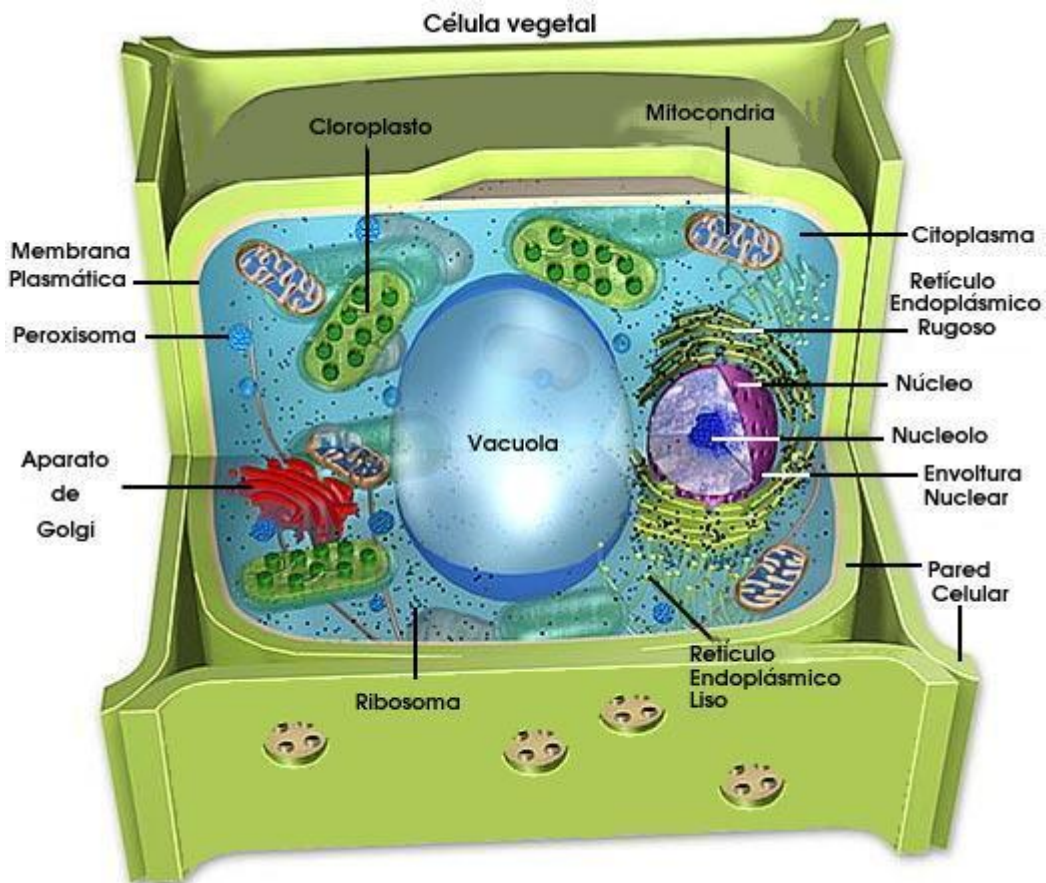


## LA CÉLULA

### A. COMPOSICIÓN DE LA CAPA LIPÍDICA

La membrana plasmática y las membranas de los orgánulos celulares presentan una estructura básica muy similar: una doble capa de fosfolípidos interrumpida por numerosas proteínas, que se colocan en el espesor de la capa lipídica (**proteínas intrínsecas**) o adosadas a la superficie interna o externa de la misma, **proteína extrínsecas**.

Además puede haber presencia de otras sustancias en el seno de la capa lipídica, como el colesterol, o adosadas a las proteínas o a los fosfolípidos, como moléculas de glúcidos

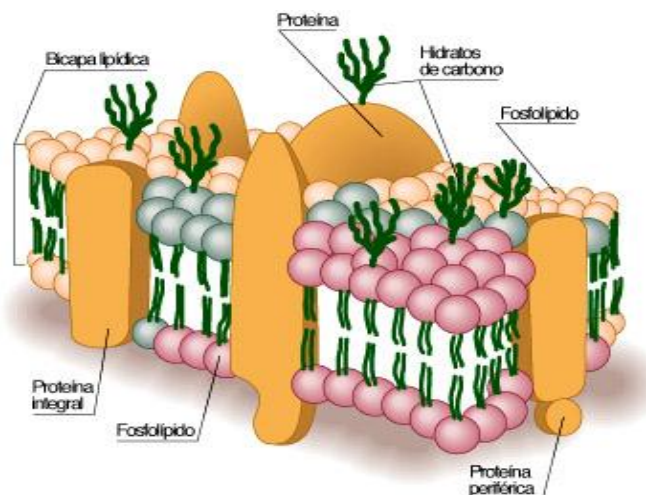


**Características:**

1. Las proteínas integrales atraviesan las membranas, las periféricas no lo consiguen.
2. No son estructuras rígidas, tienen cierta movilidad, especialmente la difusión lateral (mosaico fluido)
3. El otro tipo de membranas está asociado con el citoesqueleto
4. Esta membrana es muy permeable al agua y a determinados iones de sodio, potasio, oxígeno y moléculas de bajo peso molecular
5. Los lípidos ocupan el 50% aproximadamente, dentro de estos destacan los fosfolípidos, en especial:

Tienen la capacidad de ir entrelazados entre las proteínas de la membrana. Normalmente son proteínas de anclaje o bien tienen una función enzimática o de transporte.

La composición de la capa lipídica no es idéntica ya que la concentración de éstos fosfolípidos relacionados con la parte interna pueden aumentar para complementar la presencia de una proteína integral, es decir, que necesita de éstos lípidos para quedarse más fijadas a ellas.



El **colesterol** constituye el 25% de todos los lípidos, es fundamental para la membrana porque limita la fluidez y por tanto le da mayor estabilidad y rigidez. Los **glucolípidos** se encuentran en la cara externa de la célula. Se llaman así porque en sus extremos tienen hidratos de carbono.

Estos hidratos de carbono se ponen de manifiesto con las lactinas, uno de estos glucolípidos es el **galacto – cerebrosilio**, es el principal componente de la mielina. Los **oligoendrocitos** son los que forman la mielina. Los **gangliósidos** constituyen un 10% del componente lipídico de las membranas de las neuronas

#### ✚ PROTEÍNAS DE MEMBRANA:

- Desempeñan la mayoría de las funciones especial
- Fijan las células a la matriz extracelular
- Fijan los elementos del citoesqueleto a la membrana celular
- Transportan moléculas hacia el interior o exterior de la célula.
- Poseen actividad enzimática
- Actúan como receptores en los procesos de comunicación química (**Hipercolesterolemia familiar, Síndrome de Laron**)

#### ✚ HIDRATOS DE CARBONO

- Son muy abundantes y están unidos tanto a lípidos como a proteínas (glucocalix).
- Su espesor es variable depende del lugar en donde se encuentre la célula, unos 50 nm.
- Protegen a la célula contra agresiones de otras proteínas y agentes químicos y físicos.
- Reconocimiento y adhesión de una proteína a otra, como sucede en las células neutrófilas y endoteliales
- Suponen un papel importante para la coagulación, reconocimiento celular y para las reacciones inflamatorias

#### ✚ GLÚCIDOS

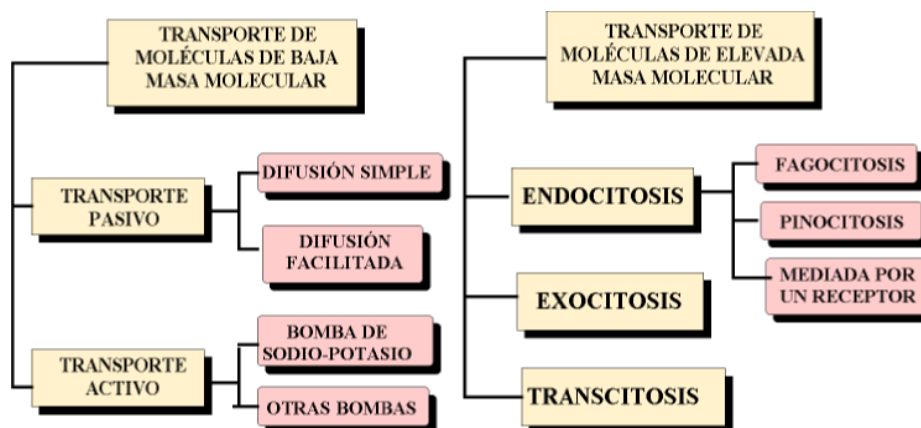
Se sitúan en la superficie externa de las células eucariotas por lo que contribuyen a la **asimetría** de la membrana. Estos glúcidos son oligosacáridos unidos a los lípidos (glucolípidos), o a las proteínas (glucoproteínas).

Esta cubierta de glúcidos representa la *carne de identidad* de las células, constituyen la cubierta celular o **glucocálix**, a la que se atribuyen funciones fundamentales:

- Protege la superficie de las células de posibles lesiones
- Confiere viscosidad a las superficies celulares, permitiendo el deslizamiento de células en movimiento, como , por ejemplo, las sanguíneas
- Presenta propiedades inmunitarias, por ejemplo los glúcidos del glucocalix de los glóbulos rojos representan los antígenos propios de los grupos sanguíneos del sistema sanguíneo ABO.
- Interviene en los fenómenos de reconocimiento celular, particularmente importantes durante el desarrollo embrionario.
- En los procesos de adhesión entre óvulo y espermatozoide

## B. TRANSPORTE DE MOLÉCULAS DE ELEVADA MASA MOLECULAR

Para el transporte de este tipo de moléculas existen tres mecanismos principales: **endocitosis**, **exocitosis** y **transcitosis**. En cualquiera de ellos es fundamental el papel que desempeñan las llamadas **vesículas revestidas**. Estas vesículas se encuentran rodeadas de filamentos proteicos de **clatrina**.



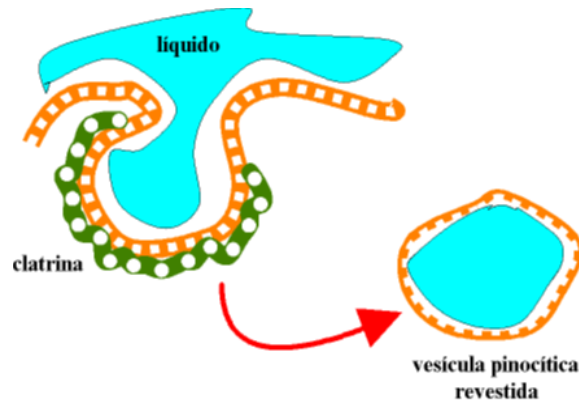
### ✚ ENDOCITOSIS

Es el proceso por el que la célula capta partículas del medio externo mediante una **invaginación de la membrana** en la que se engloba la partícula a ingerir.

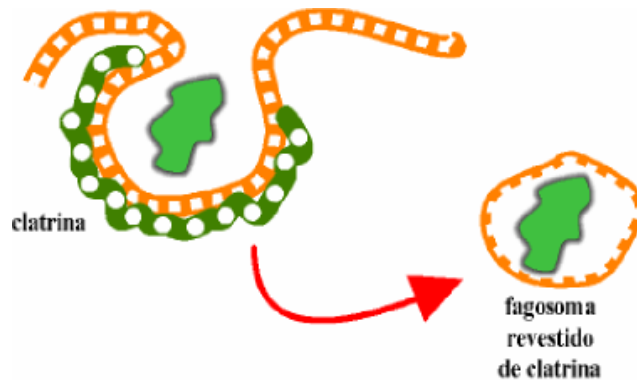
Se produce la estrangulación de la invaginación originándose una vesícula que encierra el material ingerido.

