

Las proteínas representan el componente principal de casi todas las membranas biológicas, desempeñan un importante papel, no sólo en la estructura de la membrana, sino también en su función principal que es la permeabilidad, ayuda a la membrana a retener el agua y da flexibilidad a la célula, dado que las moléculas de proteínas son largas y complejas, pueden plegarse o extenderse permitiendo que la membrana se dilate o se contraiga, produciéndose variaciones en el espacio que permite la entrada de moléculas del medio ambiente al interior de la célula y en el sentido contrario.

El solo hecho de que una sustancia nutritiva se encuentre junto a un organismo no implica que éste sea capaz de utilizarla ya que la sustancia deberá pasar primero a través de la membrana para introducirse en la maquinaria que sintetiza los constituyentes celulares. Tanto los alimentos como los productos de desecho de la célula deberán pasar la membrana y para que esto suceda las sustancias necesitan ser solubles, hasta cierto grado, en el líquido que rodea la célula o en su citoplasma.

Para comprender mejor lo anterior veamos las características y procesos físicos de la membrana plasmática. Las membranas en general, según su permeabilidad pueden clasificarse en: permeables, aquellas membranas que permiten el paso de todo tipo de sustancias; impermeables, las que no permiten el paso de ningún tipo de sustancias y de permeabilidad diferencial o selectiva, cuando permite el paso de determinado tipo de sustancias (fig. 40). A este último tipo de membrana pertenecen las membranas plasmáticas.

Los mecanismos mediante los cuales la célula efectúa la captación de sustancias son:

a). Difusión.— Es el movimiento de moléculas de una región de alta concentración a otra de baja concentración. La razón es que las moléculas en solución están constantemente moviéndose en todas direcciones chocando continuamente entre sí y el resultado de estos movimientos y choques constantes, es una uniformidad con que todas las moléculas en solución se distribuyen después de un período de tiempo. Por ejemplo, si se añade una gota de tinta a un vaso de agua, con el tiempo las moléculas de tinta estarán distribuidas en forma

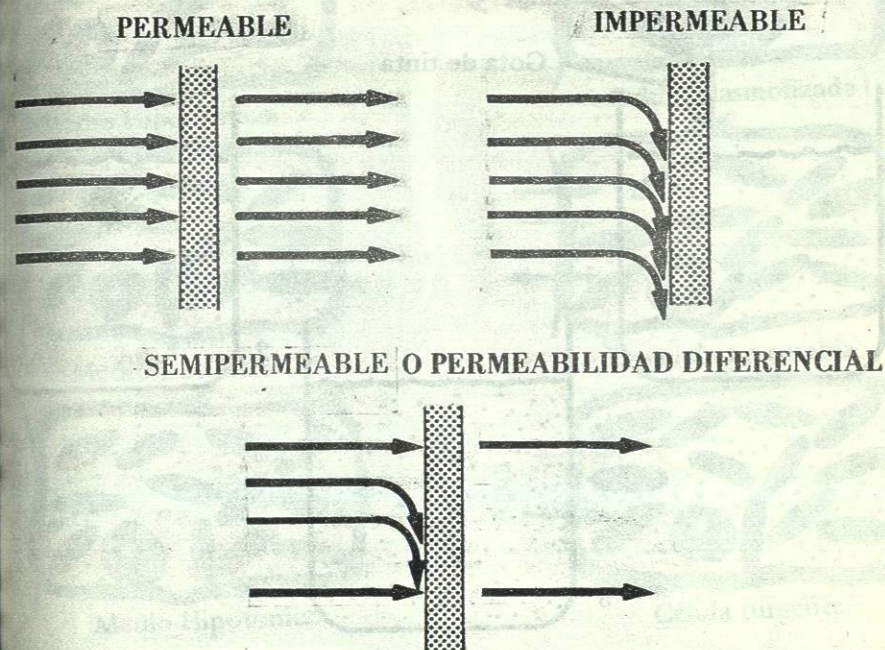


Fig. 40]. Clasificación de las membranas según su permeabilidad.

homogénea y el agua permanecerá toda del mismo color, aún sin haberla agitado. La difusión termina cuando la concentración de moléculas de carbón de la tinta se distribuye uniformemente en el agua. (fig. 41)

Osmosis.— Es un tipo especial de difusión y se le define como: el paso de agua a través de una membrana dotada de permeabilidad diferencial, de una región de alta concentración a otra de baja concentración.

