

CITOPLASMA
(entre las membranas plasmática y nuclear)

CITOSOL O HIALOPLASMA
Solución acuosa
(dispersión coloidal)

Agua
~85%

- Iones inorgánicos
- Proteínas (estructurales y enzimas)
- RNAs
- Precusores (aminoácidos, monosacáridos, nucleótidos...)
- Coenzimas
- Metabolitos

INCLUSIONES
(función de reserva, protectora...)

- Gránulos de glucógeno
- Gotitas de grasa
- Aceites esenciales
- Pigmentos
- Precipitados proteicos

CITOESQUELETO

ORGÁNULOS

Sin membrana

- Ribosomas
- Centrosoma

Con membrana

- Retículo Endoplásmico
- Aparato de Golgi
- Lisosomas
- Reroxisomas
- Vacuolas
- Mitocondrias
- Cloroplastos

RIBOSOMAS
(solo visibles al ME)

ESTRUCTURA



2 SUBUNIDADES

GRANDE
PEQUEÑA

COMPOSICIÓN



Agua

RNA-ribosómicos

Proteínas

FUNCIÓN



Síntesis de proteínas

LOCALIZACIÓN



En el citosol, libres o asociados (polisomas)

En las membranas del RER

En la membrana nuclear externa

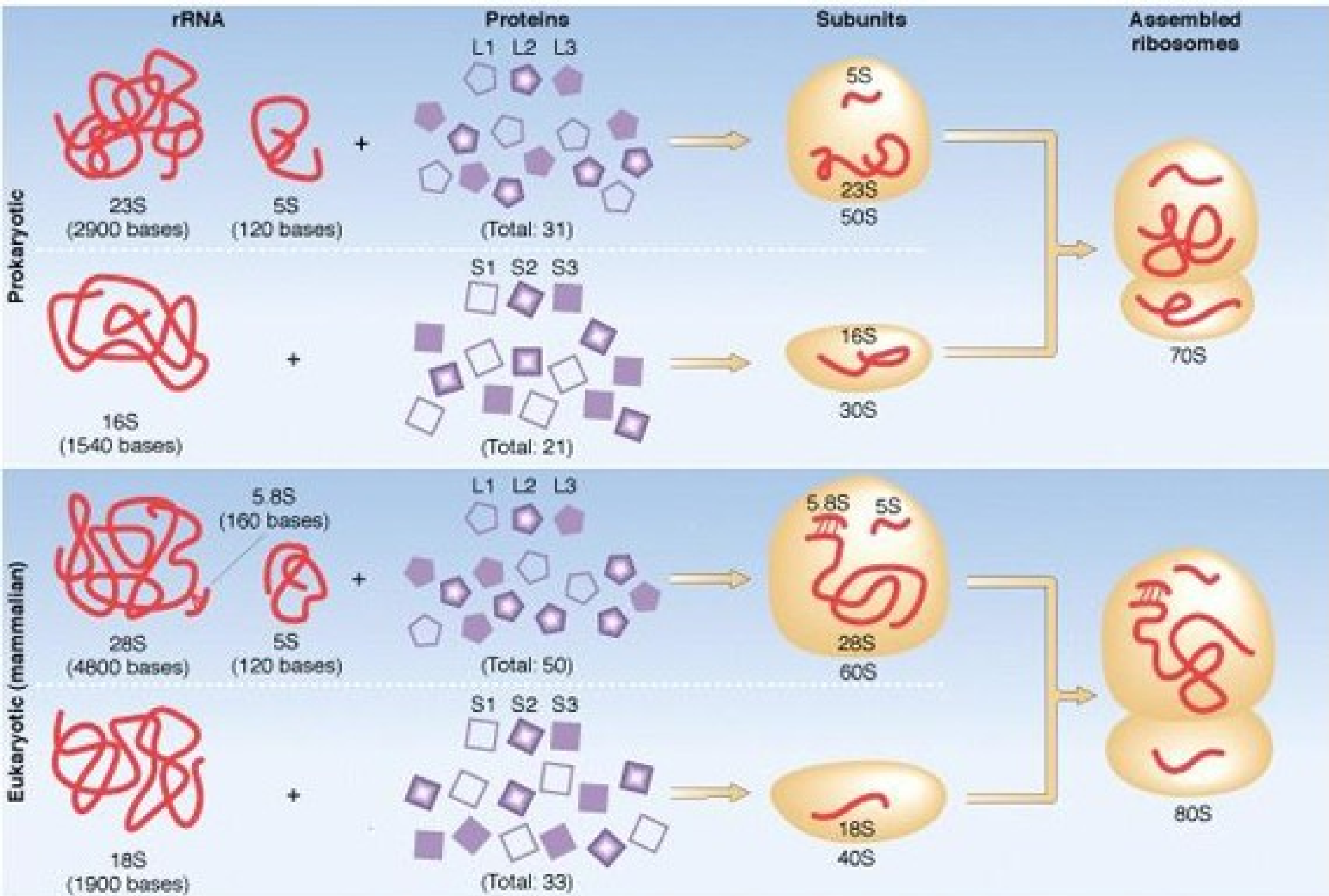
En el interior de mitocondrias y cloroplastos

BIOGÉNESIS

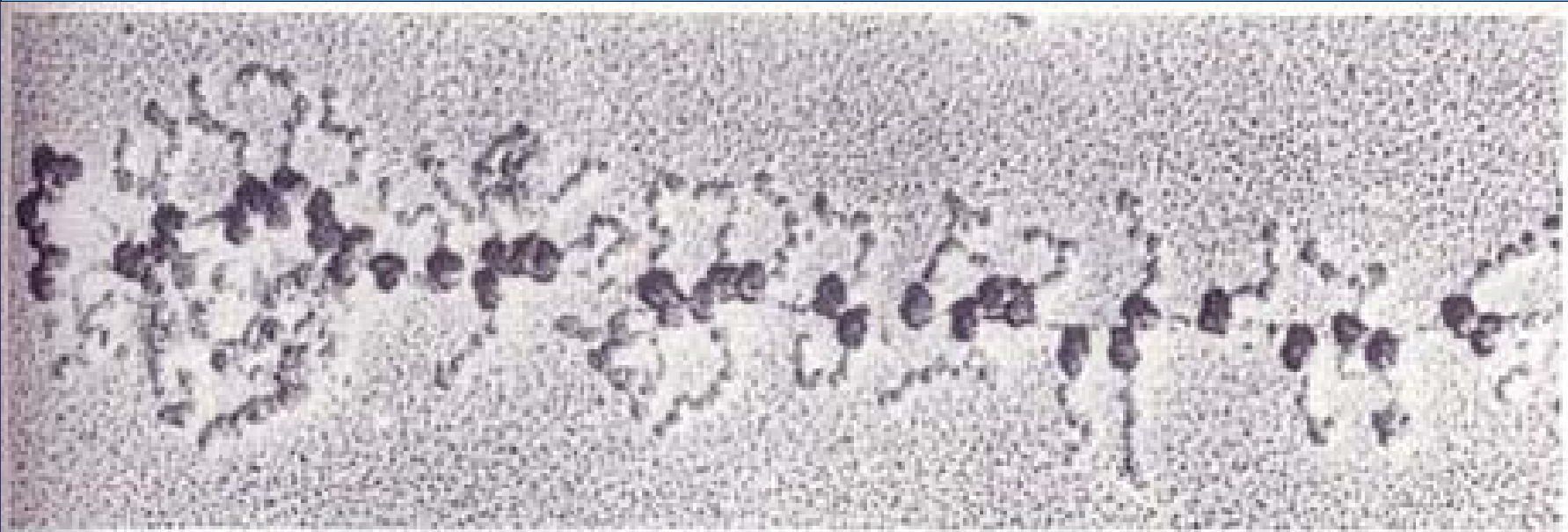


EN EL NUCLEOLO

ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LOS RIBOSOMAS



LOS RIBOSOMAS SINTETIZAN PROTEÍNAS



5 ribosomes
reading same RNA
sequentially

Growing
polypeptide
chains

Complete
polypeptide

(Initiator
codon)

AUG

5'

