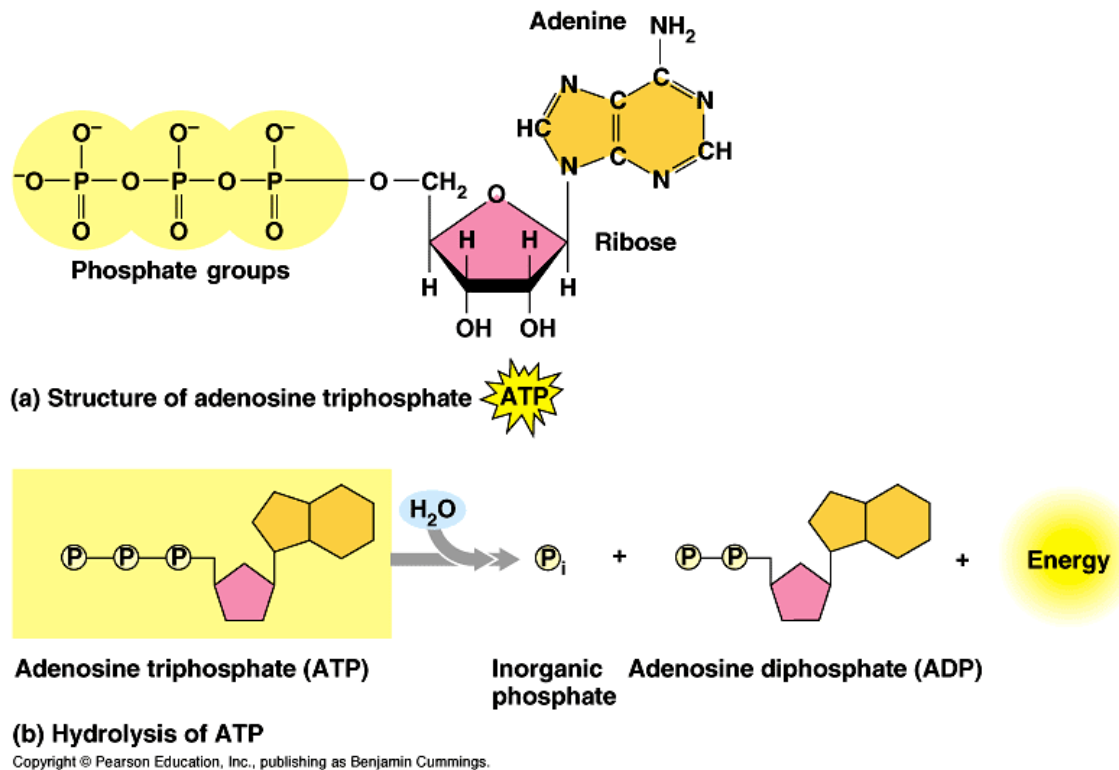


Figura 27. [Estructura del ATP](#)

Los procesos en que se agrega o retira un fosfato, se conocen como fosforilación y desfosforilación respectivamente, estas reacciones se llevan a cabo por enzimas quinasas y fosfatasas mitocondriales, cuyos mecanismos son críticos en la regulación de las redes de señalización y por consecuencia esenciales para casi todas las funciones celulares.

1.6 Núcleo

La célula cuenta con información que se hereda para garantizar que mantendrá sus características de generación en generación. Esta información se encuentra almacenada en los genes de la célula. Por esto, el núcleo se considera el equivalente a una biblioteca genética de la célula. A principios del siglo XX, se hicieron investigaciones sobre la



naturaleza química de estas unidades de información y se confirmó que esta información se hereda en cada división celular.

Posteriormente, en 1940, se descubrió que los genes que se transmitían de generación en generación contaban con instrucciones para sintetizar proteínas. Dado que las proteínas son biomoléculas que tienen múltiples funciones, como enzimas que catalizan reacciones, proteínas estructurales que brindan soporte, reguladoras de la expresión génica, del movimiento y de la comunicación celular, entre otras, se pudo determinar que esta información controlaba la regulación de todos los procesos en la célula.