Según la naturaleza de las partículas englobadas, se distinguen diversos tipos de endocitosis.

- **Pinocitosis.** Implica la ingestión de líquidos y partículas en disolución por pequeñas vesículas revestidas de clatrina.



- **Fagocitosis.** Se forman grandes vesículas revestidas o fagosomas que ingieren microorganismos y restos celulares.

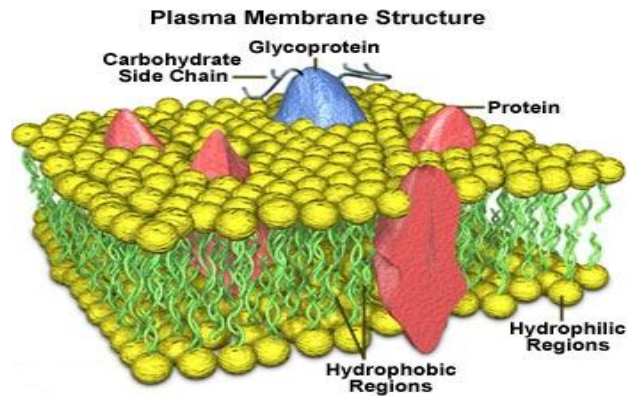


### **C. MEMBRANA PLASMÁTICA**

La membrana plasmática va a englobar al citoplasma. Es la matriz líquida de la célula. Abundan proteínas que regulan el paso de sustancias del exterior al interior celular y viceversa. Reciben en conjunto el nombre de **permeasas**, y generalmente realizan su función consumiendo energía química.

La presencia de estas proteínas explica el transporte selectivo de la membrana, de manera que la célula es capaz de regular las sustancias que entran y salen por su membrana.

En la capa externa de la membrana. Los glúcidos forman una capa de finísimas fibrillas perpendiculares a la superficie celular, que constituye el llamado **revestimiento celular**.



Pese a las muchas diferencias de aspecto y función, todas las células están envueltas en una membrana —llamada membrana plasmática— que encierra una sustancia rica en agua llamada citoplasma.

En el interior de las células tienen lugar numerosas reacciones químicas que les permiten crecer, producir energía y eliminar residuos. El conjunto de estas reacciones se llama metabolismo (término que proviene de una palabra griega que significa cambio).

Todas las células contienen información hereditaria codificada en moléculas de ácido desoxirribonucleico (ADN); esta información dirige la actividad de la célula y asegura la reproducción y el paso de los caracteres a la descendencia.

Estas y otras numerosas similitudes (entre ellas muchas moléculas idénticas o casi idénticas) demuestran que hay una relación evolutiva entre las células actuales y las primeras que aparecieron sobre la Tierra.

#### **Especializaciones de la membrana plasmática:**

- a) **Transitorias:** corresponden a una serie de fenómenos encaminados al intercambio de grandes moléculas (exocitosis, Pirocitosis)
- b) **Estables:** hay diferentes tipo de localización

#### **La célula incorpora elementos que no puede producir**

Son especializaciones estables de las membranas. Se pueden clasificar como:

- Microvellosidades
- Cilios
- Enterocilios

En la parte lateral de las células se desarrollan una serie de contactos intracelulares como son las interdigitaciones y complejos de unión.

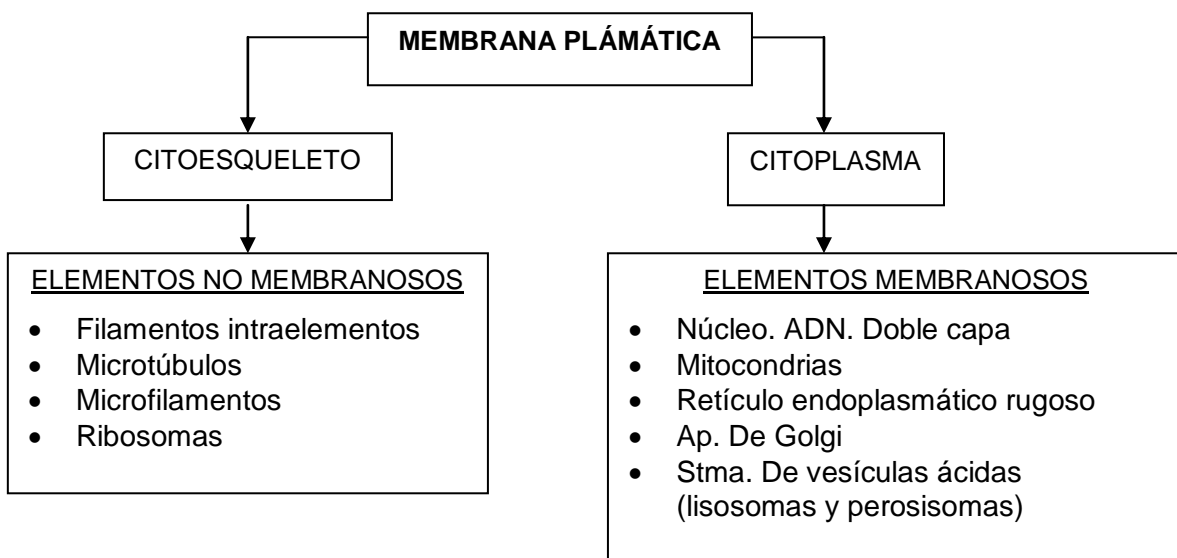
Los complejos de unión es un tipo de contacto muy importante porque son o constituyen un mecanismo de adhesión y comunicación de célula a célula, y engloba una serie de subtipos que dependiendo de la extensión de éstos hay que hablar de zórula, mácula, fascia y dependiendo de la configuración de ocludens, adherens y gap (unión abierta)

Todo esto obedece a dos razones:

- Adaptación derivada de la necesidad de alimento de la superficie
- Mover sustancias por encima de la superficie celular, gracias a las proyecciones celulares móviles

La célula ha desarrollado estos elementos para aumentar la superficie. (Movimiento de los espermatozoides, folículo de conde = Grafo)

#### **D. ELEMENTOS NO MEMBRANOSOS. CITOESQUELETO**



**CITOESQUELETO:** Componente no membranoso del citoplasma. La capacidad de las células eucariotas de adoptar varias formas, de llevar a cabo varios movimientos coordinados y direccionales va a depender de una red de filamentos proteicos que se denominan **citoesqueleto** y se extienden por todo el citoplasma.

Proporciona a la célula:

- Estructura y mantenimiento de la estabilidad celular (estructura y estabilidad va a depender de esos filamentos)
- Transporte de sustancias dentro y fuera de la membrana plasmática
- Le confiere movilidad:
  - Traslación: como en el caso de los espermatozoides
  - Movimientos ameboides

Además el citoesqueleto, incorpora estas funciones dinámicas acomodándolas, es decir, las coordina.

En función de su diámetro y composición se puede clasificar:

- Microfilamentos, 5 nm de diámetro
- Microtúbulos, 25 nm
- Filamentos intermedios: 10-20 nm
- Proteínas asociadas a los tres anteriores

## MICROVELLOSIDADES

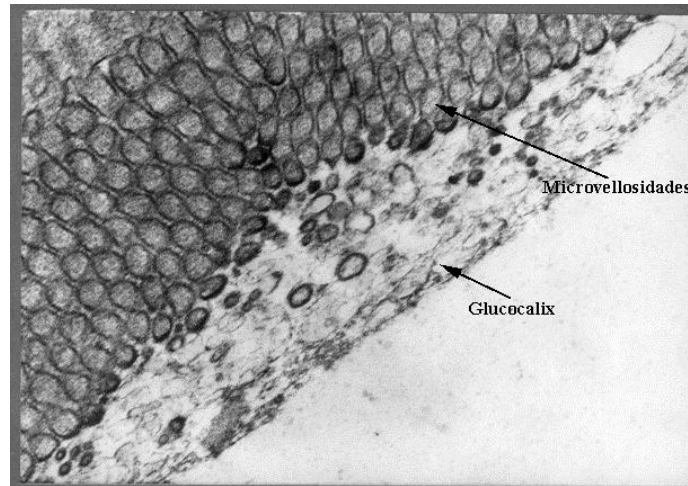
Son proyecciones digitiformes de la superficie celular, aunque en la mayoría de los epitelios sólo se observan de tamaño pequeño. Están muy desarrolladas en otros como en el intestino delgado denominados **en borde estriado**; túbulos proximales renales, denominados **en cepillo**. Hay más de 3000 microvellosidades/célula.

La forma de las microvellosidades la deben a un haz central de filamentos de actina (elemento del citoesqueleto), estos **filamentos de actina** relacionan las microvellosidades con el resto del citoplasma a través de la corteza celular. También contribuyen a la relación de con otras células vecinas a través de uniones adherentes. Hay una alteración que puede repercutir directa e indirectamente en otra zona.



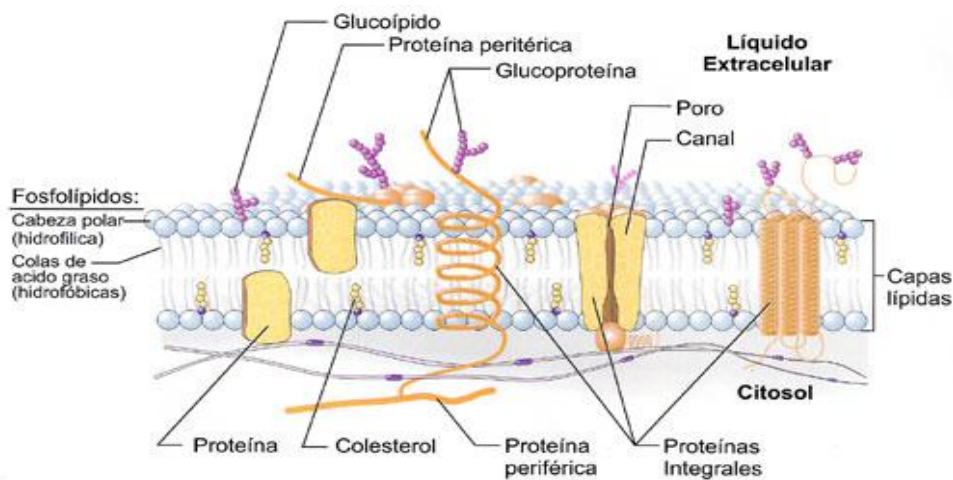
Todas las uniones de anclaje las asociamos a la membrana plasmática. La membrana celular que recubre las microvellosidades contiene glicoproteínas y enzimas de superficie, la mayor parte de ellas relacionadas con procesos de adsorción. En la microscopía electrónica de transición se observa como una cubierta borrosa.

- **Microscopía de transición:** atraviesa la pieza
- **Microscopía de barrido:** lo que se ve es la superficie



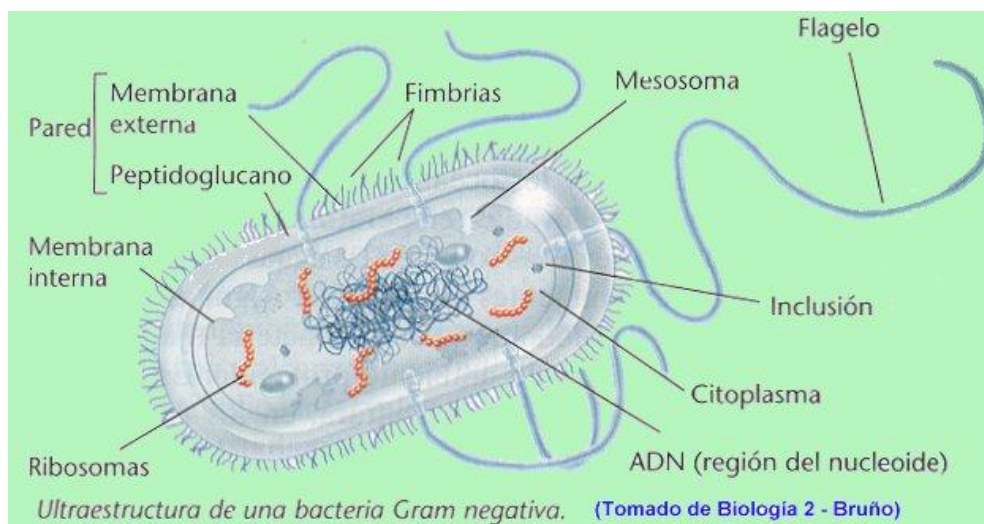
**Glicocalix:** Algunas células bacterianas están rodeadas por una capa de material viscoso llamada glicocalix. Este glicocalix está compuesto por polímeros de azúcares (polisacáridos).