Los ósmosis también puede ocurrir con otros solventes, sin embargo como en los seres vivos el agua es el solvente universal, se puede decir que en los proce-

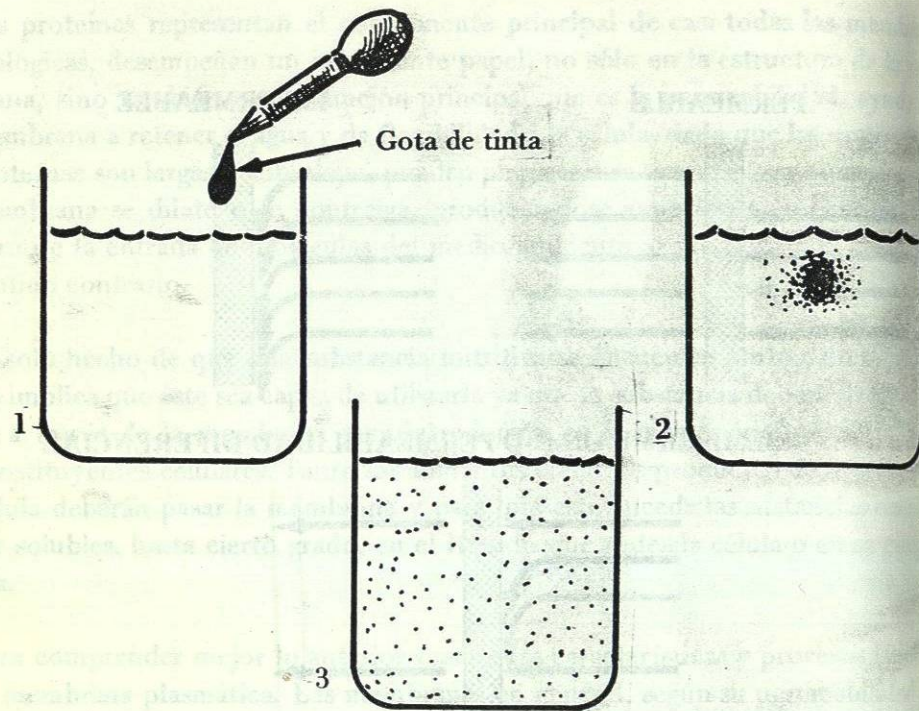


Fig. 41. Movimiento de moléculas de una región de alta concentración a otra de baja concentración.

En los organismos biológicos, la ósmosis se refiere exclusivamente al agua.

Es conveniente insistir que la concentración se refiere a la del solvente, es decir, el agua y no a la concentración de las moléculas de alguna sustancia disuelta en ella. En ocasiones, si la concentración de las sustancias disueltas en el líquido circundante es mayor a la existente dentro de la célula, el agua tiende a salir de la célula y ésta se contrae (plasmólisis), este líquido es hipertónico respecto a la célula, si el líquido tiene menos sustancias disueltas que la célula, es hipotónico, el agua tiende a entrar a la misma haciendo que se expanda (turgencia), y si la concentración es igual en ambas partes, se dice que el líquido es Isotónico respecto a la célula. (fig. 42)