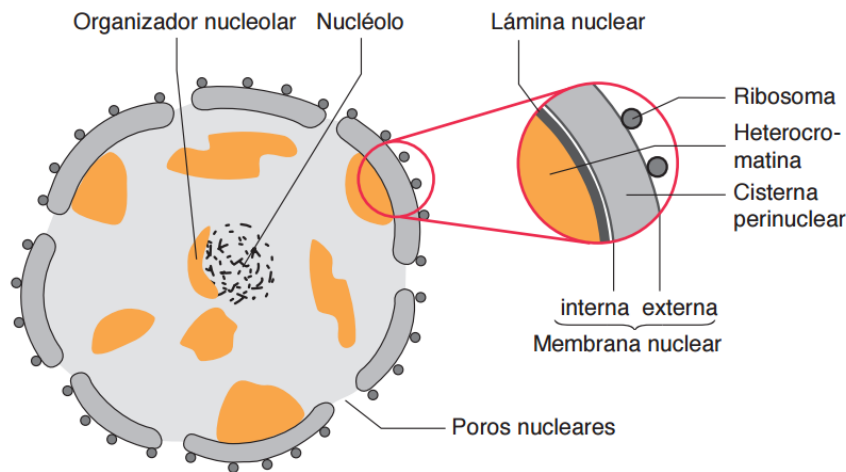
En este mismo año se pudo demostrar que el Ácido Desoxirribonucleico (ADN) era la unidad fundamental de los genes. Sin embargo, los mecanismos para copiar y transmitir la información aún no se conocían. Fue en 1953 Watson y Crik recibieron el premio Nobel por haber descrito la estructura de la cadena helicoidal del ADN. Debido a este descubrimiento, posteriormente se conocieron los mecanismos mediante los cuales se copia y replica el ADN, además de sentar las bases de la biología molecular, mismas que sirvieron para comenzar a entender cómo se codificaban las instrucciones para la síntesis de proteínas.

La extensión de una cadena de ADN humano es aproximadamente de 48 a 240 millones de pares de bases, lo cual debería medir entre 1.6 y 8.2 centímetros, sin embargo, toda se encuentra empaquetada en el núcleo de la célula, que tiene un tamaño equivalente de 5 a 25 micras. Esto es posible gracias a que dicho empaquetamiento optimiza el espacio gracias a algunas proteínas que se encuentran unidas a la cadena y que garantizan una estructura sumamente compacta, la cual es posible almacenar en un espacio tan pequeño como el núcleo celular.

Estructura

El núcleo se encuentra en el citoplasma de la célula. Los componentes del núcleo son la doble membrana nuclear, la lámina nuclear, la sustancia fundamental o nucleoplasma, el matriz nuclear, los cromosomas de cromatina y el nucléolo.

En la siguiente figura, se ilustra la estructura del núcleo.



Biología Celular. Plattner. ©2014. Editorial Médica Panamericana.

Figura 28. [Estructura del núcleo](#)

En las células animales el núcleo se compone por una doble membrana que separa el nucleoplasma al interior, del citoplasma. Y regula el movimiento de moléculas entre estos dos espacios. También determina la forma del núcleo y favorece su organización interna, ya que proporciona espacios de anclaje para la cromatina.

La relación entre la membrana interna y la membrana externa tiene soporte en alrededor de 20 proteínas localizadas este espacio intermembranoso, que en conjunto, forma las cisternas perinucleares, las cuales se encuentran unidas a las cisternas reticulares del Retículo endoplásmico. Por lo tanto, se confirma que una de sus funciones de las cisternas perinucleares es mantener la estructura de la envoltura nuclear, así como establecer un canal de comunicación eficiente con el Retículo endoplásmico.

La superficie granular del núcleo celular proviene del retículo endoplásmico, con ribosomas unidos a la membrana, la cual presenta una gran cantidad de poros nucleares que garantizan el flujo de biomoléculas entre el núcleo y el citoplasma.

Estos poros son complejos formados por proteínas que permiten el paso de moléculas de gran peso molecular, como proteínas y ARN que se libera al citoplasma para unirse a los ribosomas e iniciar la transcripción y traducción de proteínas.

De igual forma, los poros favorecen la regulación de la presión osmótica entre el núcleo y el citoplasma (Fig. 26).