Si el glicocalix está organizado en una estructura definida y está unido firmemente a la pared celular se denomina cápsula. Si por el contrario está desorganizado, sin una forma definida y no está firmemente unido a la pared celular se denomina capa mucilaginosa.



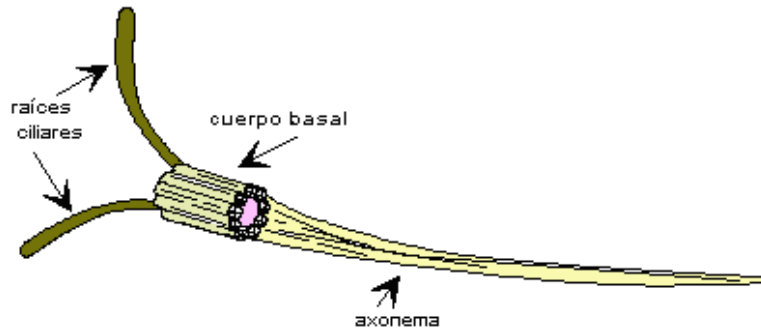
Los **estereocilios** son variaciones de las microvellosidades pero son mucho más largas y sobretodo a pesar de su nombre no tienen nada que ver con los cilios. Estos estereocilios encuentran en células epiteliales que revisten los epidídimos y actúan como sensores de las células cocleares (audición) y vestibulares (equilibrio)

**CILIOS Y FLAGELOS:** la distinción entre ambos no existe desde el punto de vista ultraestructural (microscopía electrónica de transición), ya que dichos términos designan las mismas formaciones. Cuando la digitación es corta respecto al tamaño de la célula hablamos de **cilios**, y cuando es larga de **flagelos**.



Ultraestructuralmente el cilio consta de:

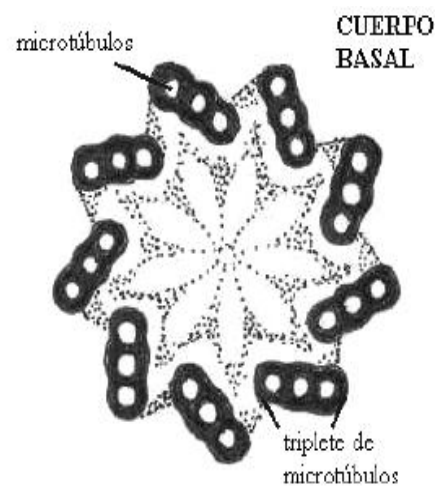
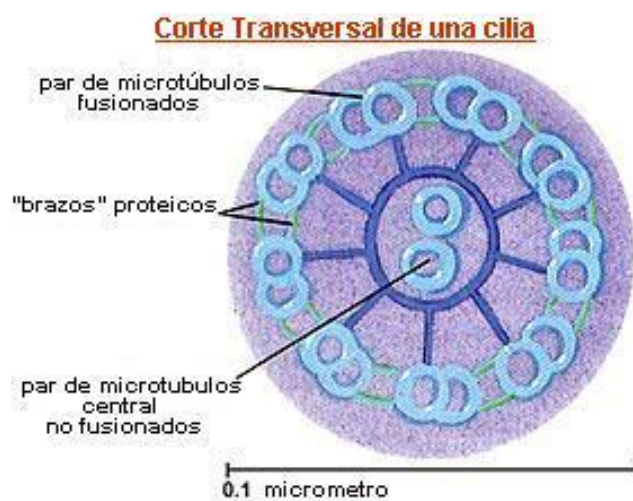
- Ápice
- Tallo ciliar
- Placa basal
- Cuerpo basal
- Rejilla o fibrilla radicular



El ápice y el tallo corresponden a la zona prominente y se encuentran prominentes por la membrana plasmática. La placa basal está situada más o menos en la membrana subyacente a la misma altura, la rejilla quedará descubierta.

Si realizamos un corte en la superficie libre del cilio (zona apical) la membrana plasmática lo único que delimita es un espacio circular en cuyo interior lo único que encontramos es una sustancia amorfa, es amorfa porque no se sabe todavía no se sabe que es ni que papel tiene.

Si debajo del ápice hacemos otro corte observamos que esa sustancia amorfa tiene una estructura axonema (tallo) está constituido por 20 **microtúbulos** longitudinales de tal forma que un par central está rodeado por 9 dobletes periféricos, esta organización es **axonema humano** (9x2+2). Si hubiera 9x2+0, habría problemas en el organismo a todos los niveles.

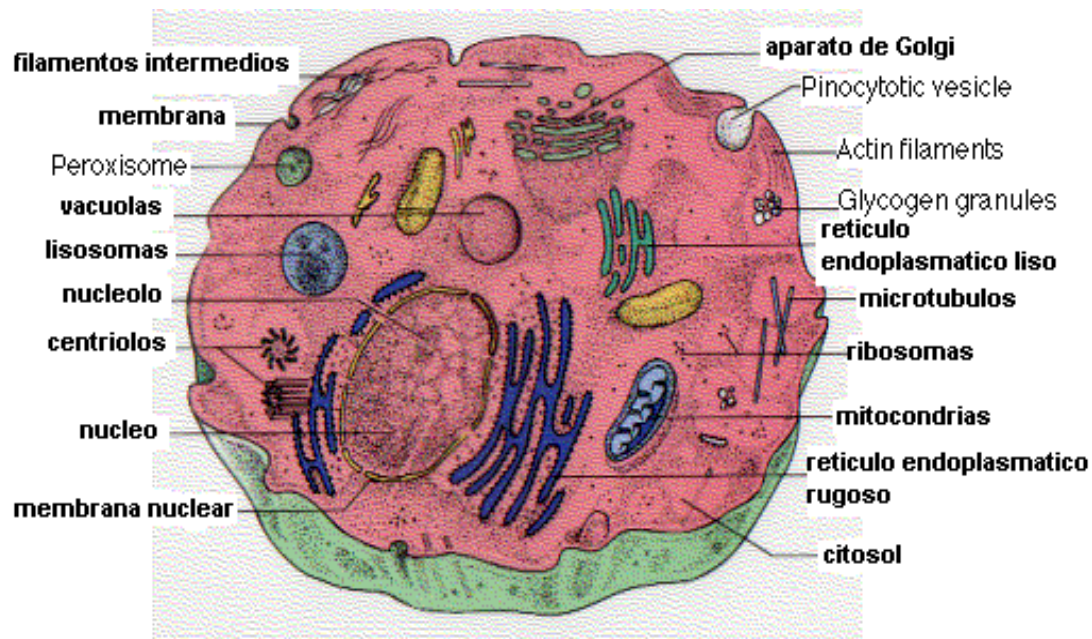


Presentan puentes de unión que se denominan **nexina** y **dineína**, es muy importante que los trastornos que aparecen en estos microtúbulos periféricos conlleva una

patología grave llamada **Síndrome de cilios inmóviles**, que se caracteriza por una escasa o nula movilidad de los cilios tanto de las vías respiratorias como de los flagelos situados en los **espermios**.

De la placa basal es de donde nacen las 2 microtúbulos centrales del cilio, se continua con el cuerpo basal pero a nivel citoplasmático, aquí es donde van a nacer los 9 dobletes periféricos, el cuerpo basal tiene una estructura denominada **centriolo** que es  $9 \times 3 + 0$  (no hay par central)

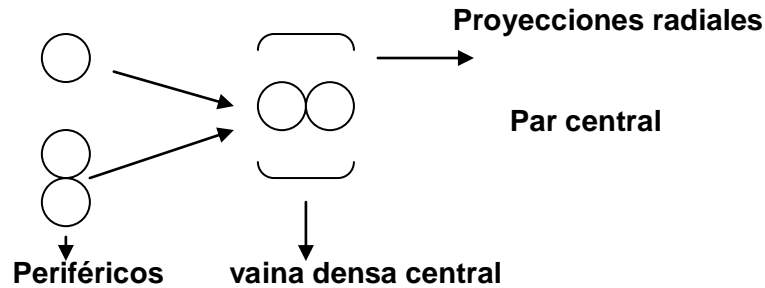
A partir del cuerpo basal mediante unas escresciones basales que presentan una serie de estricciones transversas se van alterando entre ellas, introduciéndose en el citoplasma.



**Detalle de una célula animal con los elementos de la misma distinguidos con un microscopio electrónico.**

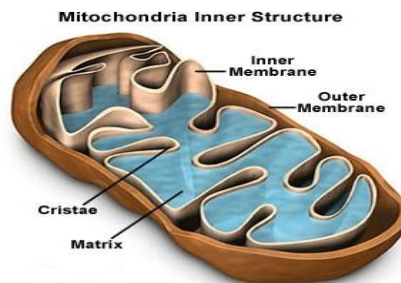
Los microtúbulos periféricos no están compuestos por 13 protúbulos, sino por 10 y compartes 3, solamente tiene 13 los dos centrales y de los periféricos salen unas proyecciones radiales hacia el par central.

Los centrales están separados y rodeados por otra estructura denominada **vaina densa central**



### A nivel basal

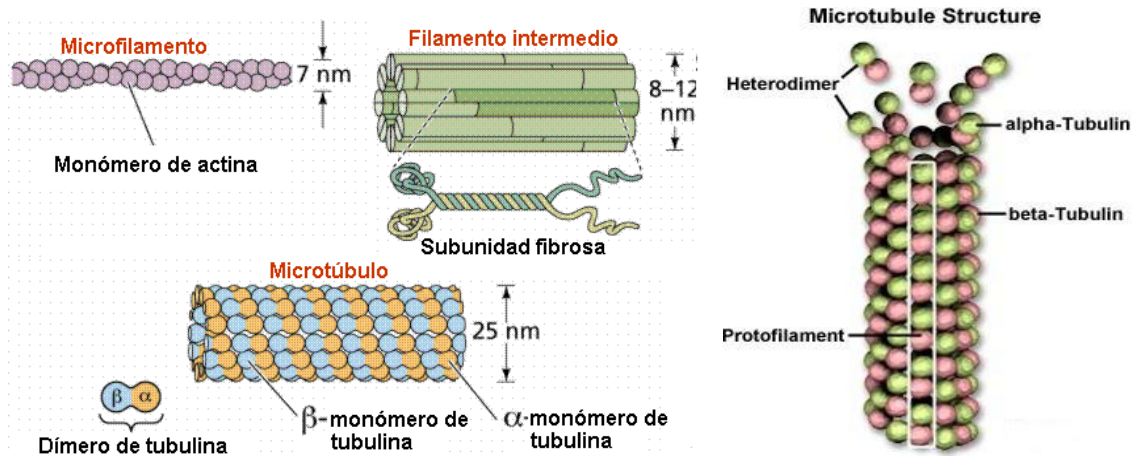
- a) **Pliegues basales:** son invaginaciones profundas de la superficie basal de la célula. Son muy prominentes en las células relacionadas con el transporte de fluidos o iones. Están siempre asociadas a un gran número de mitocondrias porque es un transporte activo que se necesita energía, la cual es transportada por las mitocondrias. Este aspecto (pliegue y mitocondria) le confiere a la célula un aspecto estriado, llamadas **células epiteliales o estriadas**