UAG

3' mRNA

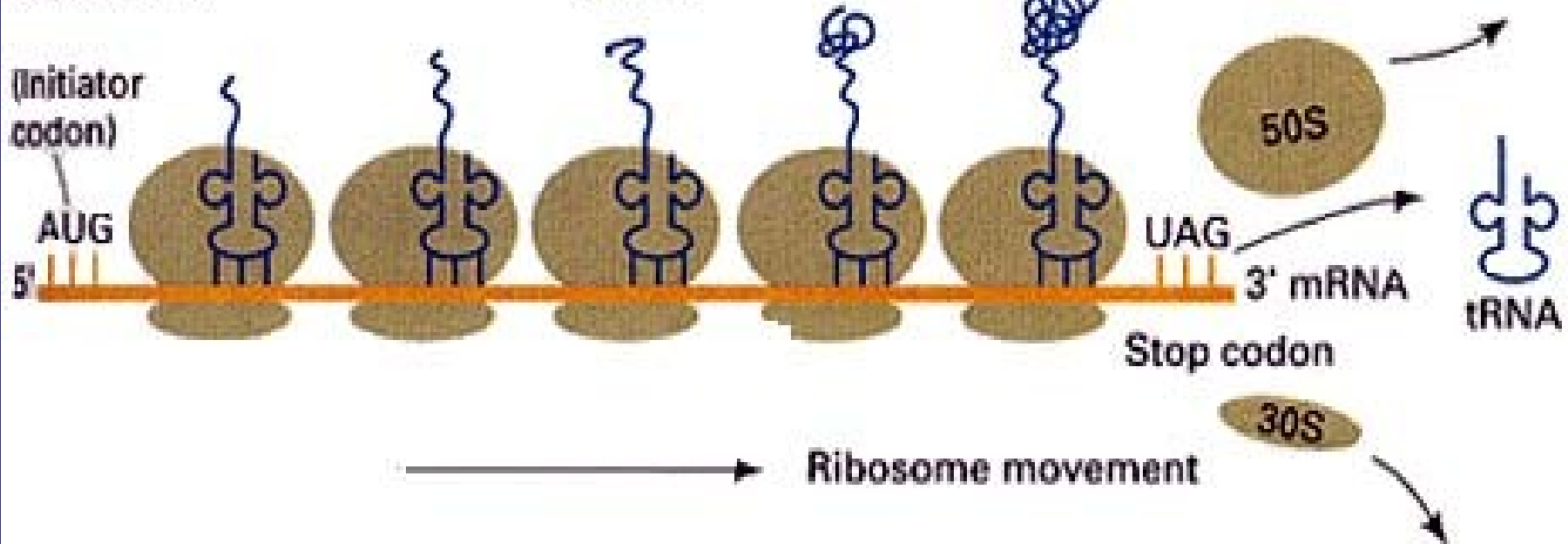
Stop codon

50S

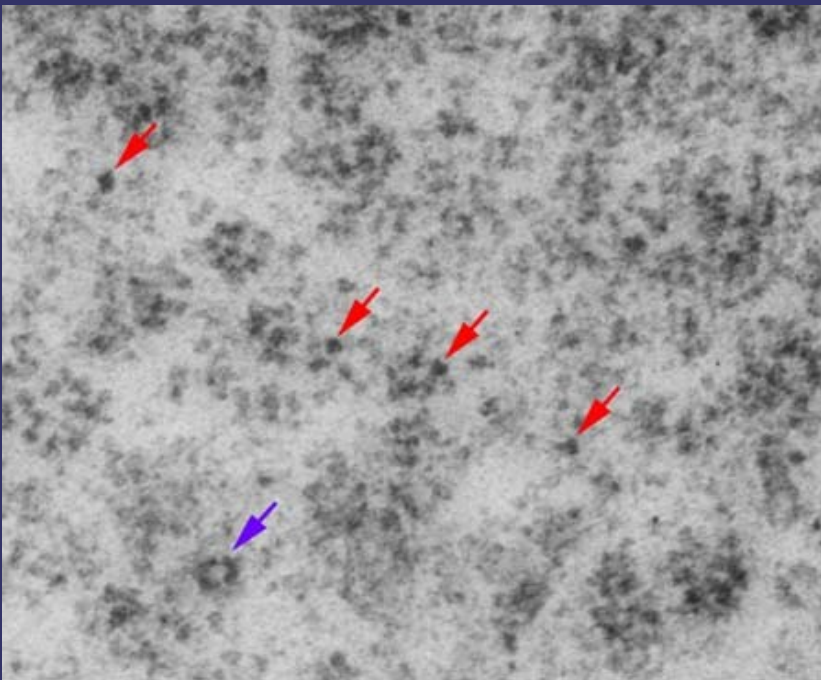
30S



Ribosome movement

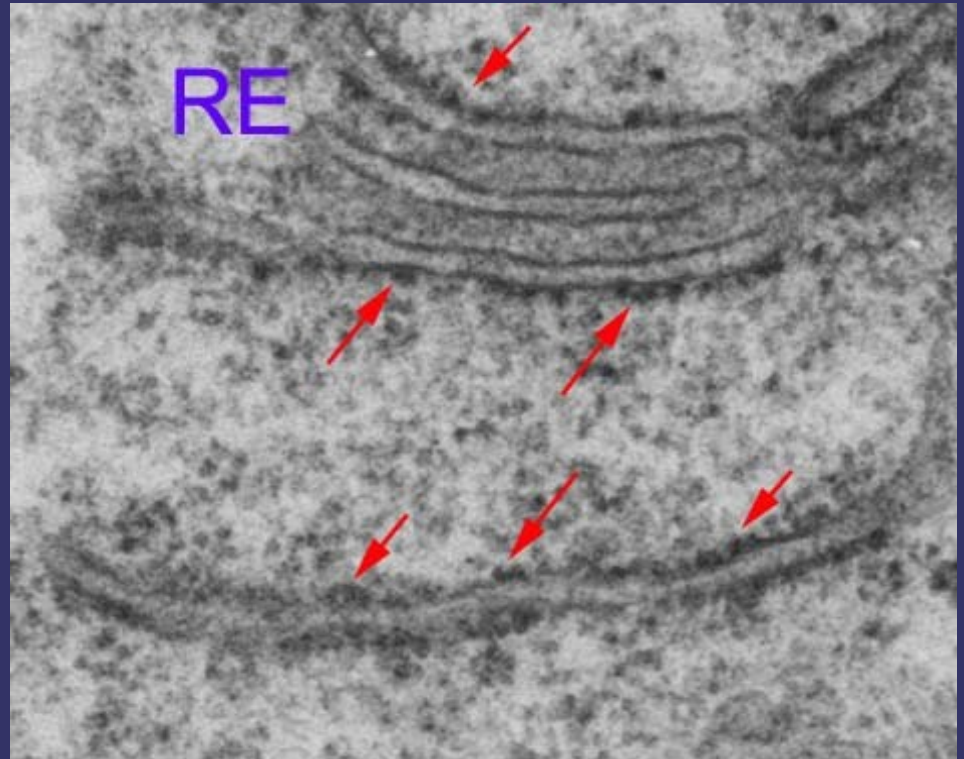
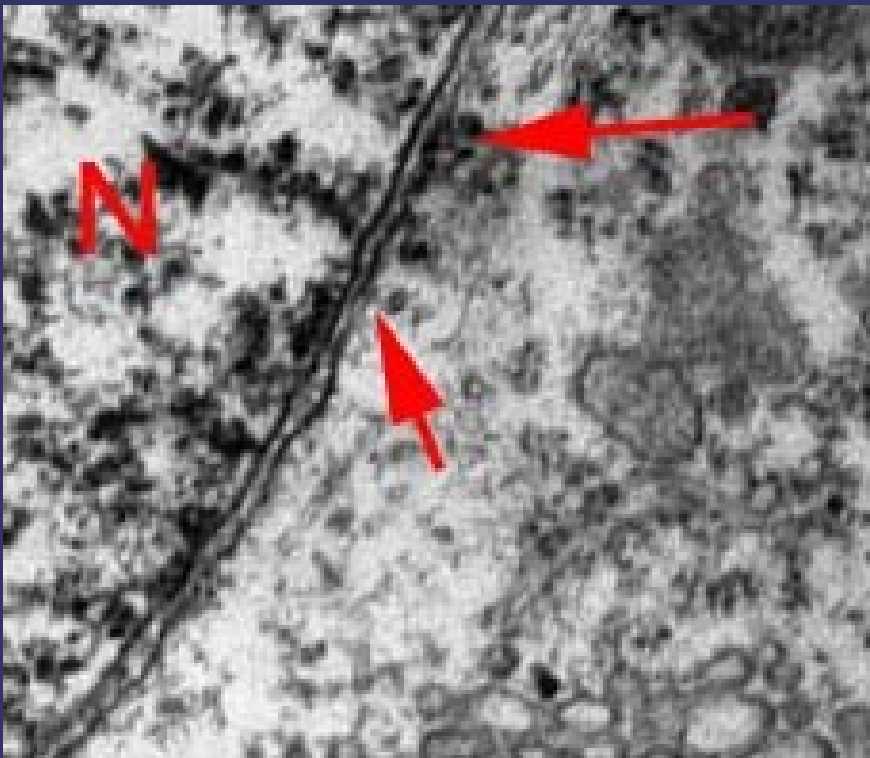


RIBOSOMAS: LOCALIZACIÓN CELULAR



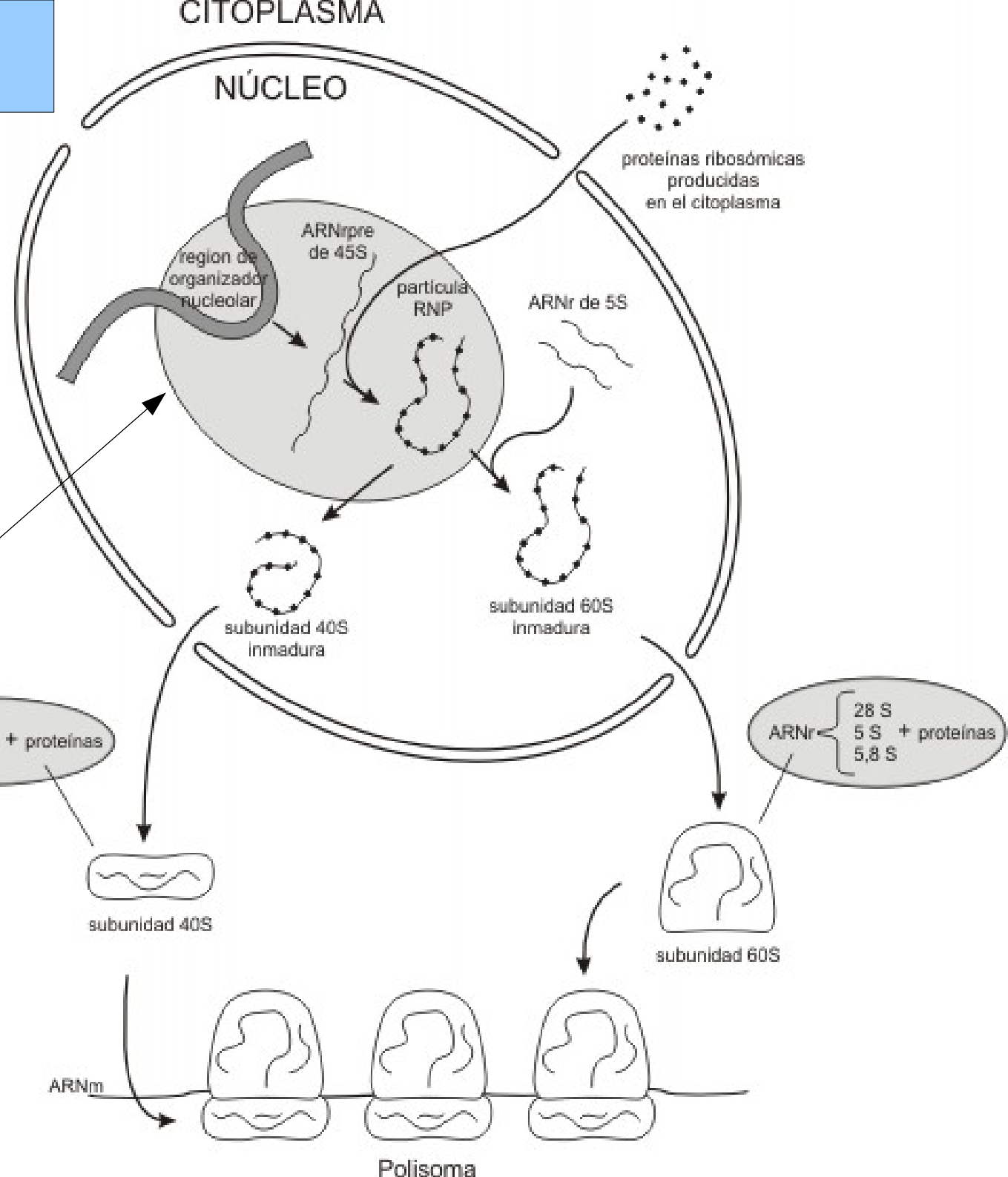
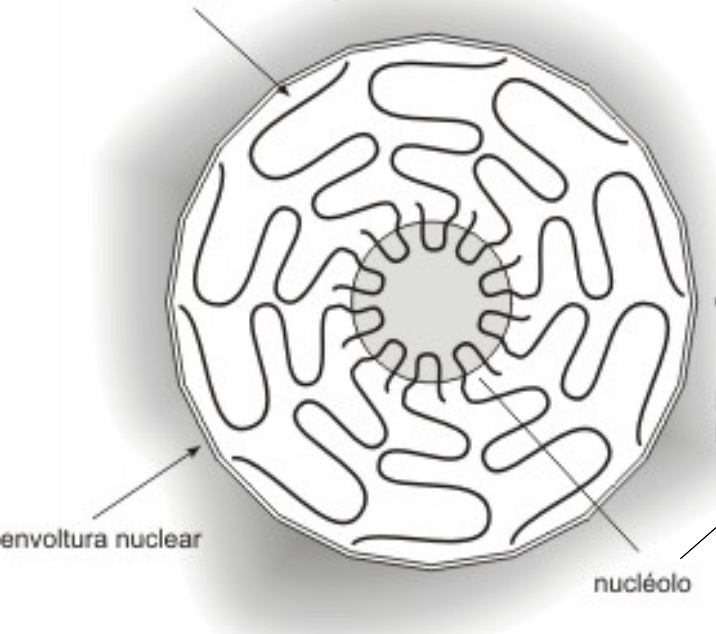
En el citosol, libres (flechas rojas)
o formando polisomas (flecha azul).