Células de *Anacharis* densa planta de agua dulce

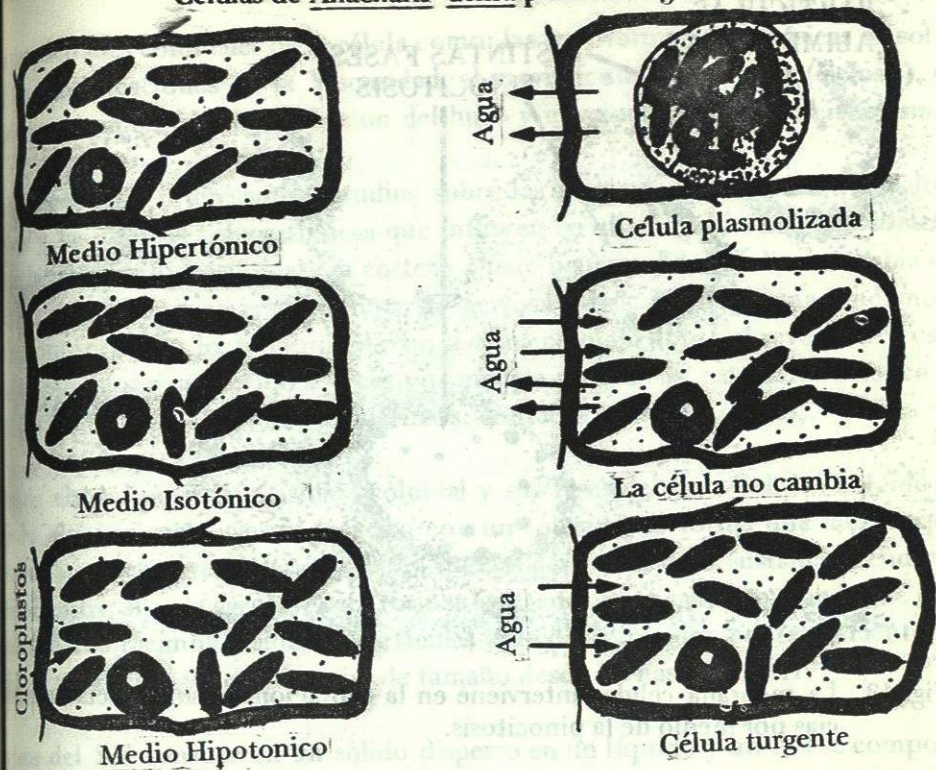


Fig. 42. La cantidad de solutos en el medio ambiente obliga al solvente a igualar concentraciones dentro y fuera de la célula.

Pinocitosis.— Es otro mecanismo responsable de la ingestión activa de sustancias. Para lo cual la membrana plasmática se invagina y forma pequeñas vesículas con material nutritivo que finalmente es utilizado por la célula. Se conoce que la pinocitosis tiene lugar en células animales y en algunos vegetales. (fig. 43).

Hay que señalar que este proceso nos demuestra que la membrana celular no es sólo una barrera física limitante del citoplasma, sino que es parte activa de una célula viva.

Transporte Activo.— Se sabe que las moléculas disueltas de algunas sustancias se difunden de una región de alta concentración a otra de baja concentración. Sin embargo algunas veces, las moléculas se ven forzadas a moverse en dirección contraria, es decir de baja a alta concentración.

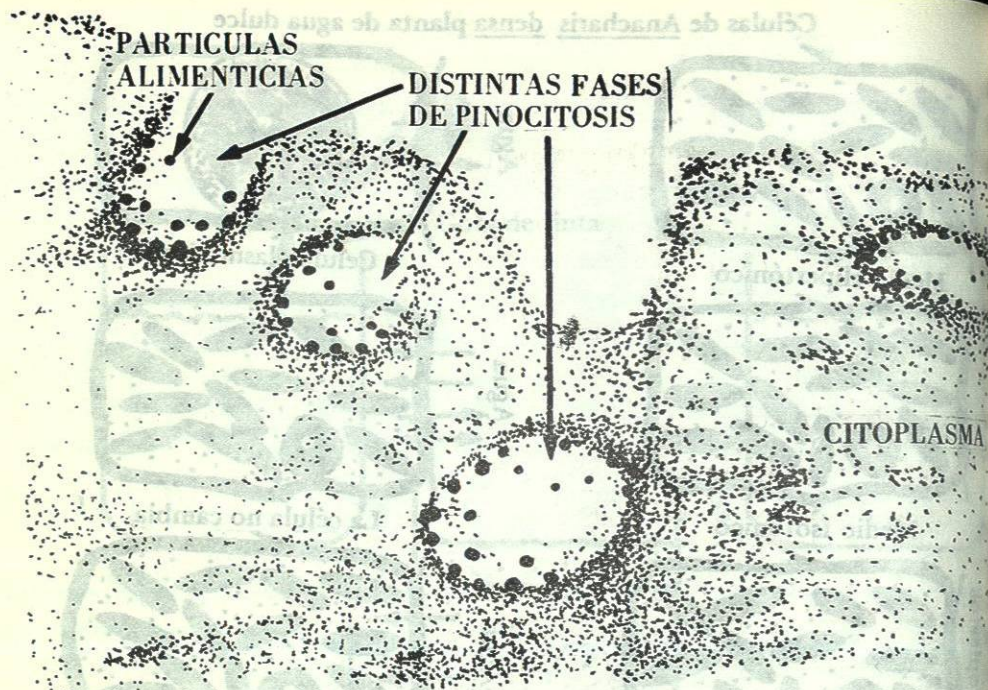


Fig. 43. La membrana celular interviene en la captación de sustancias alimenticias por medio de la pinocitosis.