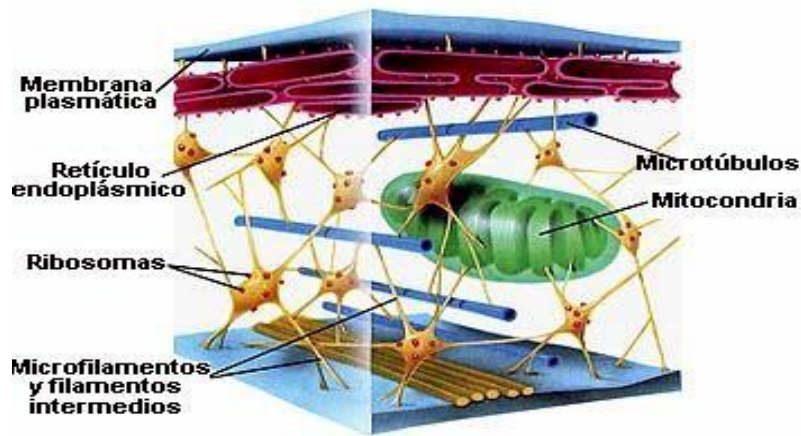
- b) **Placas basales:** son zonas rígidas de la zona apical que solo se observan en el tracto urinario. Pueden quedar replegadas incluso en el interior de la propia vejiga cuando está vacía, se despliegan para incrementar la superficie tanto de la vejiga como de la placa cuando se llena

### ✚ MICROTÚBULOS

Son estructuras poliméricas, alargadas, formadas y constituidas por **alfa y b-tubulina** a parte iguales. En el citoplasma existe un conjunto de dímeros de tubulina en equilibrio con la tubulina polimerizada en los microtúbulos. Este equilibrio se puede alterar con sustancias alcaloides, el más destacado es un veneno denominado CCICHI-CINA y el uso de fármacos como la **Vincristina** y **Vinblastina**.



Los dímeros alfa y b-tubulina se polimerizan por uniones cabeza-cola, donde la molécula alfa se une a la molécula b del siguiente dímero de manera repetida. De tal forma, que cada 13 subunidades globulares, distribuidas en forma circular constituyen los **protofilamentos**

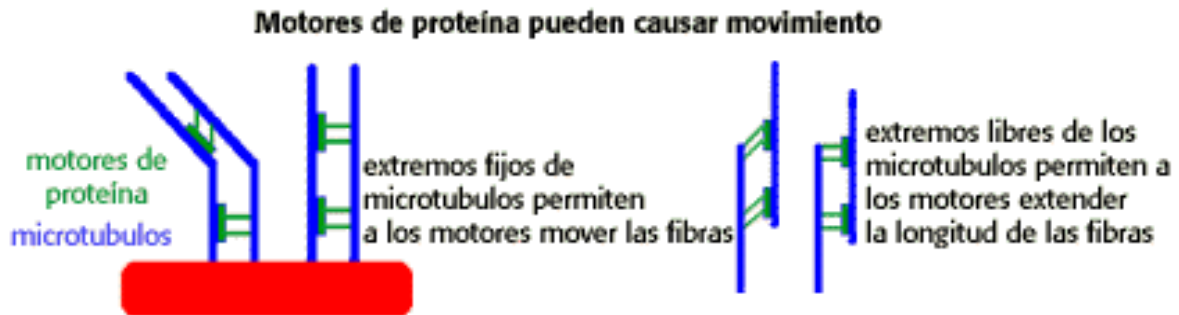


Los **Maps**, utilizan la estructura tubular y normalmente pertenecen a un grupo de proteínas decapitadas como la **Tau**. Otro tipo de proteínas asociadas a microtúbulos son la **Dineína** y la **Kinesina**, se trata de proteínas de anclaje que tienen la capacidad de moverse a lo largo de los túbulos formados desde el centro de la célula.



También pueden estar anclados a órganos citoplasmáticos en concreto a los membranosos, proporcionándoles un medio de transporte dentro del citoplasma y en la

dirección que tiene que ir. Como manifestación de una de sus propiedades de la dineína y la quinesina es el uso cromático.



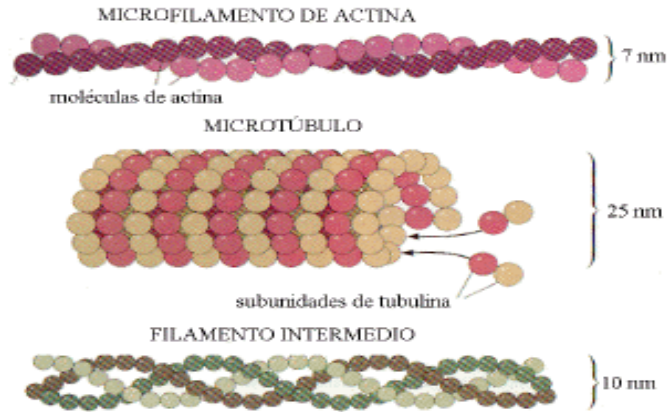
### ✚ FILAMENTOS INTERMEDIOS

No son proteínas globulares, sino moleculares fibrosas largas, que tienen una cabeza amino-terminal y en el extremo distal carboxilo (COOH) y en el centro (entre la cabeza y el extremo) se denomina **Dominio central**, consta de una región extensa de hélice alfa que mantiene un gran número de secuencias repetidas de aminoácidos que se van alterando en su composición, éstos tándenes de replicación se denominan **heptadas** (7aminoácidos)

Éstas **heptadas** permiten la formación de dímeros enrollados en la hélice alfa paralelas y esto va a permitir que acontezca la siguiente fase, **ensamblaje**

**Ensamblaje:** en la que dos dímeros enrollados interaccionan antiparalelamente formando un tetraedro, el cual se encuentra en pequeñas cantidades solubles en el citoplasma, lo que sugiere que son la unidad fundamental para el ensamblaje de los filamentos intermedios.

Esta disposición antiparalela de los dímeros va a formar una estructura simétrica en toda su longitud y la misma en ambos extremos. La capa de ensamblaje final se desconoce.



El **dominio central** tiene la propiedad de interactuar con otro filamento del citoesqueleto. Otra peculiaridad de los filamentos intermedios es que los dominios de cabeza y cola pueden variar significativamente tanto en tamaño como en la secuencia de aminoácidos sin que afecte a la estructura del filamento.

En casi todas las células los filamentos intermedios se encuentran polimerizados y muy pocas unidades están libres. Por ejemplo, las unidades proteicas de la lámina nuclear al fosforizarse se producen la desestructuración de todos los filamentos durante la mitosis.

Cuando acaba la mitosis, las **serinas** son desfosforiladas y se produce la formación de novo de la membrana nuclear. Pueden sufrir una reorganización durante la mitosis de manera radical proveniente de señales externas.

Los filamentos intermedios pueden ser:

- De queratina
- De vimentina
- De neurofilamentos



La más diversa la constituyen las queratinas que aparecen en células epiteliales. Existen las:



- **b- queratinas:** en los pulmones de las aves
- **alfa-queratinas:** las más importantes

Esta heterogeneidad de las queratinas es muy útil en la detección de cánceres epiteliales, nos permite el origen real de ese tumor.

La **vimentina** es la proteína de los filamentos intermedios más abundante en el citoplasma, especialmente en la mayor parte de las células de origen mesodérmico, muchas de las células la expresan durante el desarrollo.

La **desmina** se encuentra en las fibras musculares y la proteína glial ácida fibrilar la expresan los astrositos del SNC y algunas células de Schwann en el SNP

Las células del SN, disponen de una variedad única de filamentos nerviosos que se expresan en determinadas regiones del SNC durante el desarrollo, y dentro de éstas, están los neurofilamentos (son los más abundantes), que se extienden a lo largo de toda la célula, sobre todo en los axones.

En los mamíferos se han escrito tres filamentos basados en si diferente peso molecular. También hay unos neurofilamentos que están presentes en una red que elimina la superficie interna, está interrumpida por poros, permitiendo de esta manera la entrada y salida de de sustancias.

Estará formada por **lamininas**, son proteínas homólogas de los filamentos Intermedios que forman una red extraordinariamente dinámica.

Habrá un desensamblaje cuando finalice la mitosis, estos neurofilamentos fijarán proteínas que formaran parte de los canales iónicos de la membrana, gracia a que interaccionan con otra proteína denominada **auquerina**, la cual estará íntimamente relacionada con la conducción nerviosa, favoreciendo el paso de información. Las lamininas posiblemente se originen en el citoesqueleto.

A diferencia de los microtúbulos, los filamentos intermedios citoplasmáticos han sido descritos solamente en animales pluricelulares, un ejemplo claro lo vemos en las células gliales del SNC que fabrican la mielina (oligodendrocitos) y no disponen de filamentos intermedios.

Además de proporcionar a las células la estabilidad mecánica, otra función es la de proporcionar resistencia a la célula

Los filamentos intermedios poseen la capacidad de colapsarse, formando una estructura perinuclear asociada a proteínas alteradas o desestructuradas, actuando como una red que elimina los elementos dañados, centrándolos en un punto, el punto perinuclear. De esta manera, los prepara para una posterior proteólisis (destrucción de sustancias por lisosomas)

También está relacionada con el alzheimer, estas alteraciones de los filamentos intermedios suelen estar influenciadas por el medio ambiente. En las proteínas asociadas se han encontrado diversas proteínas fijadoras que van entrelazándose de forma tridimensional

- **Filagrina:** Proteína que fija los filamentos que queratina
- **Sinamina:** fijan la desmina y la vimetina siempre en redes tridimensionales
- **Plectina:** fijan la desmina y la vimetina siempre en redes tridimensionales

## MICROFILAMENTOS

Están compuestos por dos cadenas de subunidades globulares (actina G y F) enrolladas entre sí para formar la actina F. La actina constituye un 15% del total de proteínas de las células no musculares, solamente la mitad de esta actina se encuentra controlada por proteínas como la tiosina, profilina y fimosina, impidiendo la polimerización de la forma G a la forma F.

La forma F posee un extremo positivo de crecimiento rápido, y un extremo negativo de crecimiento mucho más lento. Cuando el filamento alcanza la longitud deseada se añade a ese extremo positivo, una familia de proteínas llamadas proteínas en casquete o terminales como es la **gelsolina**, impidiendo que siga creciendo.