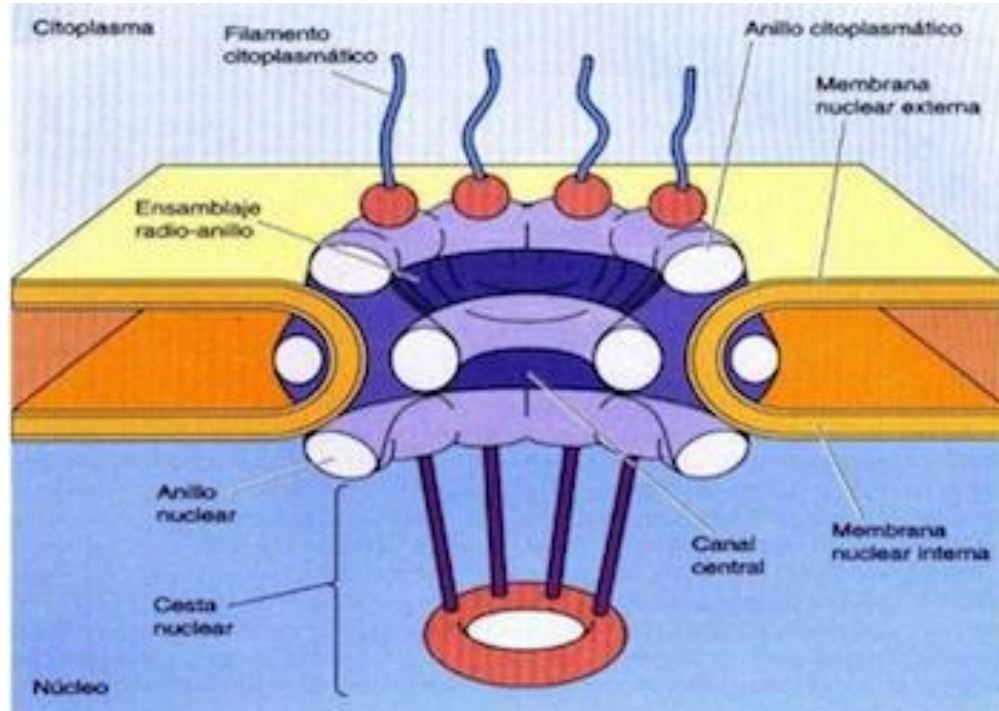


Figura 29. [Complejo del poro nuclear](#)

El núcleo contiene un material plasmático, similar al material del citoplasma, el cual favorece la inmersión de la cromatina y la transcripción y replicación del ADN.

Algunas células tienen uno o hasta dos nucléolos y otras células más viejas incluso no tienen nucléolo. Sus funciones radican principalmente en la síntesis de ARN ribosomal y el ensamblaje de los ribosomas, utilizando las proteínas ribosomales que se transportan del citoplasma al interior del nucléolo por los poros nucleares.

Otra estructura que se presenta en el núcleo es la cromatina, la cual contiene ADN, proteínas y ARN. Algunas de estas proteínas son las histonas, que funcionan como pinzas, las cuales garantizan la unión de las cadenas plegadas.

Funciones del Núcleo

El núcleo garantiza un microambiente para la regulación de la expresión génica, mediante una estructura que permite el flujo de biomoléculas, y la conservación de la estabilidad de los factores de transcripción, como son el ADN, el ARN y las proteínas. Gracias a estas condiciones se pueden llevar a cabo las cascadas de señalización que indican el inicio, desarrollo y termino de la expresión génica. En citoplasma sería imposible contar con todos estos elementos disponibles para dar inicio a dichos procesos.



El núcleo controla el proceso de síntesis de proteínas ya que tiene puntos de regulación. Uno de estos puntos es la migración que debe realizar el ARN mensajero sintetizado en el nucléolo y que deberá ser transportado al ribosoma para concluir con la última etapa de la síntesis, llamada **transducción**. Este mecanismo garantiza el control en la producción de proteínas. Más adelante, veremos con más detalle las etapas de la síntesis de proteínas, mismas que se llevan a cabo en estos organelos: núcleo, ribosoma y retículo endoplásmico (Fig. 26).

El ADN cuenta con códigos o secuencias que indican sitios de inicio y termino de secuencias funcionales. Dichas secuencias son conocidas como Intrones y exones. Estos puntos de regulación de la transcripción garantizan la maduración de los transcritos primarios o secuencias primarias que serán convertidos en ARN mensajero. En caso de liberar ARN mensajero sin madurar, se producen proteínas que no son funcionales.

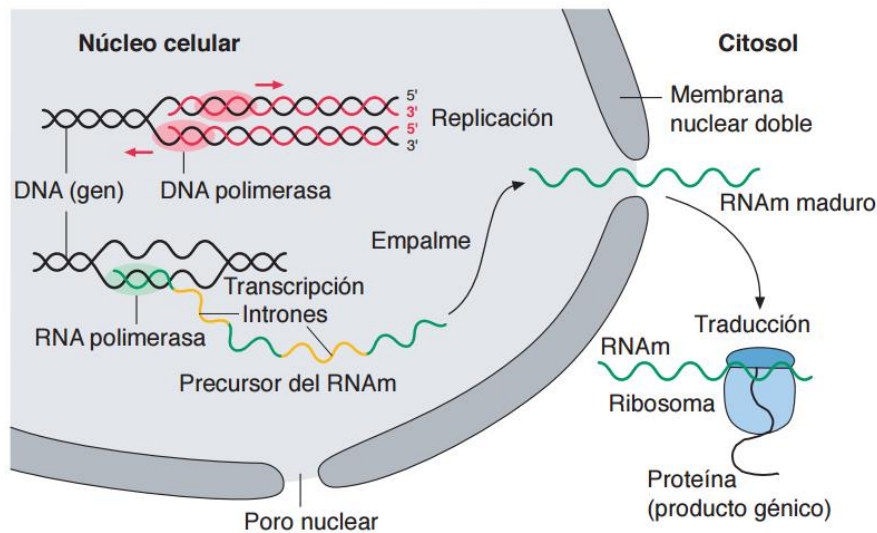


Figura 30. [Síntesis de proteínas](#)