Para que realicen este desplazamiento las moléculas, es necesaria la presencia de energía. Cuando el paso de cualquier sustancia a través de una membrana plasmática requiere que la célula utilice energía química, el movimiento se denomina transporte activo.

Planteándolo más claro, la sustancia no se mueve por sí misma, sino que se utiliza energía para hacerla pasar a través de la membrana plasmática.

3. Citoplasma.

El citoplasma se localiza entre la membrana plasmática y el núcleo, es la parte más importante de la célula, constituye su verdadero medio interno y aparece como una sustancia amorfa y homogénea. El citoplasma está constituido por proteínas y por lo general se divide en una capa periférica llamada ectoplasma o corteza que es relativamente más rígida y carece de gránulos y el citoplasma interior llamado endoplasma que contiene diferentes gránulos y tiene menor viscosidad.

propiedades coloidales de la célula como: las transformaciones básicas de sol a gel, las modificaciones en la Viscosidad, el movimiento intercelular (ciclosis), el movimiento ameboides, la formación del huso y clivaje dependen del citoplasma.

Se han realizado interesantes estudios sobre las propiedades coloidales del citoplasma y las fuerzas fisicoquímicas que influyen en ellas. Se ha visto que aumentando la presión hidrostática*, la corteza puede licuarse y la célula no cambia de forma, este efecto es reversible dentro de ciertos límites. El citoplasma fundamentalmente se comporta por lo común como un sistema coloidal Sol-Gel reversible y este cambio puede ser producido a veces por medios mecánicos, esta característica se denomina Tixotropismo (del griego Thixis: contacto y trope: cambio).

Como ahora que es un sistema coloidal y sus fases del Sol-Gel, un coloide es formado cuando algunas sustancias se mezclan con un solvente, se forma una mezcla que es una solución verdadera debido a que las partículas de la sustancia tienden a unirse entre sí y se agrupan para formar agregados relativamente grandes de partículas. Estos racimos, llamados partículas coloidales, pueden contener cientos o miles de partículas y pueden variar de tamaño desde 10 hasta 1000 Å.

La fase del Sol consiste en un sólido disperso en un líquido y un Gel se compone de partículas líquidas dispersas en un sólido. Estas fases se presentan en el citoplasma al mezclarse las proteínas y el agua, la cantidad de agua presente y la temperatura del medio van a determinar la fase en que se encuentre el citoplasma, Sol o Gel.

Una característica del citoplasma le permite cumplir con su función que es fundamentalmente contener los organelos y permitirles realizar sus funciones, así como facilitar el movimiento intracelular de los propios organelos con cierta autonomía. En la continuación se describirán la estructura y la función de los organelos contenidos en el citoplasma.

Mitochondrias.— Son organelos de formas granulares o filamentos que se encuentran de manera constante en el citoplasma, el tamaño es variable, en la mayoría de las células el ancho se presenta relativamente constante 0.5 μm en

Consultar Glosario.

tanto que la longitud puede llegar a un máximo de $7\mu\text{m}$. Se les localiza comúnmente distribuidos en forma uniforme en todo el citoplasma, sin embargo en algunos casos se les encuentra rodeando al núcleo y durante la mitosis se agrupan en los polos del huso; al dividirse la célula se distribuye en igual cantidad entre las células hijas.

La cantidad de mitocondrias es difícil de establecer, varía con el tipo celular y el estado funcional por ejemplo, en el hígado normal hay aproximadamente de 1000 a 1600 mitocondrias por célula, algunos ovocitos contienen hasta 300,000 y en general son más abundantes en las células animales que en las vegetales.

La estructura básica de la mitocondria (fig. 44) está constituida por dos membranas y dos espacios o cámaras. En principio está rodeada por una membrana bastante externa de alrededor de 60 \AA , dentro de ella y separada por un espacio de 60 a 80 \AA , existe una membrana interna que es también de 60 \AA de espesor. Esta divide a la mitocondria en dos cámaras o espacios. 1) La cámara externa, comprendida entre las dos membranas y en el centro de las crestas y 2) La cámara interna. Esta última se halla por un material relativamente denso, que comúnmente se denomina matriz mitocondrial que por lo general se aprecia como una sustancia homogénea.

En cuanto a su función se considera a las mitocondrias "la central energética eléctrica de la célula" ya que son verdaderos sistemas traductores de energía, convierten en ellos la energía contenida en las sustancias nutritivas (azúcares o $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) en energía que cupera a través del ciclo de Krebs y la cadena respiratoria y se convierte por fosforilación en la unión fosfato de alta energía del adenosintrifosfato o ATP. (en la siguiente unidad se verá con mayor amplitud.)