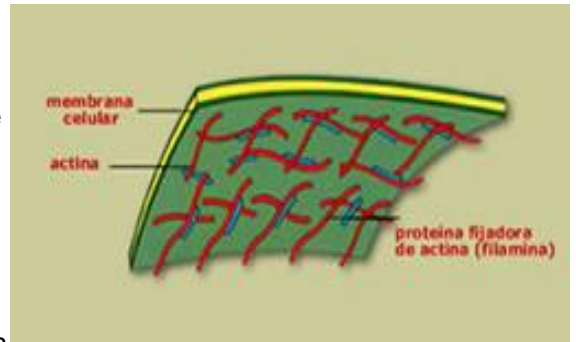
El proceso de acortamiento se encuentra regulado por:

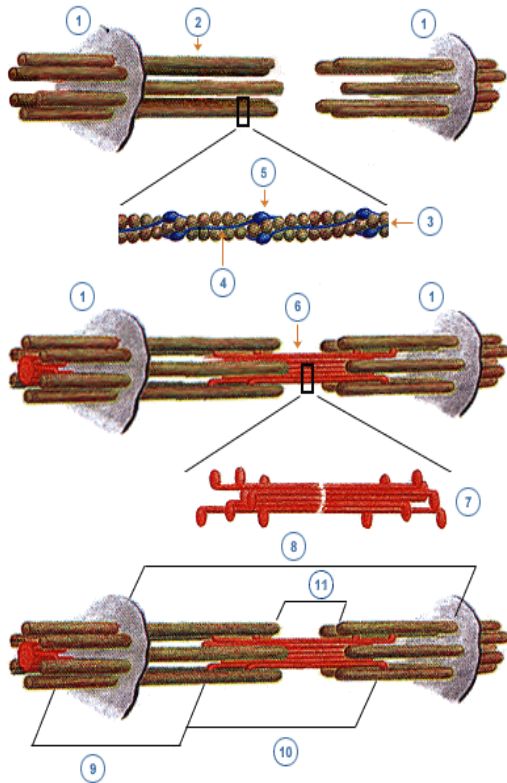
- ATP
- ADP
- Calcio

Por el contrario hay un fosfolípido de membrana denominado **polifosfoinosítido** que posee la capacidad de retirar la gelsolina, permitiendo de este modo el alargamiento de filamento de actina.

La **actina** posee diferentes papeles:

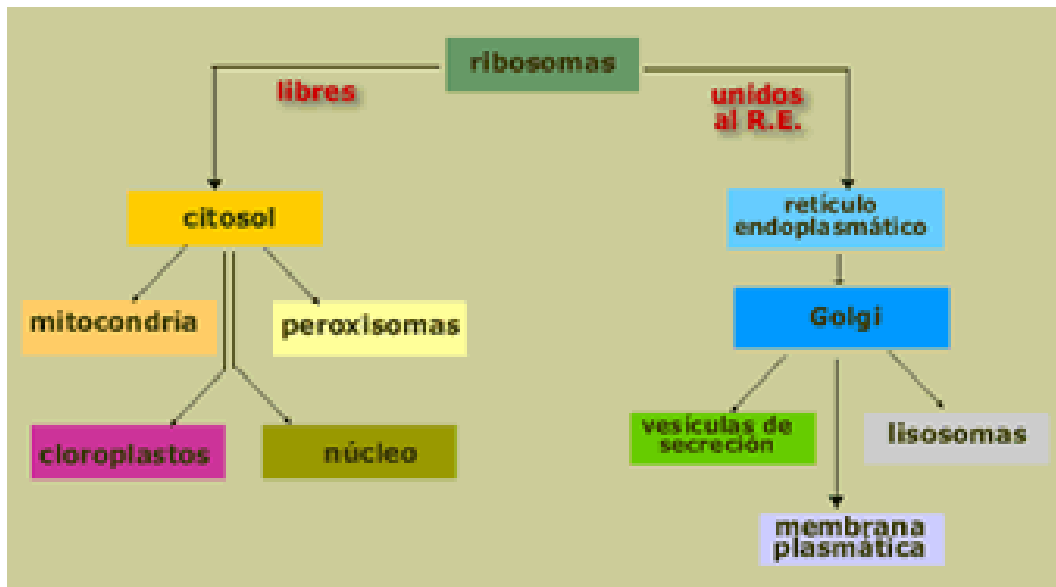
- Por debajo de la membrana plasmática constituye el cortex celular, dicha red resiste fuerzas deformadoras bruscas a la vez que permite que se produzcan cambios en la célula, ya que es capaz de sufrir un proceso de reestructuración en el que se comenzarán a unir unidades G
- Existen dos proteínas: la fibrina y la villina, las cuales se encargan de la formación de la actina en haces paralelos empaquetados que van a constiuir las microespínulas (puntos de contacto entre el soma celular y las dendritas) y los haces de las microvellosidades. Estos haces de actina se encuentran anclados a la barra terminal, es una región de la corteza del cortex celular que se encuentra relacionada con los filamentos intermedios por una proteína llamada **espectrina**
- Establecimiento y conservación de los contactos focales y de las uniones adherentes. En estos contactos focales hay una proteína, denominada **integrina** (muy dependiente del calcio) que se unirá a la **fibronectina** (proteína de la matriz celular) y de manera simultánea la **talina** se unirá a los filamentos de actina.





1. Bandas o líneas Z
2. Filamentos de actina en el interior del sarcómero
3. Filamento aislado de actina. Formado por el agregado de monómeros de actina (son las esferas)
4. Filamento de tropomiosina
5. Troponina
6. Banda central de haces de miosina, ubicada en el centro del sarcómero
7. Filamentos de miosina, con la región de la cabeza proyectada hacia afuera
8. Sarcómero
9. Bandas I de los sarcómeros vecinos. Están insertadas en la banda Z
10. Banda A
11. Banda

## E. ELEMENTOS MEMBRANOSOS

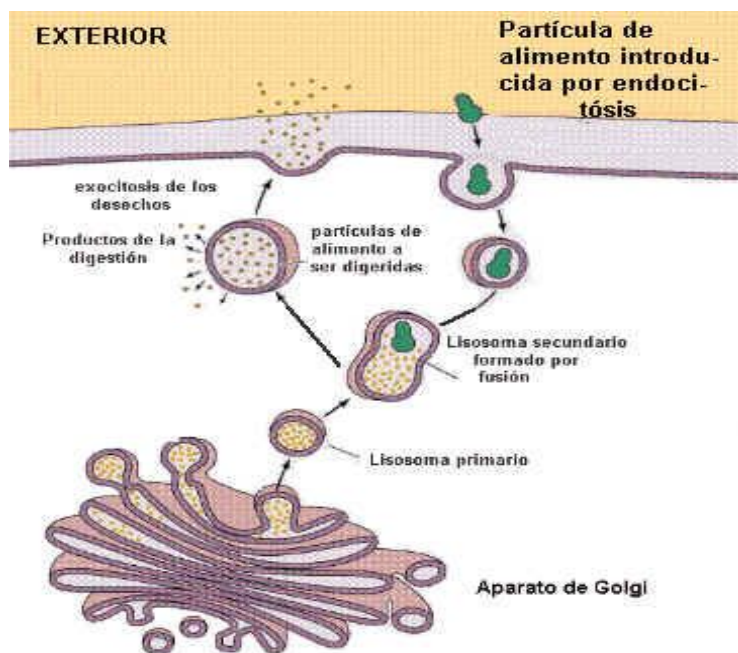


### ✚ LISOSOMAS

Es un orgánulo revestido de membranas, en cuyo interior existe una gran cantidad de enzimas hidrolíticas activadas a un pH ácido. actúa como un sistema de digestión intracelular, que procesa el material digerido por la célula o los productos de desecho celular.

Engloba una serie de orgánulos, los cuales son revestidos de membrana que tienen un origen diferente y que desempeñan funciones diferentes. En la actualidad las lisosomas forman parte de lo que se denomina sistema de vesículas ácidas, se denominan así porque todas ellas tienen una bomba de protones H-ATPASA, que puede reducir el pH luminal a 5 o más. Y al reducir el pH es cuando se activan las enzimas hidrolíticas, procedentes de las vesículas del aparato de Golgi.

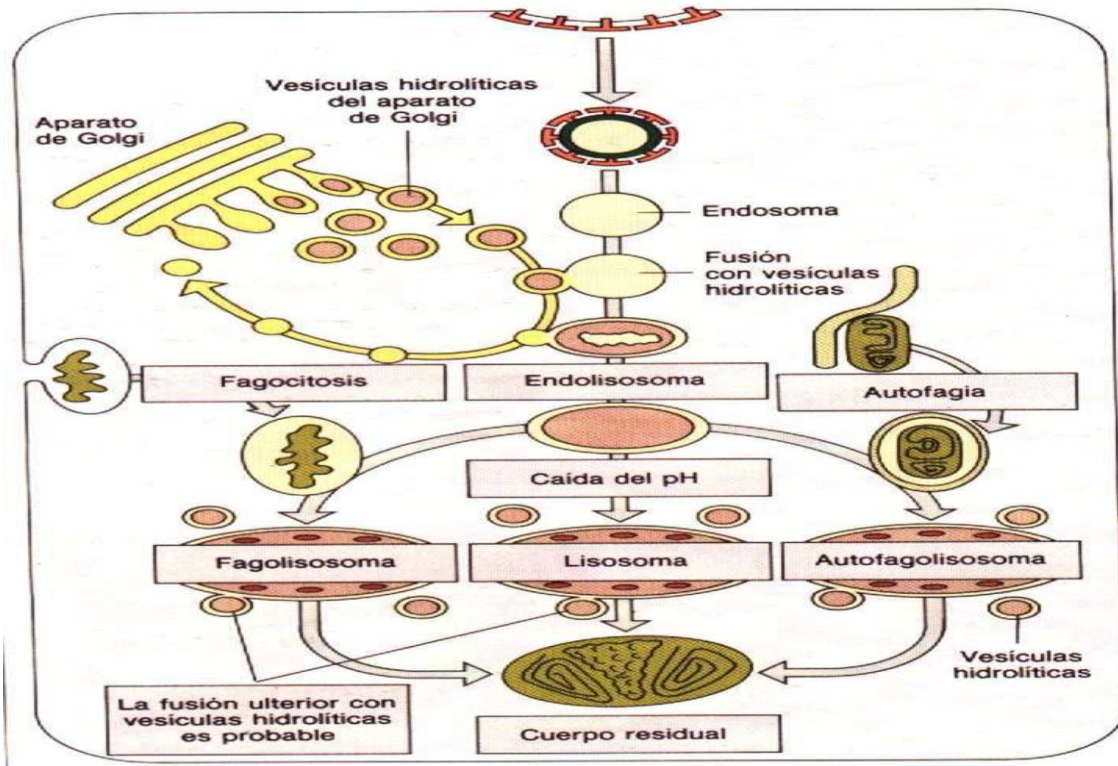
La bomba de membrana está presente en las vesículas que salen del aparato de Golgi, se llaman **lisosomas primarios** (no poseen bomba de membrana) y aparecen como vesículas primarias con un centro muy denso.



Estos lisosomas primarios no son funcionales, de hecho un lisosoma funcional se forma como resultado de la fusión con endosomas que contienen las proteínas de membrana adecuadas, entonces hablaremos de otros endosomas derivados de procesos de fagocitosis, dando lugar a **fagolisosomas**, siendo ésta la forma en que se digieren las partículas o moléculas que las células tienen que destruir.

De forma similar, los orgánulos desgastados pueden ser incorporados en el interior de la membrana y posteriormente fusionarse con endolisosomas para formar un autofagosoma. Este proceso se denomina **autofagia**.

Los residuos amorfos que no pueden ser digeridos, quedarán englobados en las vesículas rodeados de membranas, a estos residuos se les denominara **cuerpos residuales**, o **multivesiculares**. Al microscopio electrónico, un lisosoma primario lo observamos como un orgánulo que tiene un material amorfo; los lisosomas secundarios contienen numerosas partículas, la mayor parte de ellas, muy electrodensas, los cuerpos residuales se observarán como cuerpos multivesiculares.



#### ✚ PEROXISOMAS O MICROCUERPOS

Son orgánulos pequeños, limitados por membranas que se parecen mucho a los lisosomas, tanto en el tamaño como en morfología y se distinguen porque tienen una dotación de enzimas totalmente diferente ya que contienen oxidasas implicadas en:

- Ciertas vías metabólicas, especialmente oxidación de los ácidos grasos de cadena larga utilizando el oxígeno molecular y conduciendo a la formación de  $H_2O_2$  citosólico (elimina el citoplasma)
- Es utilizado por células fagocíticas como defensa frente a organismos ajenos a la célula

- Desempeñan un papel en otras vías metabólicas como las catalasas que regulan la concentración de hidrógeno de peroxidasa, utilizada para la oxidación de tóxicos y sustancias (fenoles y alcoholes).