Unidos a las membranas del Retículo endoplasmático y del núcleo (por la cara citosólica).



BIOGÉNESIS DE LOS RIBOSOMAS

10 cromosomas interfásicos descondensados contribuyen a la formación del nucléolo con sus bucles de ADN productores de ARNr



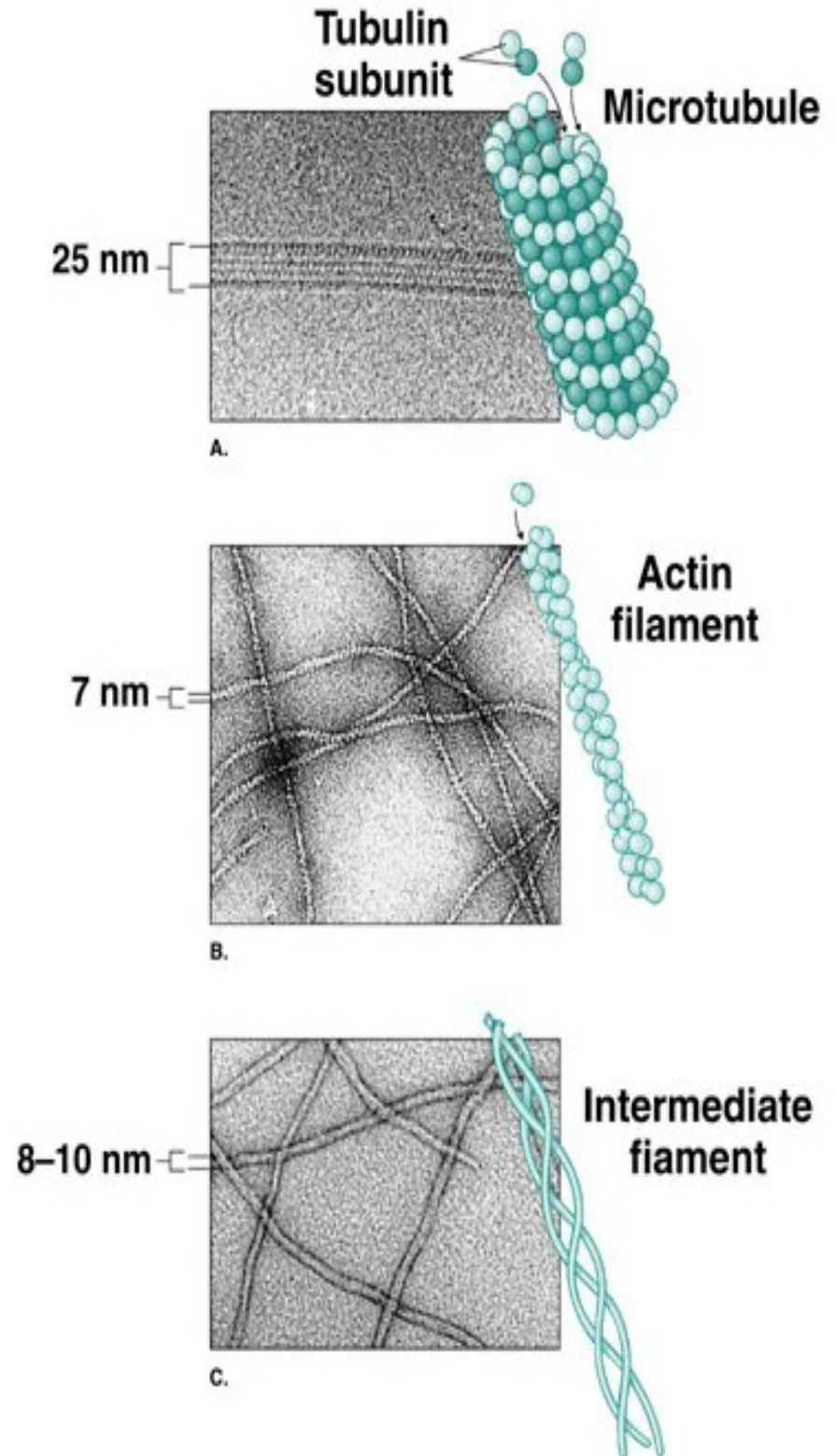
Los RNAs sintetizados en el nucleolo se asocian allí con las proteínas importadas del citosol y se forman así las subunidades de los ribosomas, que serán exportadas al citoplasma.

CITOESQUELETO

Es una red tridimensional de filamentos proteicos de varios tipos que, en las células eucarióticas, se extiende por todo el citoplasma. Da forma a la célula y es responsable de la estructura y organización del citoplasma, a la vez que colabora en el movimiento de los orgánulos y en el de la célula entera. Los componentes del citoesqueleto son de tres tipos (atendiendo al diámetro):

- 1- Microfilamentos o filamentos de actina (flexibles). Diámetro: 7nm.
- 2- Filamentos intermedios (resistentes). Diámetro: 8-10 nm.
- 3- Microtúbulos (rígidos). Diámetro: 25 nm.

Además de estos tres tipos de filamentos, existen numerosas proteínas accesorias que participan en el ensamblaje de estos filamentos, en su interacción con otros elementos o en su movimiento. El citoesqueleto no es rígido ni estático, sino flexible y dinámico.



CITOESQUELETO

MICROFILAMENTOS
(polímeros de actina)

Actina G (globular)

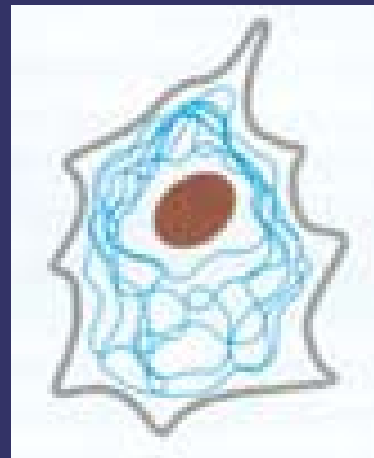
Polimerización
con gasto de ATP

Actina F (fibrosa)
O microfilamento



FILAMENTOS
INTERMEDIOS

Compuesto por
proteínas fibrosas
diferentes en distintos
tipos celulares.
Monómeros con 2
cabezas globulares
y zona intermedia



MICROTÚBULOS
 α -Tubulina + β -Tubulina
(proteínas globulares)