Por lo tanto las mitocondrias son verdaderas plantas energéticas que producen la energía necesaria para que la célula lleve a cabo sus múltiples funciones.

b). Ribosomas.— La célula es capaz de sintetizar y remover miles de moléculas de proteína por minuto, gracias a la existencia de diminutos corpúsculos de una sustancia llamada Ribonucleoproteína que forman a los ribosomas, estos

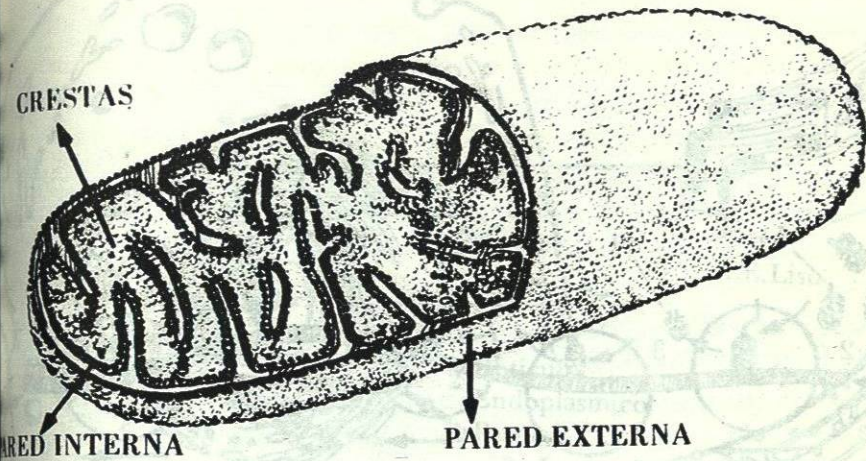


Fig. 44. Estructura de una mitocondria.

se encuentran en un manto en forma de laberinto que se denomina retículo endoplásmico, debido a la presencia de los ribosomas es llamado retículo endoplásmico granuloso, el cual se describirá más adelante.

La función específica de los ribosomas es cumplir con el encargo dado por los ácidos nucleicos, consistente en sintetizar una proteína específica según el mandato genético recibido.

Los ribosomas no actúan solos sino que, forman agrupaciones que simulan ser pequeñas "factorías" de proteínas laborando como si fueran máquinas de una cadena de producción. A esas agrupaciones se les ha llamado polirribosomas o simplemente polisomas, cada uno de estos actúa por separado, sintetizando proteínas completas y pueden ser trasladados a otras partes de la célula y seguir cumpliendo la misma función para la que están programados. (fig. 45).

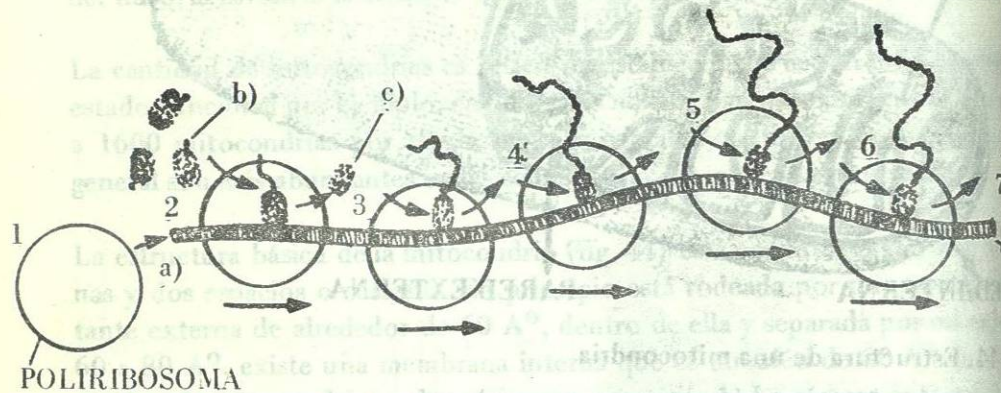


Fig. 45. Los polirribosomas "leen" el mensaje de RNA mensajero (a) poder sintetizar una cadena proteica, los aminoácidos requeridos (b) son transportados por el RNA de transferencia (c) hasta formar la proteína requerida (d).

c). **Retículo Endoplásmico.**— Cuando hablamos de citoplasma ya no podemos pensar en una bolsa llena de líquido en la cual se encuentran incluidos los organelos celulares, sino que está constituido por compartimientos rodeados por membranas responsables de las funciones celulares vitales. Esta compleja red de canales se le denomina complejo vacuolar, el cual puede ser dividido en sus dos componentes fundamentales; el retículo endoplásmico y el complejo de Golgi.