1.7 Retículo endoplásmico

El retículo endoplásmico es una estructura membranosa que se continúa con las membranas de la envuelta nuclear, dispuesta en forma de sacos aplanados y túbulos interconectados entre sí, que desempeña un papel importante en la síntesis de moléculas complejas, como proteínas y lípidos. Básicamente un sistema de transporte que lleva determinadas sustancias dentro y fuera de la célula (Fig. 31). Se pueden distinguir dos tipos de retículo endoplásmico: rugoso y liso.

En la parte del retículo endoplásmico rugoso, se encuentran situado los ribosomas que llevan a cabo la síntesis de proteínas y enzimas, que pasan al retículo endoplásmico liso a través de una ruta vesicular, en donde también se lleva a cabo la síntesis de lípidos para posteriormente pasar al aparato de Golgi.

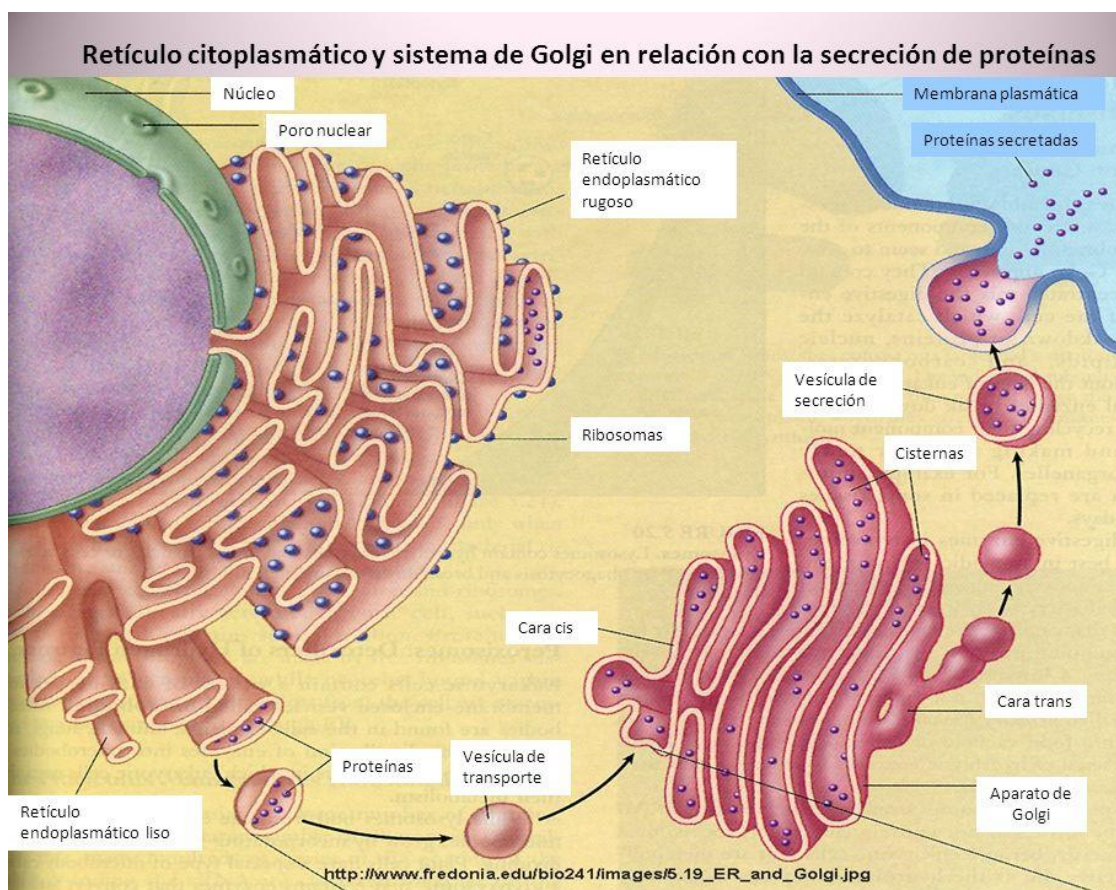


Figura 31. Transporte de vesicular desde el retículo endoplásmico



1.8 Aparato de Golgi

El aparato de Golgi es un organelo de membrana que funciona como el centro de operaciones, o control de calidad, de la vía secretora de casi todas las células eucariotas, incluidas las de animales, plantas y hongos. En los vertebrados, las pilas de Golgi están conectados por los túbulos del citoesqueleto, para formar una estructura en forma de cinta que se localiza adyacente al núcleo.