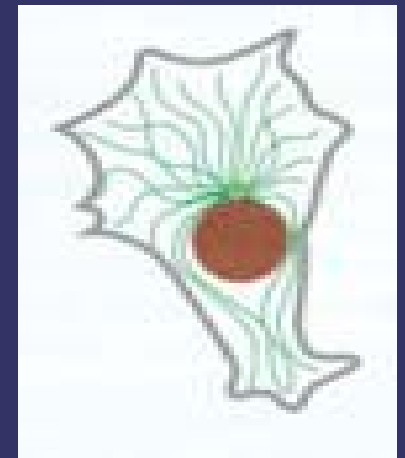
Dímeros de Tubulina

Polimerización
con gasto de GTP

Protofilamento

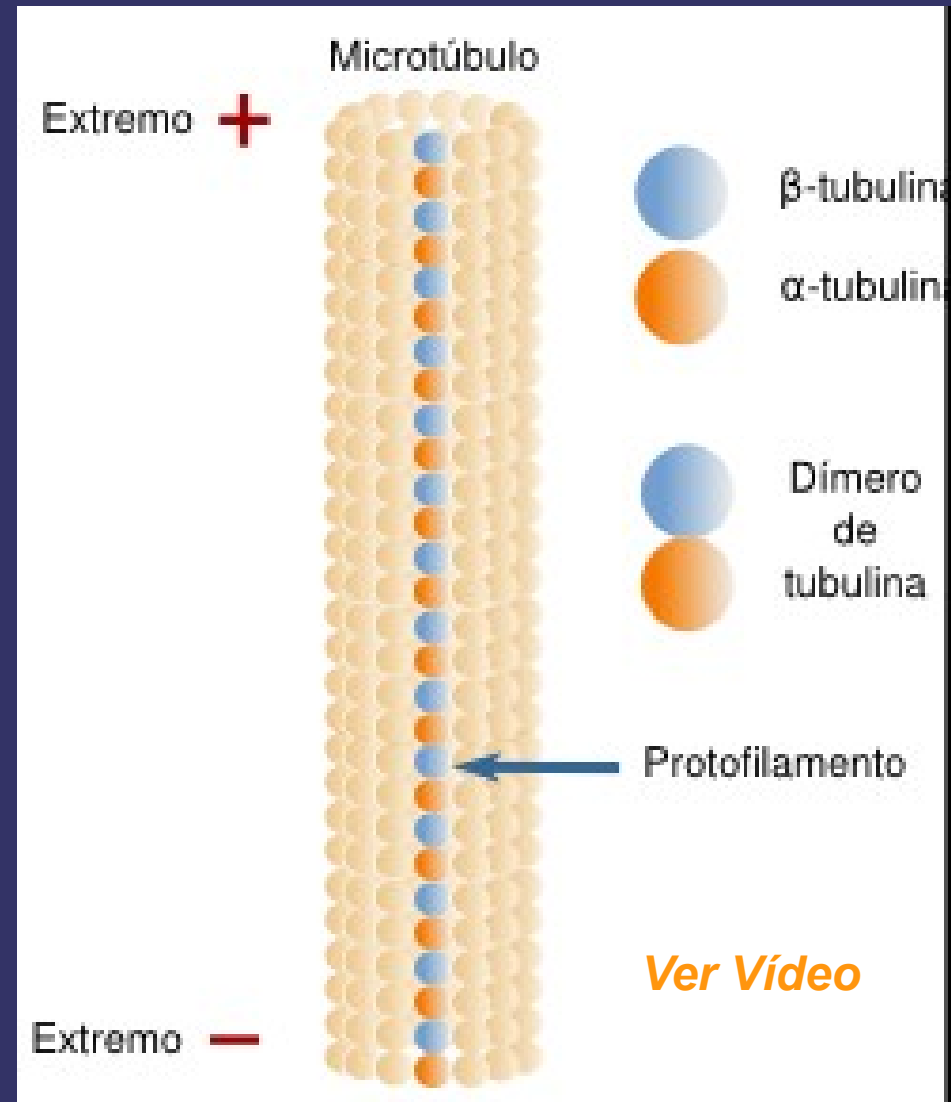
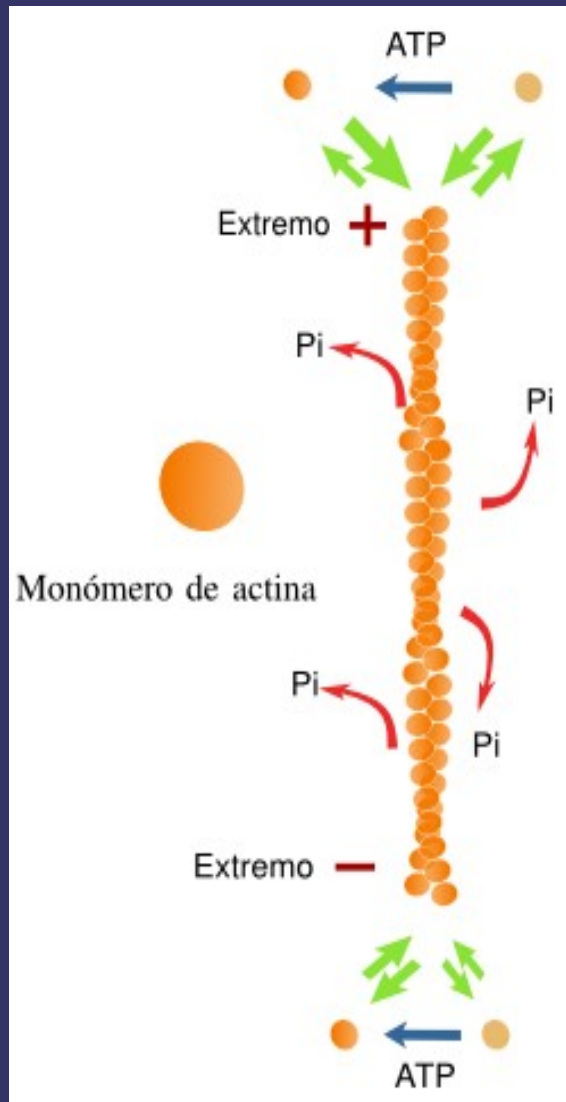
Asociación de 13

Microtúbulo (Cilindro hueco)



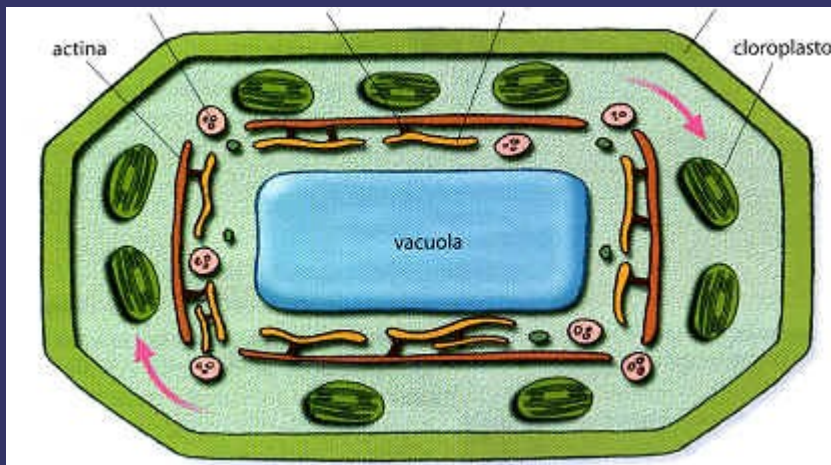
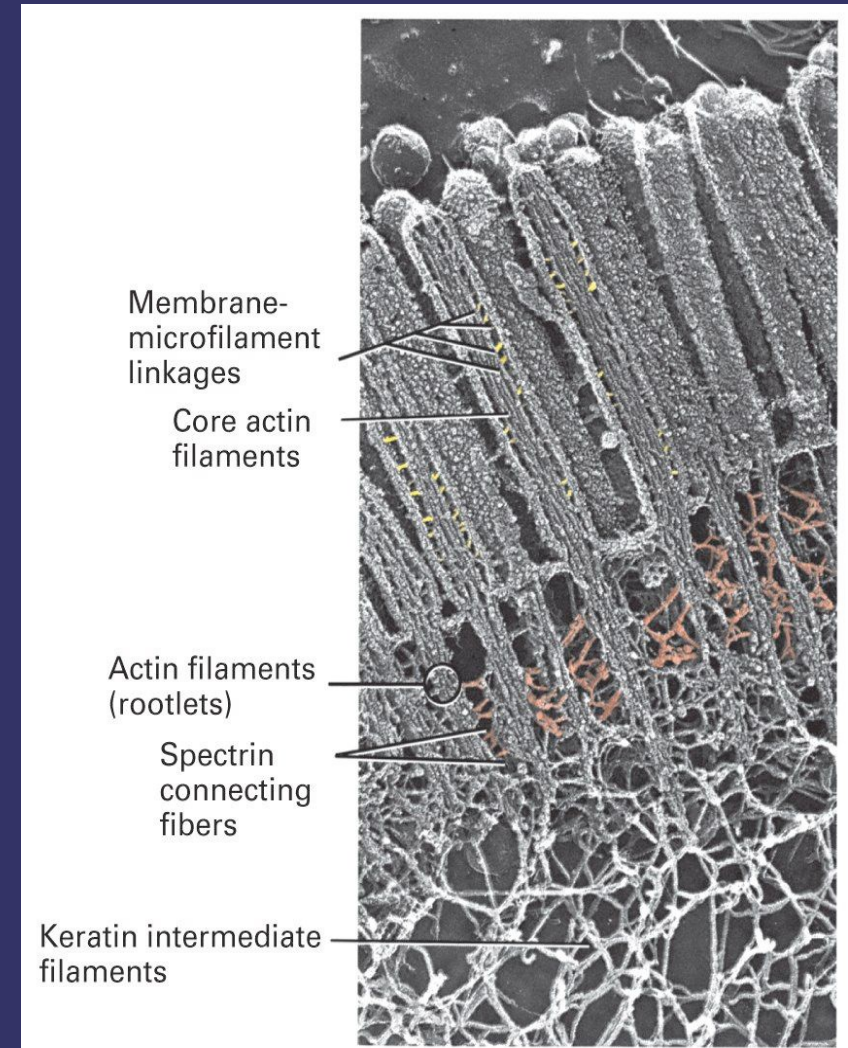
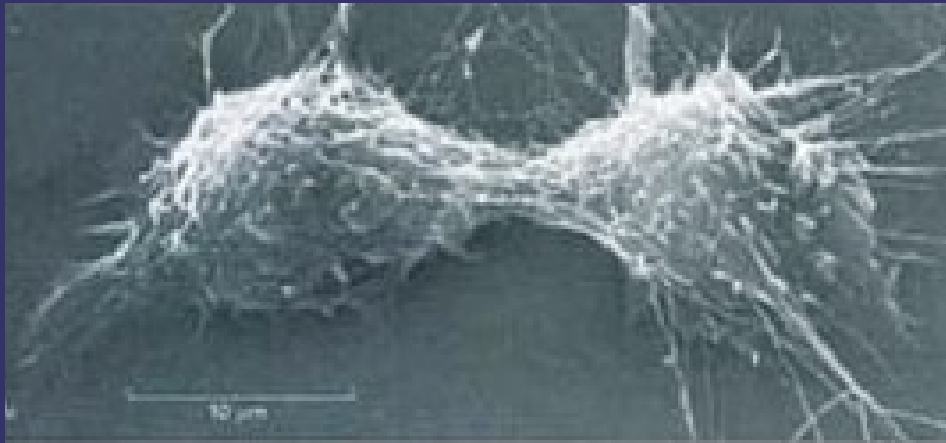
MICROTÚBULOS Y MICROFILAMENTOS PRESENTAN POLARIDAD

Los microtúbulos y los microfilamentos pueden ensamblarse o desmontarse rápidamente dependiendo de las necesidades de la célula en cada momento y, además, presentan polaridad, es decir, sus dos extremos son diferentes: uno (+), donde predomina la polimerización y otro (-) por donde predomina la despolimerización.