El peróxido contiene una estructura central escaloide llamada **nucleoide**, contiene diversas enzimas que actúan sobre distintos sustratos reduciendo el oxígeno y formando agua pesada ( $H_2O_2$ ), las catalasa descomponen esa agua pesado en  $H_2O$  y  $O_2$ . Especialmente las catalasas realizan esta función en el hígado y en el riñón, son abundantes y muy grandes. La patología que producen es la **Adrenoleucodistrofia**



### INCLUSIONES CELULARES

Son orgánulos pequeños en los que se acumulan residuos. Las sustancias acumuladas más frecuentes son:

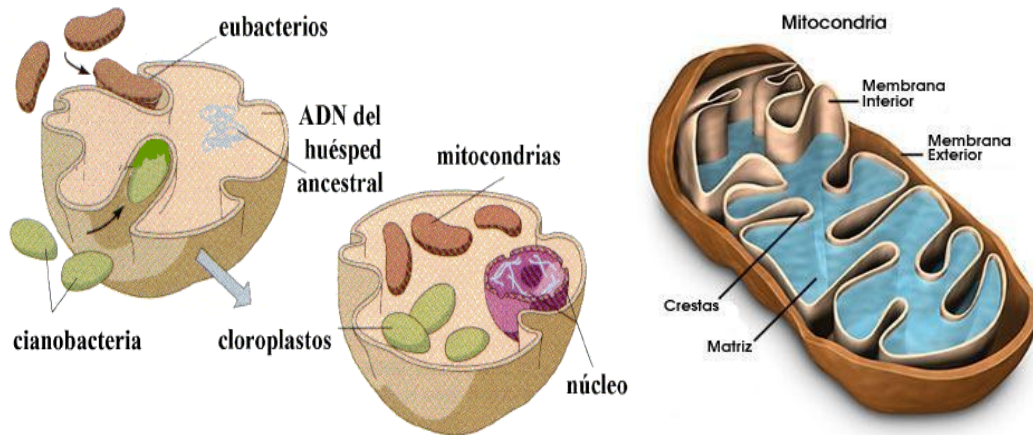
**PIGMENTOS:** (lipofusina) se observa como una acumulación de material marrón anaranjado, englobado por la membrana plasmática. Se origina a partir de los cuerpos asiduales que contienen una mezcla de fosfolípidos degradados. Pueden corresponder a lisosomas secundarios que ya han actuado.

**MELANINA:** lípidos que pueden acumularse como vesículas desprovistas de membrana que aparecen en el citoplasma. En condiciones normales el volumen que alcanzan es muy grande, llegando incluso a expulsar al núcleo a la periferia (**adipocitos**) los lípidos también se pueden acumular en células hepatocitos en respuesta a lesiones metabólicas subyacentes (alcohol)

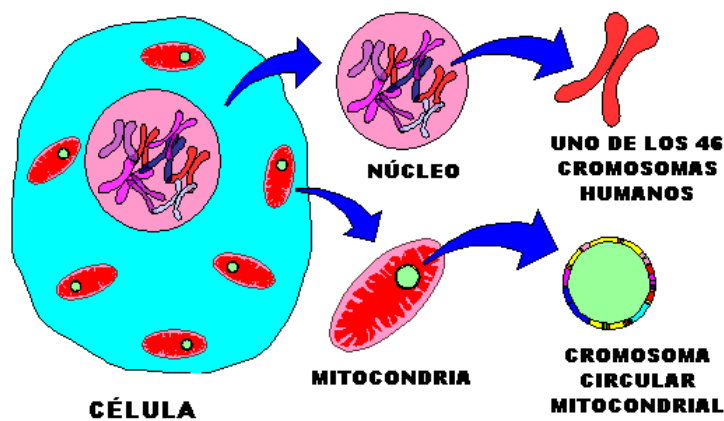
**GLUCÓGENO:** polímero de la glucosa (producto de reserva), se acumula en gránulos en el citoplasma células, cuando se necesita energía se produce el paso de la glucosa a glucógeno

## ✚ MITOCONDRIAS

Orgánulos cilíndricos, desprovistos de membrana, que suministran energía a la célula mediante el proceso de **fosforilación oxidativa**. Han evolucionada a partir de elementos procariotas que han hecho simbiosis con la célula semejante a las bacterias.



Tiene su propio ADN (elementos para la síntesis proteica) y todo ello de una forma independiente de la forma celular. El ADN no se hereda por la misma vía que el celular o nuclear, de tal modo que en el varón, todo el material mitocondrial del embrión procede de las mitocondrias presentes en el óvulo materno, sin que exista ninguna relación con la figura paterna.

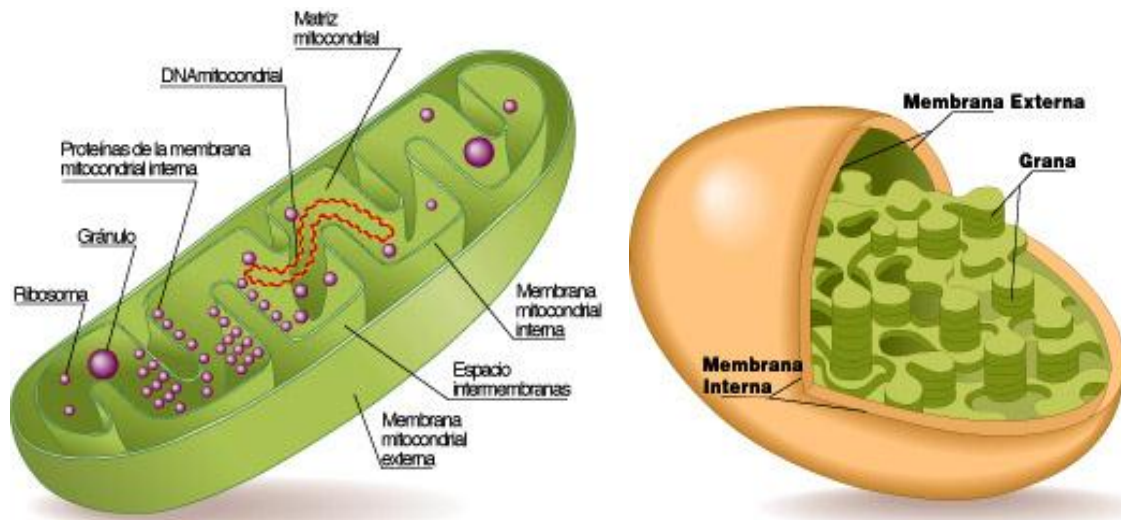


Están formadas por dos membranas (interna y externa), las cuales van a delimitar dos espacios mitocondriales internos:

- Espacio intermembranoso
- Matriz



Tienen doble membrana, la externa es lisa y la interna presenta estructuras membranosas llamadas **crestas** que son repliegues en forma de dobleces o dedos de guante. El espacio interno se denomina **matriz** o **estroma mitocondrial**; allí se encuentran dos o más moléculas circulares de **ADN** y **ribosomas**



La **membrana externa** es rica en proteínas de transporte muy especializadas como la **porina**, la cual permite una libre circulación en moléculas cuyo peso molecular llega a 10 kD

La **membrana interna** es muy permeable a los iones, gracias a que es muy rica en **cardiolipina** (proteína), esta característica es esencial para la propia actividad de la mitocondria, permite establecer gradientes electroquímicos durante la producción de metabolitos altamente energéticos. La membrana interna se dobla sobre sí misma formando pliegues (crestas) con el objetivo de incrementar su superficie, aquí estarán presentes:

- Enzimas encargadas de la respiración
- ATPsintetasas responsables de la producción de energía.

El **espacio intemembranoso** está compuesto por:

- Sustratos metabólicos que difunden al interior de la mitocondria a través de su membrana externa
- ATP generado por la propia mitocondria
- Iones bombeados desde la matriz durante el proceso de fosforilación oxidativa

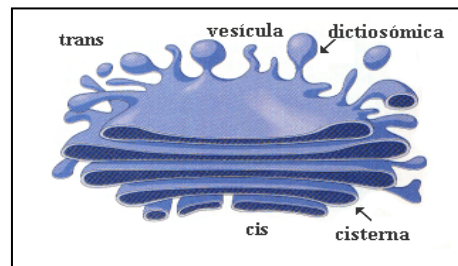
La matriz contiene:

- Las enzimas encargadas de la oxidación de los ácidos grasos y los piruvatos (obtención a partir de la glucólisis de la glucosa, dos ácidos piruvatos, cofactores y CO<sub>2</sub>)
- ADN mitocondrial
- Las enzimas específicas para su transcripción

La morfología y el número varían de una mitocondria a otra. Las células con un elevado nivel de metabolismo, son más grandes y poseen una estructura serpenteada. En las hormonas esteroideas (células suprarrenales), las mitocondrias tienen las crestas tubulares.

### ✚ APARATO DE GOLGI

Compuesto por compartimentos ordenados, cercanos al núcleo celular y en cercanía al centrosoma. Está formado por una serie de **cisternas**, entre 4 y 6, limitados por una membrana, que recibe el nombre de **dictiosomas**, su número y tamaño depende de la función que tenga la célula.

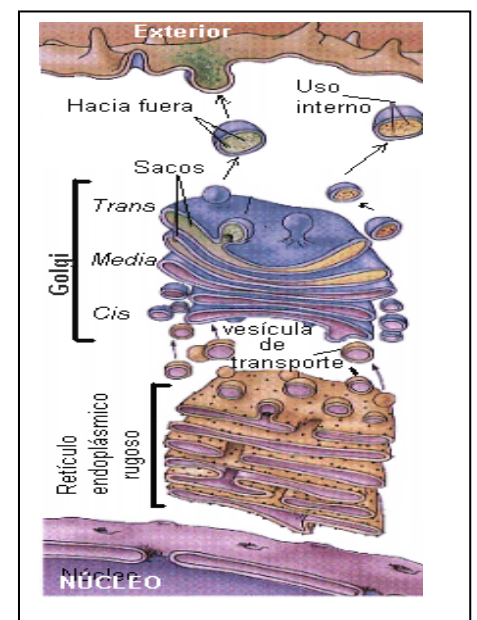


Los dictiosomas tienen dos caras:

- Una cara cis o cara de entrada
- Una cara trans o cara de salida

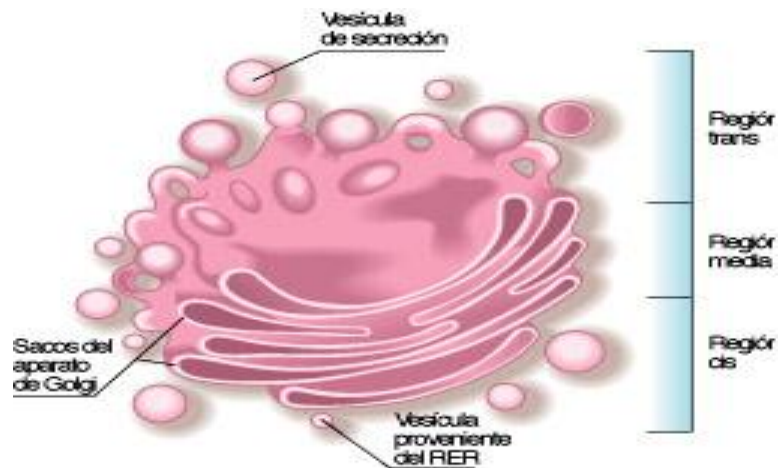
Ambas caras, están conectadas a unos compartimentos tubulares denominados red de cis y red de trans de Golgi. Las proteínas y lípidos que entran en la red por la cara cis, lo consiguen gracias a las vesículas de transporte del retículo endoplasmático salen a la superficie o a donde requiera el organismo.