A su vez el retículo endoplásmico comprende 1). La envoltura nuclear (Fig. 46); 2). El retículo endoplásmico rugoso (o granular) que contiene adheridos los ribosomas y 3). El retículo endoplásmico liso, que carece de ribosomas.

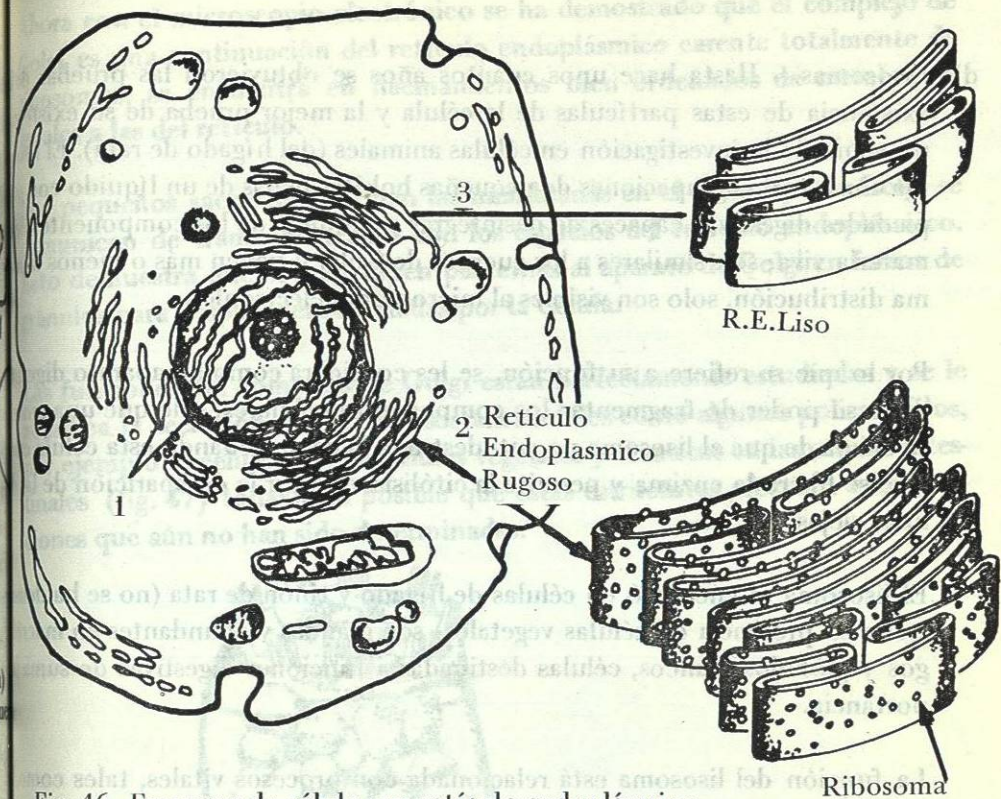


Fig. 46. Esquema de célula con retículo endoplásmico.

El retículo endoplásmico rugoso, está particularmente desarrollado en las células que tienen una actividad metabólica intensa y se encuentra en las regiones basales y laterales de la célula. Está sumamente desarrollado en las células pancreáticas y hepáticas, el grosor de la membrana del retículo es de 50 a 60 Å ligeramente más delgada que la membrana plasmática.

Retículo endoplásmico liso no posee ribosomas, forma una red tubular que es continuación del retículo endoplásmico rugoso; en el hígado está relacionado con los depósitos de glucógeno, pero su verdadera función es todavía incierta.

Se calcula que la superficie total del retículo endoplásmico contenida en 1 cm³ de tejido hepático es aproximadamente de 11 m² y que dos terceras partes de esa superficie corresponden al retículo endoplásmico rugoso.

d). Lisosomas.— Hasta hace unos cuantos años se obtuvieron las pruebas de la existencia de estas partículas de la célula y la mejor prueba de su existencia proviene de la investigación en células animales (del hígado de rata). El lisosoma consiste en agrupaciones de pequeñas bolsitas llenas de un líquido con propiedades digestivas capaces de desintegrar cualquiera de los componentes de la materia viva; son similares a los cuerpos de Golgi y tienen más o menos la misma distribución, solo son visibles al microscopio electrónico.