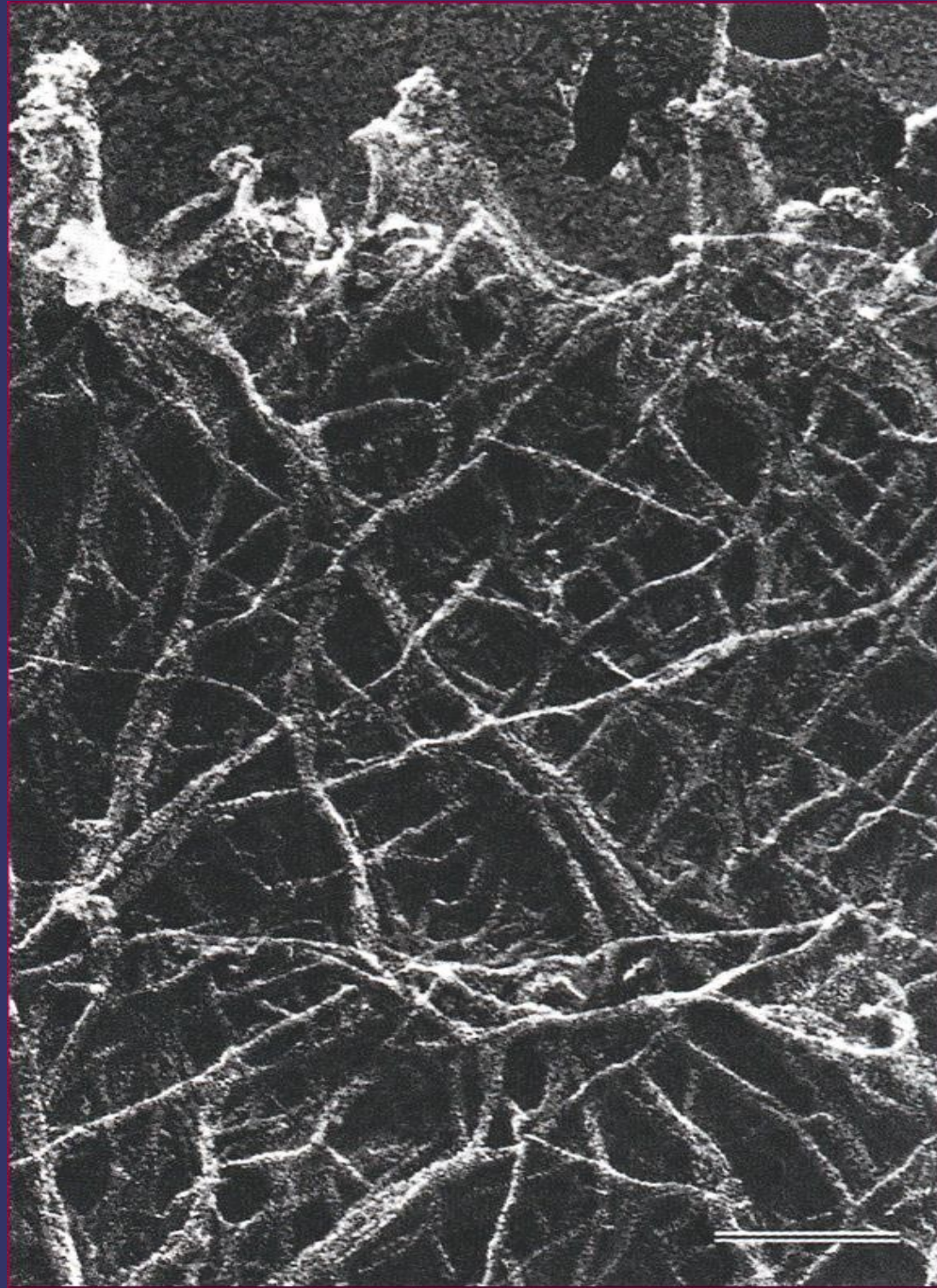
FUNCIONES DE LOS MICROFILAMENTOS

- 1- Esqueleto mecánico en prolongaciones celulares (microvellosidades, estereocilios)
- 2- Refuerzan la membrana plasmática por su cara interna, formando una densa red de filamentos denominada "córtez celular".
- 3- Provocan deformaciones en la membrana implicadas en la locomoción (pseudópodos) o en la endocitosis.
- 4- Asociadas a filamentos de miosina, permiten la contracción de las células musculares
- 5- Intervienen en la formación del anillo contráctil que separa las células hijas en la división celular (asociados también a miosina).
- 6- Provocan corrientes citoplasmáticas (ciclosis).



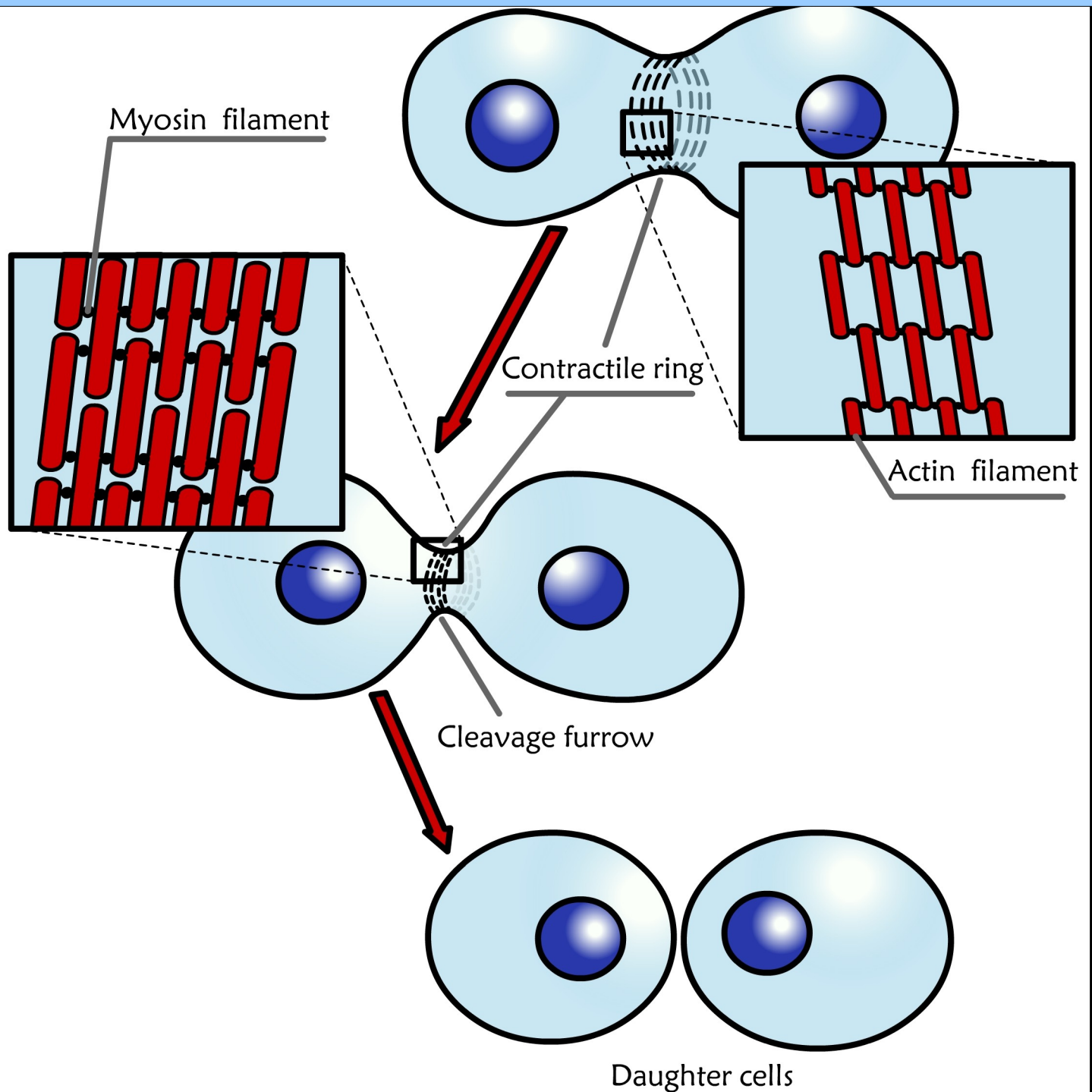
CÓRTEX CELULAR

La membrana plasmática está reforzada internamente por una red de microfilamentos de actina que constituyen el cortex celular.