Este organelo fue visto por primera vez por La Valette Saint Georges en espermatoцитos, sin embargo debe su nombre al médico italiano e investigador celular Bartolomeo Camillo Emilio Golgi, quien trabajaba sobre la estructura del sistema nervioso. Por sus trabajos al lado de Santiago Ramón y Cajal, compartieron el premio nobel de medicina. Durante sus observaciones de microscopia óptica con neuronas de cerebelos de lechuza impregnadas con sales de plata, identificó algunas estructuras en forma de red que rodeaban el núcleo celular. Al desconocer su función y estructura, las llamo Aparato Reticular Interno. En la década de 1920 a 1929 se establecieron las primeras evidencias de la función secretora del Aparato de Golgi, en células del páncreas, así como la formación del acrosoma del espermatozoide.

Posteriormente, cuando la microscopia evolucionó y se pudo acceder a imágenes más precisas mediante el microscopio óptico de contraste de fases, 1954 Dalton identifica la estructura membranosa de este organelo, el cual se compone de pilas de cisternas aplanadas, que están rodeados por vesículas de transporte. Y le dieron el nombre de Complejo de Golgi.

Mediante estos estudios, se pudo observar que el aparato de Golgi es un organelo complicado pero dinámico, que recibe vesículas de transporte con cargas provenientes del Retículo endoplásmico. Estas vesículas transportan proteínas recién sintetizadas y plegadas, que madurarán durante su tránsito a través de las diferentes cisternas del aparato de Golgi. Las proteínas se clasifican y se dirigen a diferentes procesos de transporte, de acuerdo con su destino final.

Está formado por varias cisternas ensanchadas o dictiosomas, las cuales se encuentran conectadas entre sí. Con el tiempo se ha confirmado que este, al igual que el centrosoma, es un centro de organización de los microtúbulos del citoesqueleto. La cantidad depende de la fisiología y del tipo celular.

La integridad del aparato de Golgi depende de la red de microtúbulos que conecta a los dictiosomas, sin estos se dispersarían las cisternas y desaparece la estructura reticular así como el flujo de vesículas que van transportando a las biomoléculas al interior de esta red. Una prueba muy evidente que se presentó en este proceso fue la desaparición del aparato de Golgi cuando la división celular se encuentra en la última etapa, llamada citocinesis, o separación de las células hijas. Volviendo a reconstituirse a partir del centrosoma y las vesículas agrupadas a su alrededor.



Para identificar los flujos de vesículas, se aborda la organización de las cisternas por dominios: *Cis*, Intermedias y *Trans*. El lado *Cis* se encuentra más próximo al retículo endoplásmico, del cual recibe las vesículas que se fusionaron con las cisternas de este lado del aparato de Golgi. El dominio Intermedio está conformado por las cisternas centrales. Y al otro extremo opuesto al dominio *Cis*, se encuentran las cisternas *Trans*. La vesícula proveniente del retículo endoplásmico, con su carga de proteínas, se fusiona con la cisterna más próxima en el dominio *Cis*. La carga es transportada a través de las cisternas, que tienen una conexión constante de una a otra, hasta llegar al dominio *Trans*. Esta última cisterna se descompone en vesículas que viajan para transportar su carga hacia otros organelos o dominios celulares, distribuyéndolas una vez que ha sido madurada su carga. Otra propuesta indica que la cisterna se forma del lado *Cis* por la fusión de vesículas, provenientes del retículo endoplásmico. Y esta cisterna viaja por el dominio intermedio llegando al dominio *Trans*, donde se descompone para liberar las vesículas que viajaran para distribuirse a otros dominios celulares (Fig. 33).

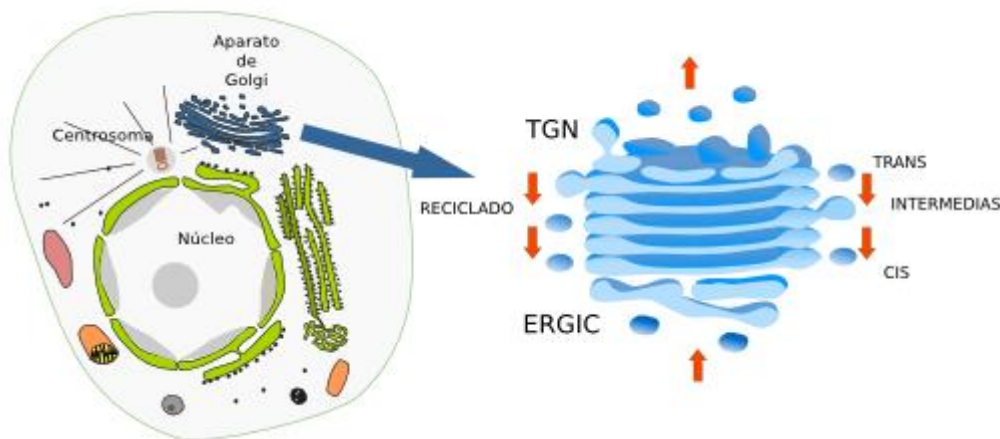


Figura 33 .[Estructura del aparato de Golgi.](#)