Por lo que se refiere a su función, se les considera como un aparato digestivo dado su poder de fragmentar los componentes celulares, sólo que una enzima se ocupa de que el lisosoma no autodestruya la célula, cuando esta célula envejece se libera la enzima y permite la citólisis, es decir la desaparición de las células viejas.

El lisosoma se encontró en células de hígado y riñón de rata (no se ha demostrado su presencia en células vegetales) son grandes y abundantes en macrófagos y glóbulos blancos, células destinadas a funciones digestivas de suma importancia.

La función del lisosoma está relacionada con procesos vitales, tales como, la fecundación del huevo, el envejecimiento de las células y los tejidos y la producción de ciertas enfermedades.

e). Aparato de Golgi.— Camilo Golgi, microscopista Italiano, experimentando con un colorante a base de plata, descubrió la existencia de ciertos cuerpos en el citoplasma de las células nerviosas. Se presentaban como diminutas placas y filamentos a los que se dió el nombre de aparato de Golgi. Según la opinión de otros autores la palabra aparato resulta un poco confusa pues implica una relación directa con el metabolismo celular y le dan como nombre más apropiado "Complejo de Golgi".

Ahora con el microscopio electrónico se ha demostrado que el complejo de Golgi es una continuación del retículo endoplásmico carente totalmente de ribosomas; se encuentra en hacinamientos bien ordenados de membranas iguales a las del retículo.

Los pequeños sacos que forman las membranas en el complejo de Golgi se comunican de tramo en tramo con los espacios del retículo endoplásmico. Esto demuestra que se transfieren proteínas al aparato de Golgi en forma de gránulos para después ser secretadas por la célula.

Las funciones del complejo de Golgi están perfectamente estudiadas y se le adjudica la secreción de diversas sustancias tales como algunos polisacáridos, por ejemplo la celulosa en las células vegetales y el mucus en las células intestinales (fig. 47) todavía es posible que estas estructuras efectúen otras funciones que aún no han sido determinadas.

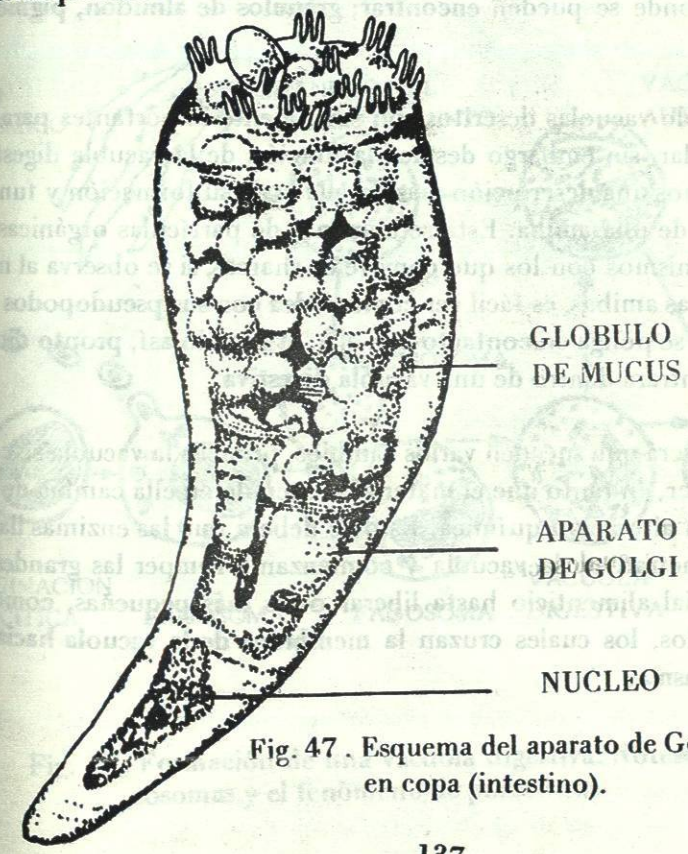


Fig. 47. Esquema del aparato de Golgi en una célula en copa (intestino).

f). Vacuolas.— Las vacuolas son burbujas llenas de líquido que se encuentran en el citoplasma, están rodeadas por una membrana de unidad probablemente idéntica a una membrana celular. En realidad algunas vacuolas se forman mediante una invaginación y oclusión de una porción de la membrana celular, en el interior de las vacuolas pueden hallarse sustancias alimenticias de desperdicio.