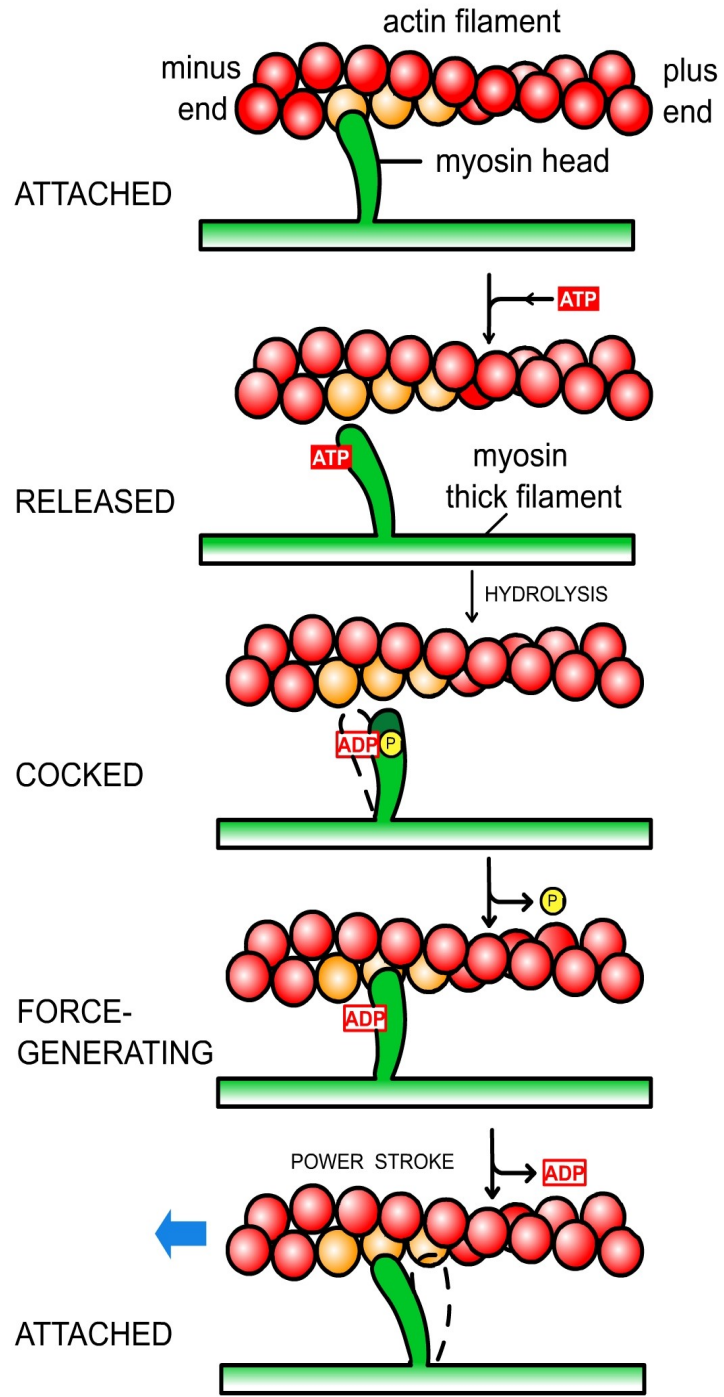


*Córtex celular visto al
Microscopio Electrónico*

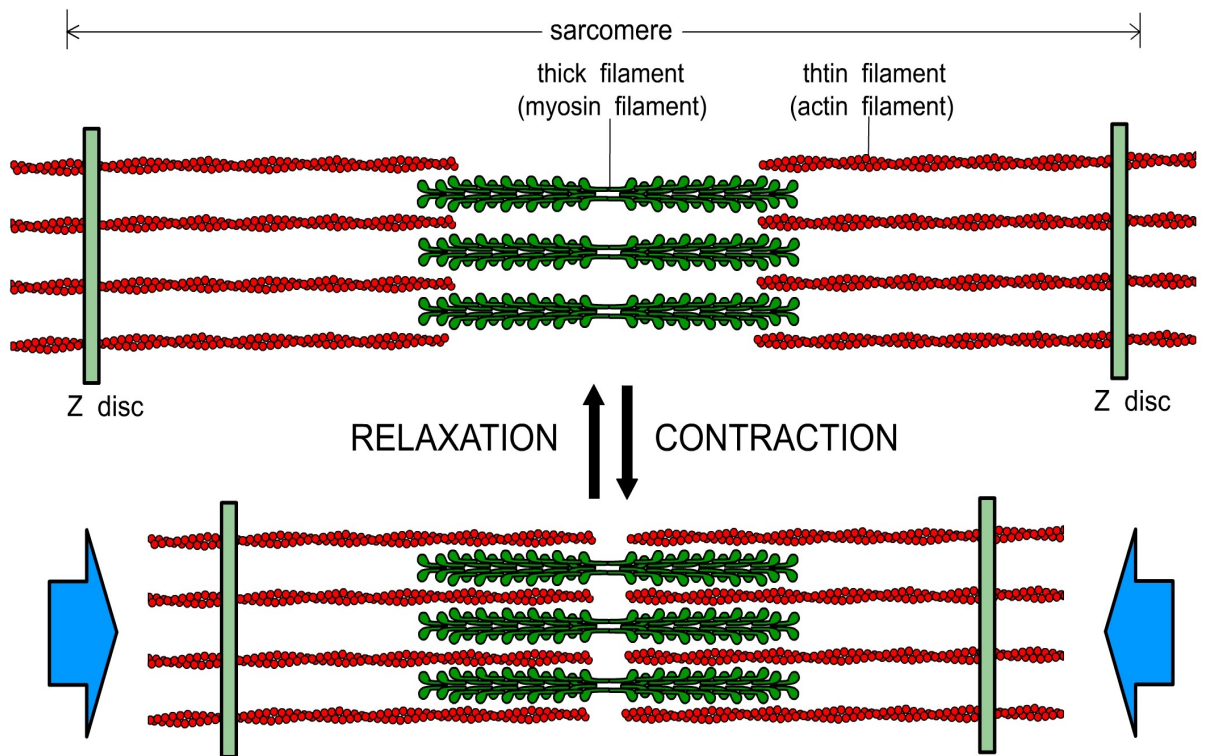
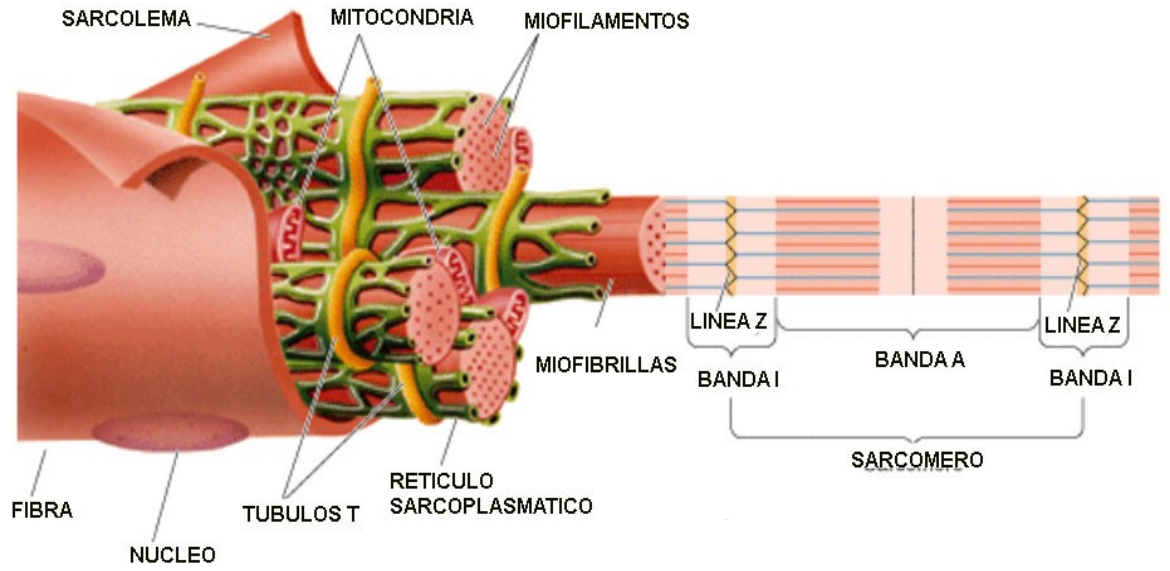
ANILLO CONTRÁCTIL EN LA CITOCINESIS



CONTRACCIÓN MUSCULAR

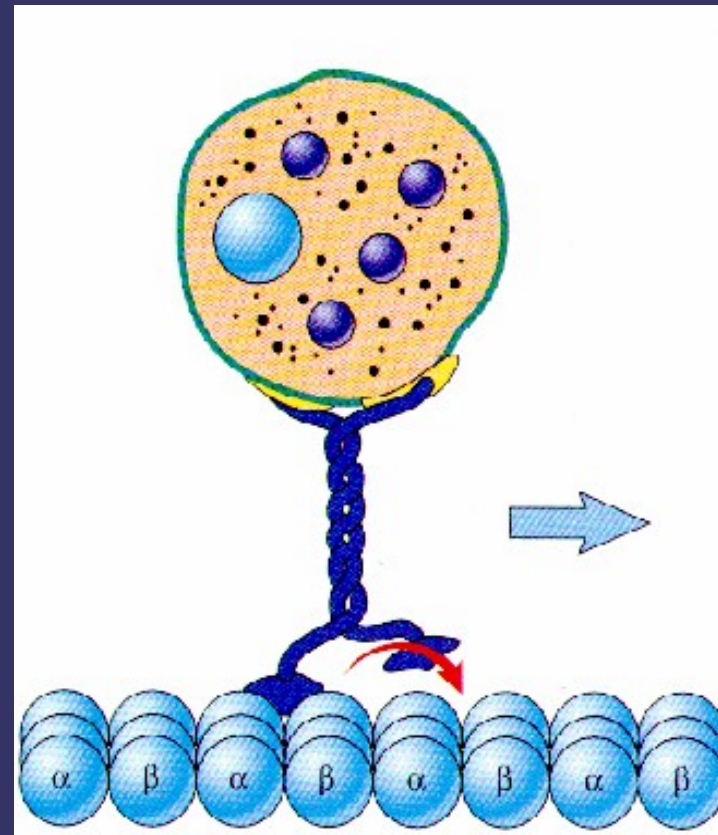
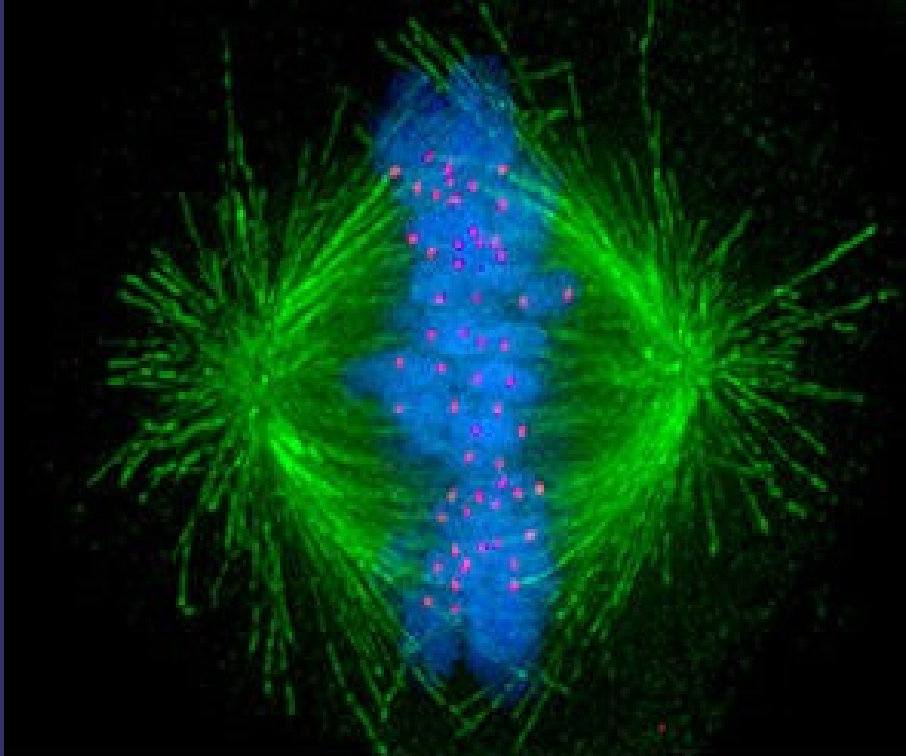