Funciones

Es considerado el centro de regulación y maduración de biomoléculas. Después de haber sido sintetizadas pueden tener una conformación inicial muy definida, pero no significa que cuentan con la estructura final que requieren para ser funcionales. O incluso, quizá requieran ser recicladas para garantizar el control de calidad continuo y la eliminación de las biomoléculas dañadas a través de una vía específica.

Así, una vez que son transportadas por las vesículas al aparato de Golgi, toda su conformación puede ser cambiada, desde el tamaño, la distribución de las unidades fundamentales que las conforman, la fosforilación, la glicosilación o el marcaje de las proteínas. Esto define la estructura final de las biomoléculas y las libera en condiciones muy diferentes a cómo llegaron.



Por lo anterior, el aparato de Golgi lleva a cabo funciones básicas de transporte, transformación, secreción y reciclaje.

Maduración de proteínas

Cada cisterna cuenta con un conjunto de enzimas que lleva a cabo cascadas de reacciones muy específicas dependiendo de la etapa de maduración y transformación que están sufriendo las proteínas.

Mientras las proteínas son clasificadas y ordenadas a lo largo de las pilas de Golgi, también son objeto de diversas modificaciones post-traduccionales, como es la glicosilación, la sulfatación, la palmitoilación, la metilación y la fosforilación (Fig. 34).

En cada caso se presentan reacciones acopladas que unen los grupos funcionales descritos. Así tenemos que en la metilación, las proteínas reciben la unión de uno o varios grupos metilo. En la sulfatación, se une uno o varios grupos sulfato. En la fosforilación se une uno o varios grupos fosfato, etc.

También la glicosilación se presenta mientras son transportadas las proteínas a través de las cisternas del aparato de Golgi. Se añaden algunos carbohidratos, los cuales formaran parte de un proceso de marcaje que le permitirá a la proteína receptora llevar a cabo diversas funciones. Algunas de estas proteínas son glicosiladas desde que se encuentran en el retículo endoplásmico.

La glicosilación se puede presentar cuando se añaden a las proteínas algunos monosacáridos ricos en manosa, conocidos como glicosilación tipo N, o cuando se añaden oligosacáridos por glicosilación tipo O.