la importancia está, en la clasificación de las proteínas, ya que las que entran por la cara cis atraviesan el aparato de Golgi y regresan al retículo endoplasmático, mientras que las que salen de la red, ya están clasificadas, dependiendo de si su destino son los lisosomas, vesículas de secreción o la superficie celular



**El complejo del Golgi es importante en:**

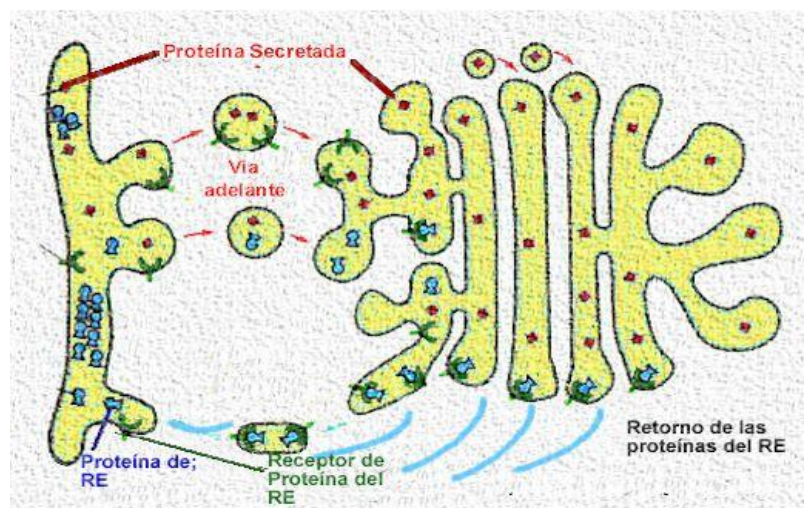
- Células especializadas
- **Secreciones caliciformes del epitelio intestinal.** Segregan al epitelio intestinal grandes cantidades de moco rico en polisacáridos. En este tipo de células se comienzan a formar grandes vesículas a partir de la trans del complejo, que da a la puerta de la membrana plasmática.



Se cree que el transporte de proteínas entre estos dictiosomas es a través de vesículas de transporte, dichas vesículas surgen por gemación de una cisterna que se va a formar fusionándose con la siguiente.

La importancia del aparato de Golgi es la **glicosilación** de todas las proteínas, las más glucosiladas serán los denominados **proteoglicanos**, los cuales pasarán a formar parte de la matriz extracelular y otros permanecerán anclados en la membrana plasmática.

Los azúcares incorporados a estas proteínas son altamente sulfatados después de que los polímeros se hayan formado en el complejo, ayudando a que los proteoglicanos tengan una carga muy poderosa. Algunos residuos de tiroxina son



sulfatados en este estadio produciendo alteraciones.

Los carbohidratos en las membranas celulares se encuentran en la cara de la membrana que está mirando hacia el citosol. Estos hidratos de carbono son incorporados a la luz del retículo endoplasmático del aparato de Golgi, en proteínas membranosas y lípidos (**incorporación asimétrica**).

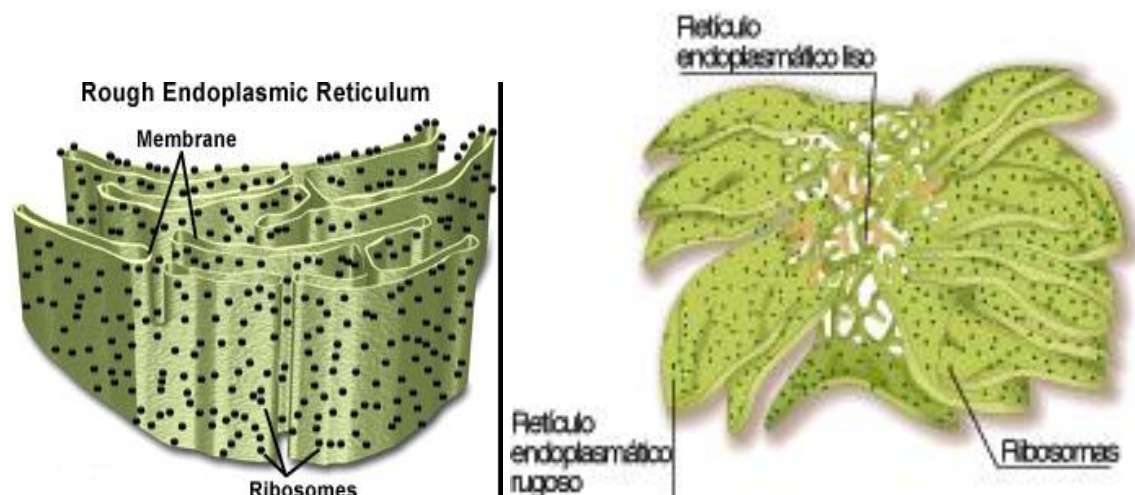
Esta asimetría da una orientación asimétrica a las vesículas que van a la membrana plasmática. La glicosilación requiere una enzima diferente en cada paso, de tal forma que cada producto de una reacción es reconocido a través de una serie de pasos por las mismas enzimas en un molde concreto.

En el aparato de Golgi se produce la **o-glicolisación** en la cual las cadenas de los **glicosaminoglicanos** se añaden a las proteínas. En el último compartimento del aparato de Golgi tiene lugar la sulfatación de azúcares.

### ✚ RIBOSOMAS

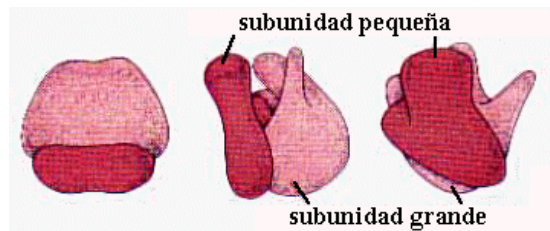
Son orgánulos citoplasmáticos descritos por Palade, gracias a un microscopio de transición, donde aparecen como partículas esféricas y densas de 150<sup>ª</sup> de diámetro. Están compuestos por un 60% de ARN y un 40% de proteínas, se encuentran tanto en células procariotas como en eucariotas.

Están contruidos pos subunidades (una grande y una pequeña) que se distinguen por su coeficiente de sedimentación, expresado en unidades de **sververs**. Cada subunidad consiste en una hebra de ARN ribosomal junto con una proteína asociada, se pliegan para formar la estructura globular.

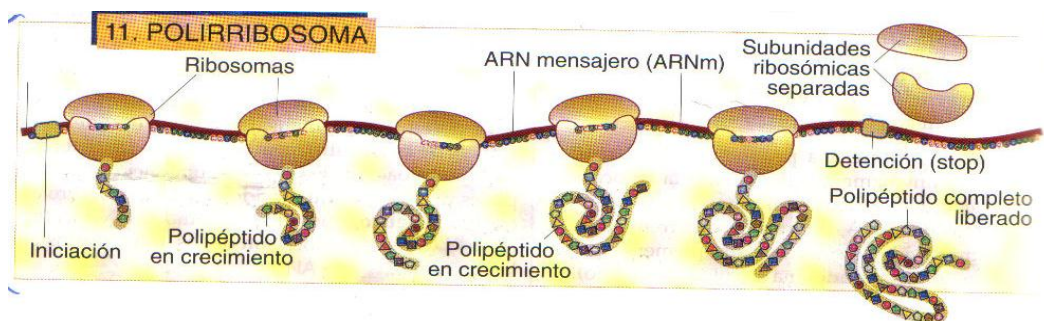


Estos ribosomas pueden estar aislados en el citoplasma o asociados a ARNm formando unos agregados denominados **polirribosomas**, a su vez ambas formas pueden estar adheridas a la superficie del retículo endoplasmático o de la primera parte del aparato de Golgi (retículo endorugoso)

En las células eucariotas, las subunidades pequeñas tiene un valor de sedimentación de 40s, tienen un sitio fijo para el ARNm, a esta zona se la denomina sitio P, aquí es el lugar donde se fija la **peptidil ARNt**, también hay otra zona, llamada zona A en la cual se fija el **aminoacil ARNt**. El valor de la subunidad grande es de 60s, el conjunto de las subunidades tendrán un valor de sedimentación de 80s.



Ambas se encuentran libres en el citosol y no forman un ribosoma hasta que se inicie la síntesis proteica. Una vez que se han constituido como ribosomas, se convierten en estructuras altamente activas con proteínas receptoras específicas conteniendo tres lugares de unión (un ARN, y dos ARNt)



En las células eucariotas sólo se sintetizan normalmente un tipo de cadena polipeptídica sobre cada molécula de ARNm. El ARN de las eucariotas, a excepción de las que se sintetizan en las mitocondrias y en los cloroplastos, son profundamente modificados en el núcleo (maduración del ARN), lo que aparece en el citosol está bastante desarrollado.

La fidelidad de la síntesis de proteínas, está incrementada gracias a dos procesos independientes de corrección de las denominadas **galeradas**.

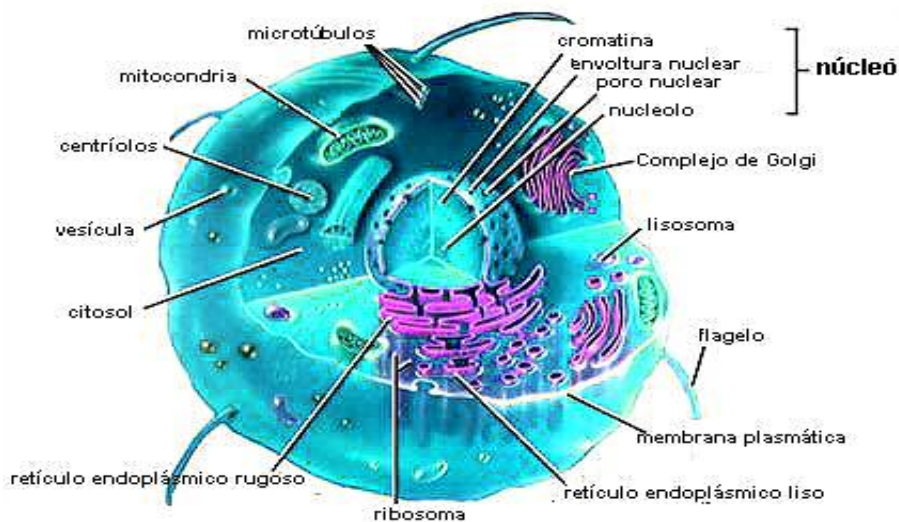
## 🚩 EL NÚCLEO

Orgánulo mayor del citoplasma nuclear. Contiene ADN y el 20% de su masa lo constituyen las denominadas nucleoproteínas, las cuales presentan la característica de tener una alta movilidad en electroforesis, factores de transición y ARN.

Posee dos **funciones principales**.

- Almacena el material hereditario o ADN
- Coordina la actividad celular, que incluye al metabolismo, crecimiento, síntesis proteica y división.