ORGANIZACIÓN DE LA FIBRA MUSCULAR



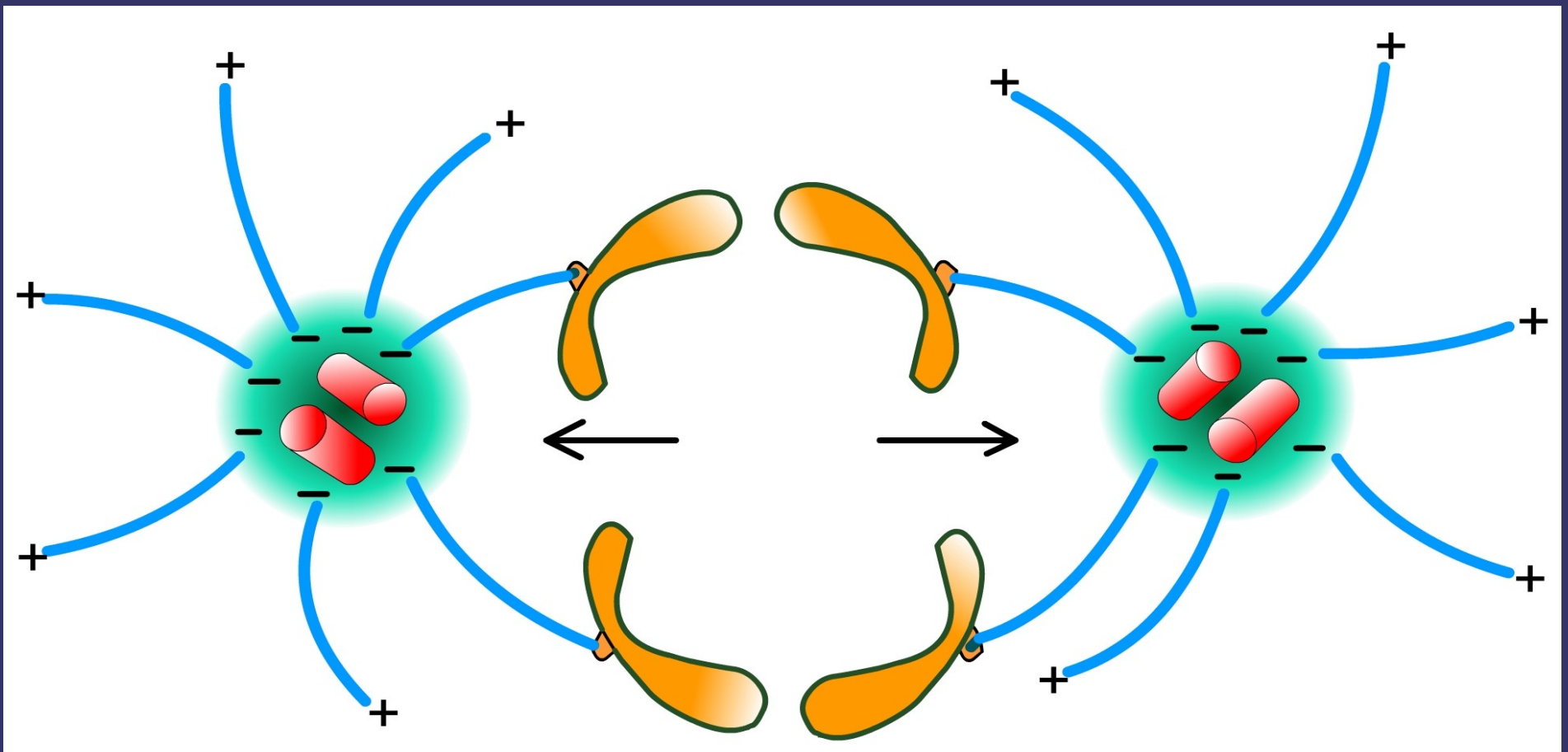
FUNCIONES DE LOS MICROTÚBULOS

- 1- Condicionan la posición de los orgánulos dentro de la célula.
- 2- Proporcionan las rutas (“red de carreteras”) para el transporte intracelular de orgánulos, vesículas, cromosomas, filamentos o macromoléculas. Para ello interactúan con proteínas (motores) que se enlazan específicamente con la carga a transportar. Dichas proteínas están compuestas de varias partes que cambian su posición (cambios de conformación) al hidrolizar ATP y producen un movimiento en forma de pasos sobre el microtúbulo.
- 3- Forman estructuras estables: centriolos, cilios y flagelos.
- 4- Forman estructuras transitorias: el huso mitótico.
- 5- Intervienen en la organización de todos los elementos del citoesqueleto.



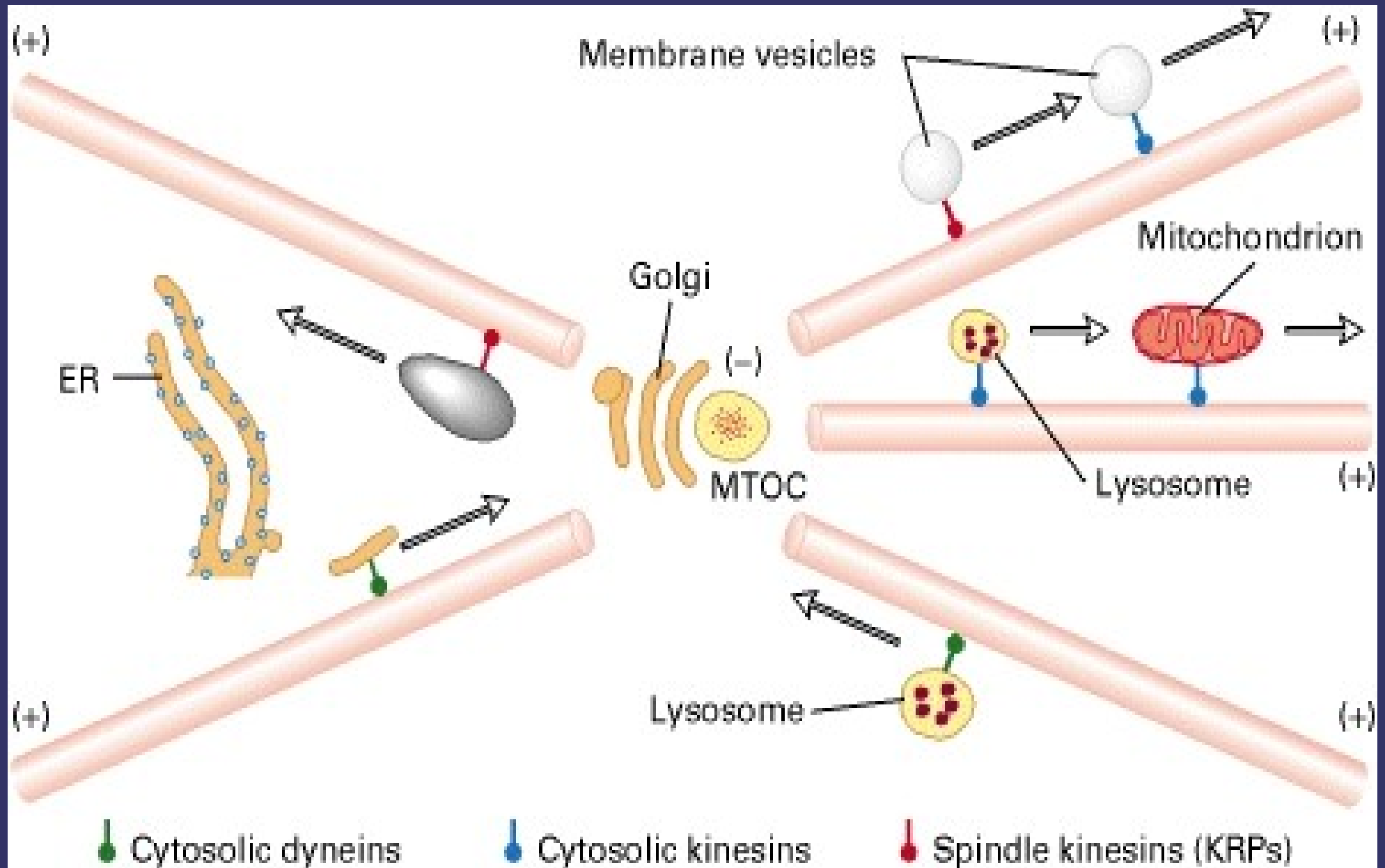
SEPARACIÓN DE CROMOSOMAS DURANTE LA DIVISIÓN CELULAR

Los microtúbulos del huso se unen a las cromátidas mediante estructuras proteicas, denominadas cinetocoros, localizadas en los centrómeros.