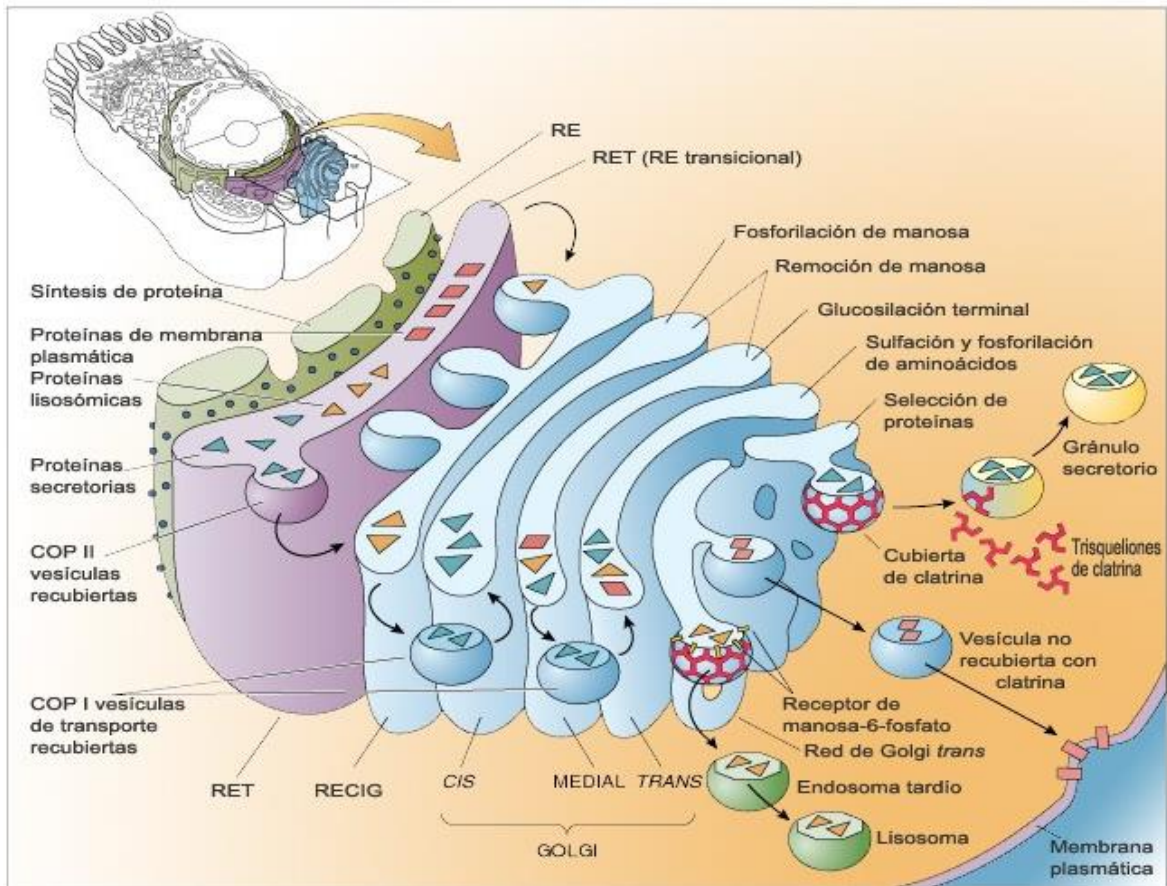


Figura 34. [Esquema del aparato de Golgi y el agrupamiento de la res de Golgi trans. RET, retículo endoplásmico transicional.](#)

Síntesis de lipoproteínas

El Aparato de Golgi también lleva a cabo funciones de síntesis. O al menos las últimas etapas de la síntesis de algunos lípidos, como la esfingomielina y los glico-esfingolípidos. Los cuales son determinantes en la composición de las membranas celulares, ya que se asocian con el colesterol y forman microdominios llamados Lípid raft, o balsas lipídicas, que son pequeñas islas de lípidos rígidos que le dan estabilidad a algunos complejos de proteínas que atraviesan la membrana y favorecen mecanismos de señalización o de transporte. Este lípido es fundamental en la transducción de señales que se presenta en las células nerviosas. También se considera que tiene una función de aislante en las membranas. Cuando esta biomolécula no se sintetiza adecuadamente se presentan enfermedades que afecta al sistema nervioso, como ocurre con la enfermedad de Alzheimer.

De igual forma también se atribuye al aparato de Golgi las últimas etapas de la síntesis de lipoproteínas de baja densidad, conocidas como VLDL, que contiene la más alta cantidad de triglicéridos y es conocida como "colesterol malo". Estas lipoproteínas son las que se



encargan del transporte de colesterol, triglicéridos u otros lípidos a diferentes tejidos y favorece su acumulación en las paredes de las arterias.

Distribución de biomoléculas transformadas

Una vez que han sido procesadas las proteínas, ya sean glucoproteínas, lipoproteínas, o proteínas fosfatadas, sulfatadas, metiladas, etc, son englobadas por las vesículas en la última cresta del dominio Trans, y se transportan hacia diferentes sitios, tanto al interior como al exterior de la célula. A este último destino se le llama exocitosis constitutiva y exocitosis regulada.

El destino de estas biomoléculas es diverso: proteínas con funciones estructurales o de soporte, con funciones metabólicas o enzimáticas, de señalización, de transporte, que son sustrato para producir energía, entre otras.

Cuando las proteínas o biomoléculas requieren ser recicladas, se reenvían en vesículas al interior del aparato de Golgi para biotransformarlas nuevamente, o para surtir al retículo endoplásmico. Este mecanismo no solo recicla de forma endógena, esto es, que no solo recicla moléculas de las vesículas del aparato de Golgi, también recibe vesículas de otros destinos y las procesa para reciclarlas.



Cierre de la unidad

Finalmente podemos concluir que sin la estructura y condiciones que proporciona la célula sería imposible la vida. Mediante el anterior recorrido por las funciones y estructura de la célula hemos podido identificar datos que nos permiten abordar la biotransformación de las moléculas como un proceso fundamental de la nutrición.

Al comprender que la célula es un sistema que tiene compartimentos internos, que garantiza condiciones aisladas del medio externo y que tiene controles para el flujo de materiales al interior y exterior de la misma, es posible comprender con mayor claridad por que las reacciones metabólicas llegan a ser más eficientes.

Y para comprenderlo con mayor claridad se recomienda ver el siguiente video, el cual producido a partir de artículos de investigación biomédica publicados en revistas de arbitraje internacional. Esto significa que cada partícula, cada movimiento, cada forma y cada ambientación están fundamentada científicamente.

Al revisarlo se recomienda tener presente que en este ambiente se está llevando a cabo todo el procesamiento de nutrientes.