Las vacuolas pueden desempeñar varias funciones y según la función que efectúen es el nombre que recibe, por ejemplo: a) Vacuola digestiva alimenticia; es aquella que transporta alimentos desde la superficie de la célula hacia el interior, b) Vacuola Contractil; su principal función es eliminar el exceso de agua que ha entrado a la célula, así como productos de desecho por medio de fuertes y constantes contracciones, c) Vacuolas de almacenamiento, donde se pueden encontrar; gránulos de almidón, pigmentos, y agua.

Los tipos de vacuolas descritos son sumamente importantes para el metabolismo celular, sin embargo destaca la función de la vacuola digestiva, a la cual haremos una descripción más detallada de su formación y funcionamiento dentro de una ameba. Esta se alimenta de partículas orgánicas y de microorganismos con los que convive en charcas, si se observa al microscopio una de estas amebas, es fácil ver como rodea con sus pseudópodos alguna partícula que se ponga en contacto con ella, al hacerlo así, pronto dicha partícula se encontrará dentro de una vacuola digestiva.

Luego se verá que suceden varios cambios, primero la vacuola se contrae y luego crecer, en tanto que el material contenido en ella cambia de color por sufrir alguna alteración química. Esto se debe a que las enzimas llamadas lisosomas penetran en la vacuola y comienzan a romper las grandes moléculas del material alimenticio hasta liberar otras más pequeñas, como glucosa, aminoácidos, los cuales cruzan la membrana de la vacuola hacia el interior del citoplasma.

A medida que los materiales alimenticios abandonan la vacuola, ésta se vuelve más pequeña hasta que no quedan en ella sino residuos no digeribles. cuando esto último sucede, la vacuola se dirige hacia la periferia y se abre al exterior al tocar su membrana la de la célula. De este modo los materiales de desecho son expulsados, y como la membrana de la vacuola es de la misma naturaleza que la de la célula, se restituye ésta automáticamente en el sitio de ruptura. De ésta manera la vacuola digestiva desaparece como se originó, efectuando la función de digestión durante su recorrido por el citoplasma (fig. 48)

La célula vegetal joven contiene muchas vacuolas pequeñas, pero a medida que la célula madura las vacuolas se unen para formar una sola vacuola central que recibe el nombre de Vacuoma. En su interior pueden hallarse moléculas disueltas de alimentos materiales de desecho y pigmentos.

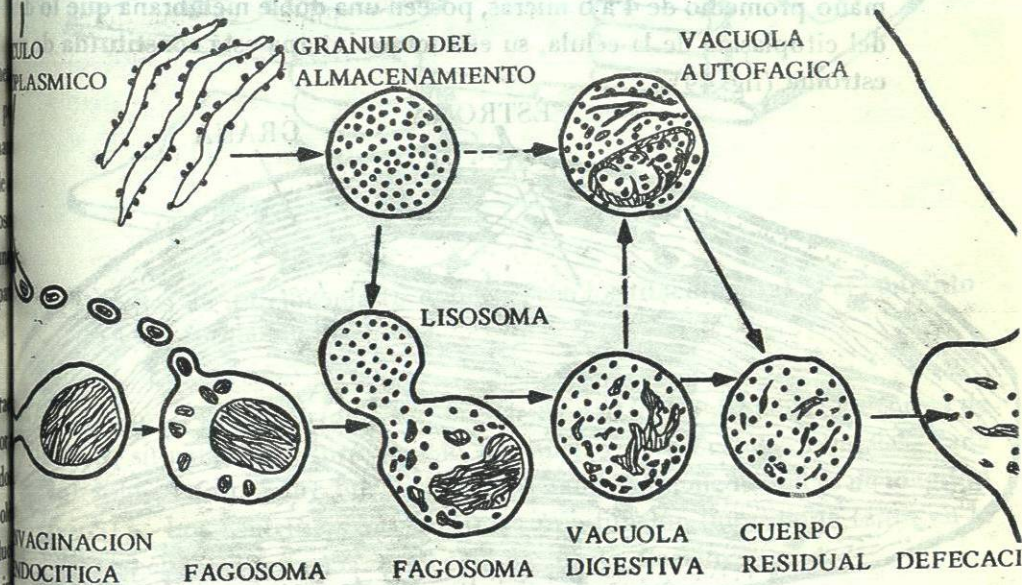


Fig. 48. Formación de una vacuola digestiva. Notese la actividad de los lisosomas y el fenómeno de pinocitosis.