Al microscopio óptico son cuerpos esféricos que se tiñen con colorantes básicos (quematrusirina). En la interferencia de las células también se observa una o dos estructuras más pecunias (nucleolo, sintetiza subunidades de ribosomas)



Está rodeado por **dos membranas concéntricas** perforadas por poros nucleares. A través de éstos se produce el transporte de moléculas entre el núcleo y el citoplasma

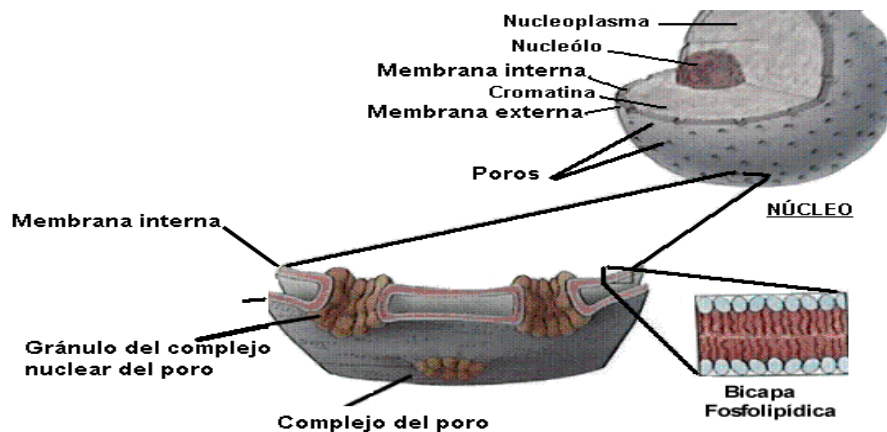
- **Interna**: compuesta por proteínas específicas que forman el anclaje para las proteínas filamentosas (el armazón que mantiene la forma del núcleo)

Estas proteínas forman parte del citoesqueleto, se denominan lamininas, las cuales juegan un papel crucial en la organización de la envoltura nuclear ya que

interviene tanto en la disolución como en la nueva formación de la envoltura nuclear en la mitosis.

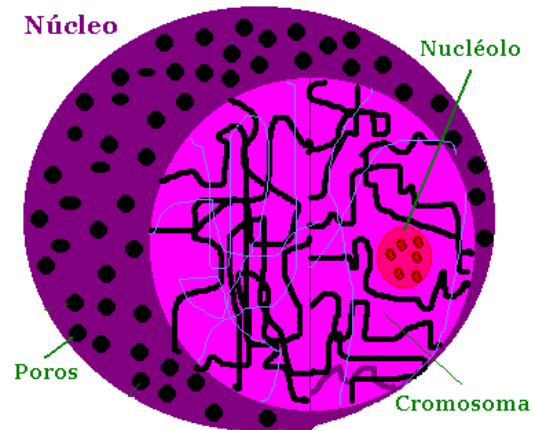
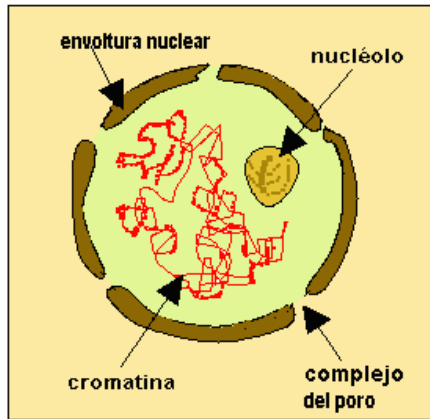
La disolución acontece en la profase, se cree que está controlada por una fosforilación transitoria (proceso bioquímico y respiratorio de la disolución de la membrana)

- **Externa:** delimita el espacio perinuclear y se continúa con el retículo endoplasmático, pudiendo estar asociada a los ribosomas. Algunos autores dicen que la telofase es el retículo endoplasmático rugoso quien forma la lámina externa nuclear.



A esto se le denomina **complejo de poro nuclear**. Las proteínas están dispuestas a modo de anillo. Se cree que estas proteínas ortogonales tienen origen ribonucleico porque son digeridas por una ARNasa. La misión principal de estos poros, es la regulación de:

- Cambios de los metabolitos
- Pequeñas moléculas
- Subunidades ribosómicas



El núcleo alberga en su interior a la cromátida, la cual controla en desarrollo de la célula. El **ADN** se encuentra:

- Enrollado a las histonas (proteínas) formando los nucleosomas (estructuras que se repiten de forma similar a la de un collar)
- Enrollado en 30 nm, en conjunto constituyen la cromatina

Durante la replicación celular se produce una elevación de cromatina en grandes dominios serpenteantes, esto nacerá de la unión de las proteínas jugadoras del ADN

Estas histonas tienen un bajo peso molecular y una elevada cantidad de aminoácidos cargados positivamente, lo que explica su unión al ADN. Interviene en el plegamiento del ADN y también en la actividad genética.



Hay otras proteínas (no histonas) asociadas al ADN que poseen un grupo heterogéneo que contiene enzimas. A microscopía electrónica, los nucleolos unas aparecen como estructuras electrodensas y otras como electrolúcidas.

### Cromátida

En un núcleo interfásico la cromatina se localiza principalmente en las regiones periféricas. Se halla compuesta principalmente por:

- ADN



- Proteínas
- Poca cantidad de **ARN** (ácido ribonucleico).

El ADN es el soporte físico de la herencia, con la excepción del ADN de los plásmidos, todo el ADN está confinado al núcleo. El ARN, se forma en el núcleo a partir del código del ADN. El ARN formado se mueve hacia el citoplasma.

Para que la cromatina sea funcional debe estar EXTENDIDA, ya que condensada no es activa. Durante la división celular, la cromatina se condensa, espiralizándose para formar cromosomas. Al terminar la división celular, la cromatina se desespiraliza en mayor o menor medida, resultando:

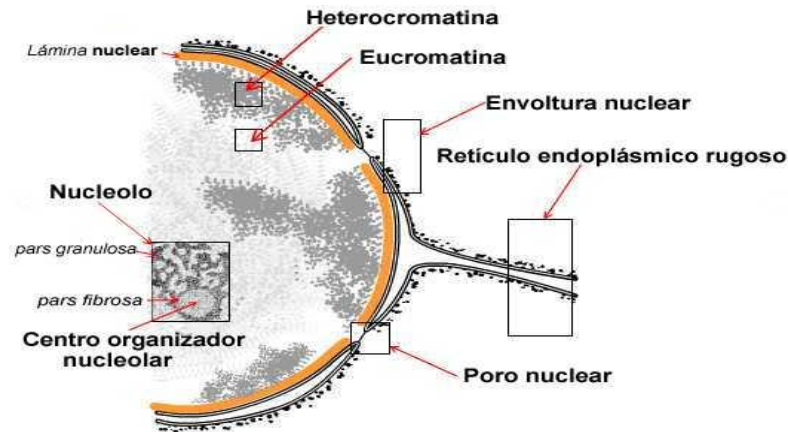
- **Heterocromatina:** es la forma condensada de la cromatina, no activa. Algunas veces delinea la membrana nuclear, sin embargo se rompe por las áreas claras de los poros para permitir que se lleve a cabo el transporte. No participa en la síntesis del ADN

Se puede observar abundante heterocromatina en células en reposo o de reserva como en los pequeños linfocitos (células de memoria), que están esperando la exposición a antígenos extraños. La heterocromatina se considera transcripcionalmente inactiva. La mayor parte se encuentra en la membrana interna nuclear.

En las hembras, la cromatina inactiva, forma una pequeña masa conocida con el nombre de **cuerpo de Barr**, éste se encuentra en una pequeña parte del núcleo de las células femeninas (transformación de sexo), este cuerpo es lo que constituye la huella genética.

Es el ADN basura, el encargado de averiguar muchos de los problemas (ADN que transcripcionalmente es inactivado)

- **Eucromatina:** se presenta como una trama delicada por que las regiones de ADN que deben ser transcritas o duplicadas deben primero desenrollarse antes de que el código genético pueda ser leído. Es más abundante en las células activas, esto es en las células que están transcribiendo.



El núcleo alberga a los **nucleolos**, donde se sintetiza el ADN. Están compuestos por:

- Proteínas ácidas
- Ácido ribonucleico

A microscopía electrónica en el nucleolo se pueden observar tres partes:

- **Región granular:** rodea a la fibrilar y contiene ARN y proteínas
- **Región fibrilar:** ARN en filamentos
- **Región craneal:** filamentos de ADN entre las dos regiones anteriores

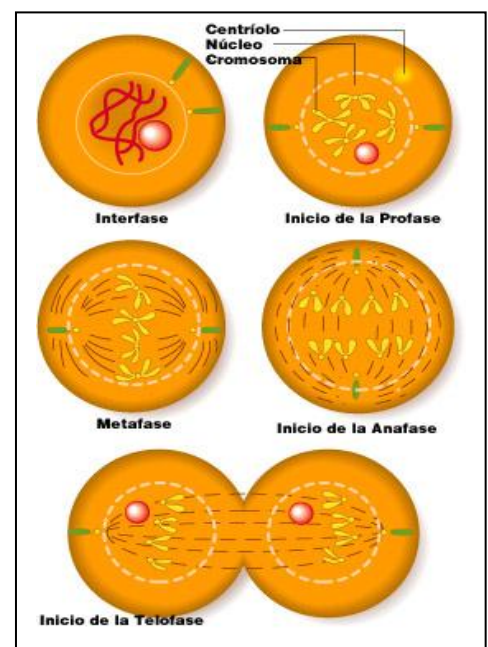
## F. CICLO CELULAR

La replicación del ADN tiene lugar únicamente en ciertas fases del denominado ciclo celular, el cual ha sido dividido pedagógicamente en ciclos o fases. Históricamente había dos fases, una mitótica o fase M y una de reposos o fase F, esta última es la de mayor duración ocupa en el ciclo celular. Esta fase se completa antes de la iniciación de la mitosis

### FASES

#### FASE G<sub>0</sub>. Características:

- La célula en esta fase no está dividiéndose, no permanece el ciclo celular.
- En las células proliferantes facultativas, entran en esta fase pero mantienen la capacidad de incorporarse en el ciclo celular cuando son



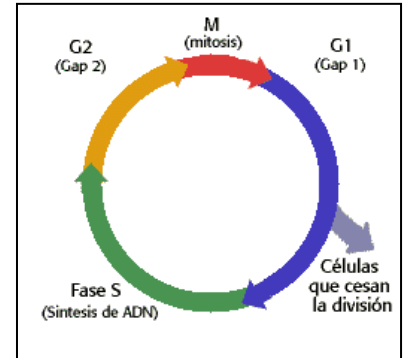
estimuladas adecuadamente, la célula ya ha entrado en el ciclo celular.

### FASE G<sub>1</sub>. Características:

- Abarca desde el final de la fase M hasta el comienzo de la fase S
- Es la fase más larga

### FASE S. Características:

- Comienza después de la fase G<sub>1</sub>
- A partir del punto crítico desde la señal crítica se llama a la célula, la cual deja de crecer, comenzando la fase S, en la cual se replica el ADN, la cromatina aumenta el doble originando las que después de serán los cromosomas, formados por dos cromátidas.
- Esta célula puede pasar a la fase siguiente, denominada fase G<sub>2</sub>. Si en esta fase no se ha replicado el ADN no puede pasar a la siguiente fase.
- La duración de esta fase es de 6h.



### FASE G<sub>2</sub>. Características:

- En esta fase la célula tiene una doble replicación de ADN y está en reposo antes de la división.
- Durante esta fase se sintetizan los microtúbulos que darán lugar al huso mitótico.
- Abarca el período desde la fase S hasta la meiosis.
- Es un período corta de tiempo de entre 4-5h.
- La célula se prepara para la actividad mitótica.

La fase S, G<sub>2</sub> y M del ciclo celular son de duración constante, la G<sub>1</sub> es más variables porque puede durar varios días y la fase G<sub>0</sub> puede llegar a durar todo la vida.