Este ambiente es un microcosmos que se encuentra en cada una de nuestras células, con diferencias estructurales pero con los mismos organelos, y las funciones generales revisadas en esta unidad. Al revisar presente video podemos identificar hasta donde hemos logrado consolidar los aprendizajes que nos propusimos en esta unidad.

Ahora ya contamos con la información básica del contexto celular para iniciar un recorrido por la función, estructura y metabolismo de los macronutrientes y micronutrientes.



XVIVO Biovisions. Scientific animation. (2010)

Inner Life of the Cell animation

<https://xvivo.com/examples/the-inner-life-of-the-cell/>



Para saber más



Unprofesor (16 de marzo de 2015)
Qué es la célula: estructura y funciones [Archivo de
Vídeo] Youtube
<https://www.youtube.com/watch?v=PTrOSGYC6BU>



UNAM-CCH (2015) Estructuras y organelos de células
eucariotas.
[http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/
unidad1/estructuraseucariotas/estructurasorganelos](http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad1/estructuraseucariotas/estructurasorganelos)



De Juan J. (1999) *Catálogo de células del organismo humano*. Universidad de Alacant. Departamento de
Biotecnología
[https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/24337/1/Catal
ogoCelulasJDJ.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/24337/1/CatalogoCelulasJDJ.pdf)



Actividades

La elaboración de las actividades estará guiada por tu docente en línea, mismo que te indicará, a través de la *Planeación didáctica del docente en línea*, la dinámica que tú y tus compañeros (as) llevarán a cabo, así como los envíos que tendrán que realizar.

Para el envío de tus trabajos usarás la siguiente nomenclatura: **BNU_U1_A#_XXYZ**, donde BNU corresponde a las siglas de la asignatura, U1 es la unidad de conocimiento, A# es el número y tipo de actividad, el cual debes sustituir considerando la actividad que se realices, XX son las primeras letras de tu nombre, Y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.

Autorreflexiones

Para la parte de **autorreflexiones** debes responder las *Preguntas de Autorreflexión* indicadas por tu docente en línea y enviar tu archivo. Cabe recordar que esta actividad tiene una ponderación del 10% de tu evaluación.

Para el envío de tu autorreflexión utiliza la siguiente nomenclatura:

BNU_U1_ATR _XXYZ, donde BNU corresponde a las siglas de la asignatura, U1 es la unidad de conocimiento, XX son las primeras letras de tu nombre, y la primera letra de tu apellido paterno y Z la primera letra de tu apellido materno.



Fuentes de consulta



Básica

- Alberts B., Bray D. et al. (2006) *Introducción a la biología celular*. España: Panamericana
- Audesirk T & Audesirk G. (2008) *Biología la vida en la Tierra*, México: Prentice-Hall.
- Freifelder D (2001). Técnicas de bioquímica y biología molecular. España: Reverté
- Gómez J. (1994). *Biología moleculares las membranas celulares (Ciencias básicas y derivaciones aplicadas)*. España: Murcia
- Lodish H. Berk A. et. al. (2005) *Biología celular y molecular*. Buenos Aires: Panamericana.
- Maillert M. (2003). *Biología celular*. Barcelona: Masson.

Complementaria

- Amaral A, Lourenço B, Marques M. y Ramalho-Santos J. (2013). Mitochondria functionality and sperm quality. *Reproduction* 146(5), 163-174
<http://www.reproduction-online.org/content/146/5/R163.long>
- Castrejón V., Carbó R., Martínez M. (2007) *Mecanismos moleculares que intervienen en el transporte de la glucosa*. REB 26 (2): 49-57, 2007.
http://www.facmed.unam.mx/bmnd/publicaciones/ampb/numeros/2007/02/e_TranspoGlucosa.pdf
- Csala, M., Marcolongo, P., Lizák, B., Senesi, S., Margittai, E., Fulceri, R., Magyar, J. E., Benedetti, A. y Bánhegyi, G. (2007) Transport and transporters in the endoplasmic reticulum. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Biomembranes*.



1768(6), 1325-1341

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005273607001022>

- Glick, B. S., & Nakano, A (2009). Membrane Traffic Within the Golgi Apparatus. *Annual review of cell and developmental biology*, 25, 113-132
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2877624/>
- Pfeffer S. R. (2001). Rab GTPases: specifying and deciphering organelle identity and function. *Trends in cell biology*, 11(12), 487–491.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11719054>
- Wei, J. H., & Seemann, J. (2010). Unraveling the Golgi ribbon. *Traffic* 11(11), 1391–1400 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4221251/>
- Xiang, Y., & Wang, Y. (2011). New components of the Golgi matrix. *Cell Tissue Res*, 344(3), 365–379 <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3278855/>