TRANSPORTE INTRACELULAR UTILIZANDO COMO CARRILES LOS MICROTÚBULOS

Las proteínas motoras (kinesinas, dineínas...) enlazan a la estructura o carga y la transportan específicamente (cada tipo de motor en un solo sentido) hacia uno u otro extremo (+ o -) del microtúbulo

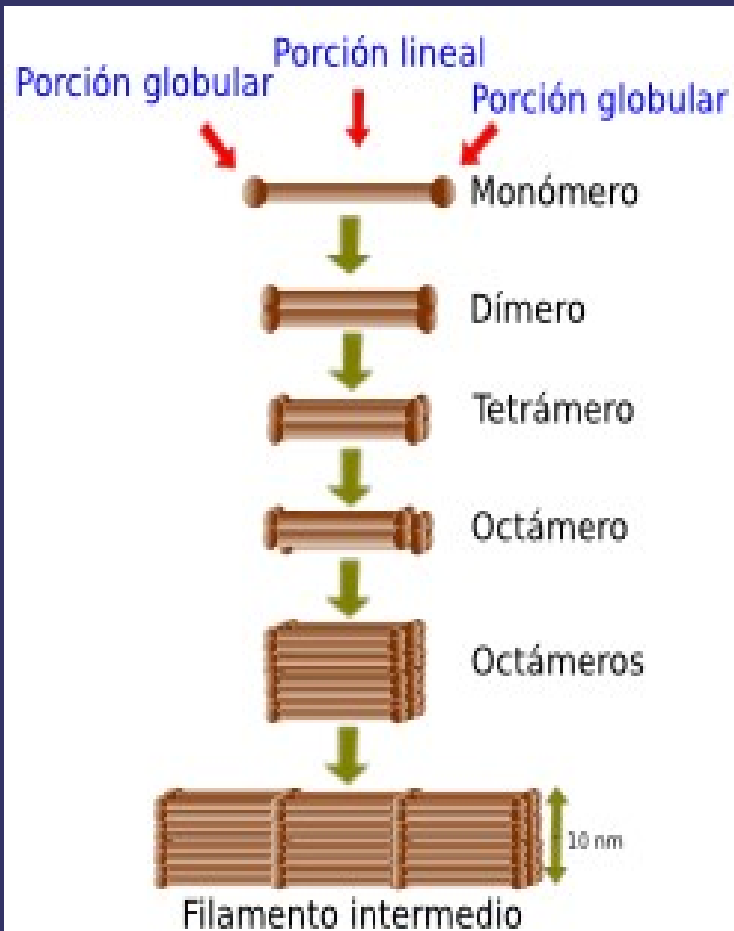


FILAMENTOS INTERMEDIOS

Los filamentos intermedios son los elementos del citoesqueleto que aportan resistencia mecánica o sostén estructural a la célula. Se distribuyen por el citoplasma y forman parte de la envuelta nuclear.

Están formados por monómeros con dos cabezas y una zona intermedia que, al agruparse, pierden polaridad, por lo tanto no presentan extremo + y extremo -, como los microtúbulos y microfilamentos.

Según el tipo celular varían sus proteínas constitutivas. Se conocen muchos tipos de filamentos intermedios, entre los que cabe destacar:



-*Tonofilamentos*, compuestos por queratinas, en las células epiteliales.

- *Filamentos de vimentina*, en las células del tejido conjuntivo y en los vasos sanguíneos.

- *Filamentos de desmina*, en el músculo.

- *Filamentos gliales*, compuestos por la proteína ácida fibrilar glial (GFAP), en las células de glía del tejido nervioso.

- *Neurofilamentos*, en las neuronas.

- *Laminofilamentos*, compuestos por la proteína laminina, que forman la lámina nuclear, en la superficie interna de la membrana nuclear. Son los únicos filamentos intermedios que no se encuentran en el citoplasma.

CENTROSOMA

DIPLOSOMA

Dos centriolos dispuestos perpendicularmente entre sí. Cada centriolo está compuesto por 9 tripletes de microtúbulos, unidos por puentes proteicos, que se disponen formando un cilindro

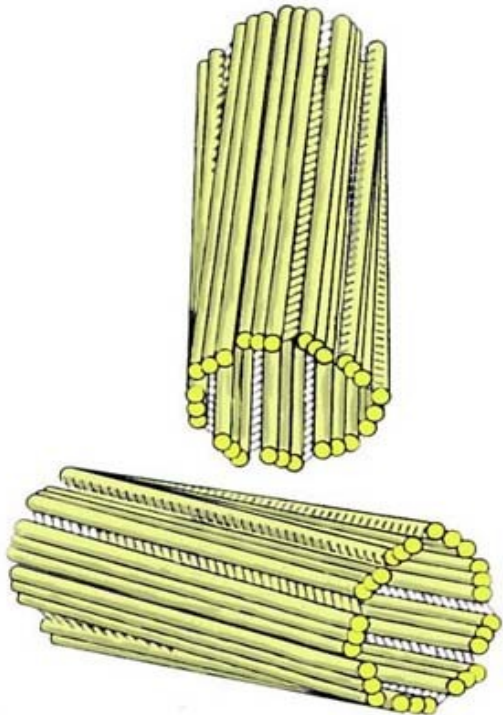
MATERIAL PERICENTRIOLAR Centro Organizador de Microtúbulos (MTOC)

Material proteico denso rodeando al diplosoma. A partir de este material crecen los microtúbulos y hacia él orientan sus extremos (-)

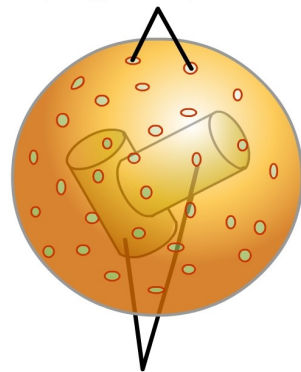
ÁSTER

Conjunto de microtúbulos radiales que parten del material pericentriolar

Las células vegetales no tienen Centrosoma, aunque sí tienen MTOC

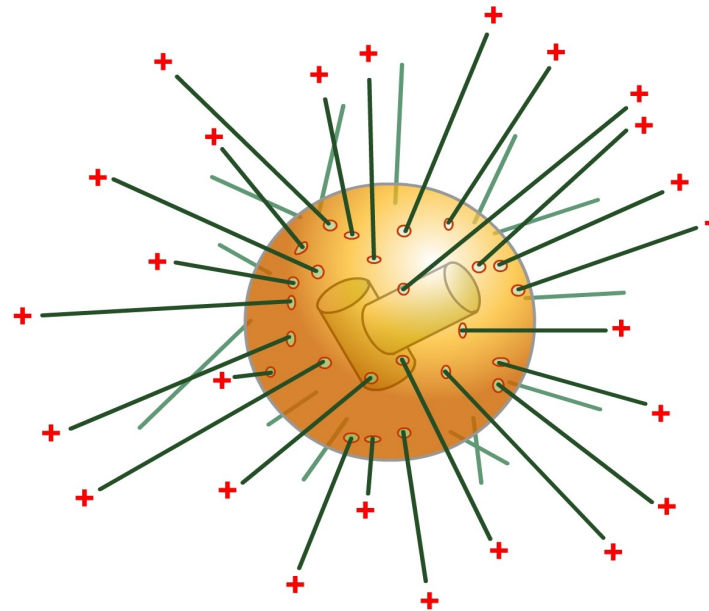


nucleating sites
(rings of γ -tubulin)

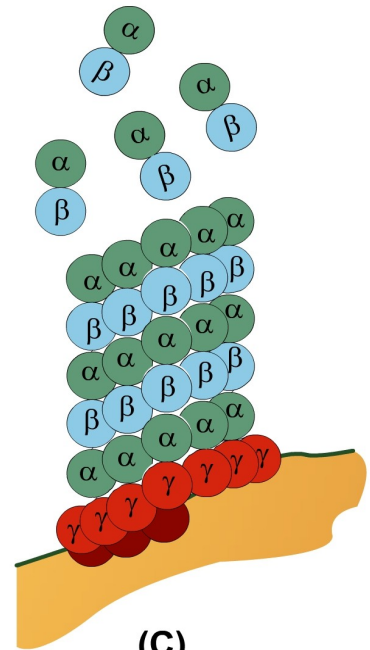


pair of centrioles

(A)



(B) microtubules growing from nucleating sites on centrosome



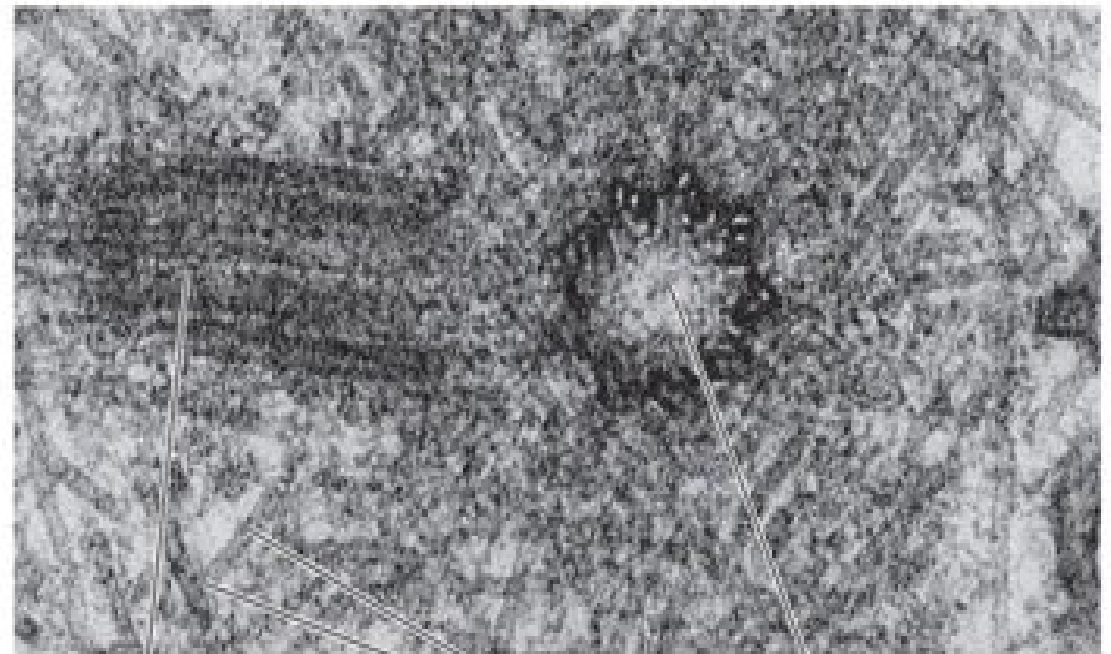
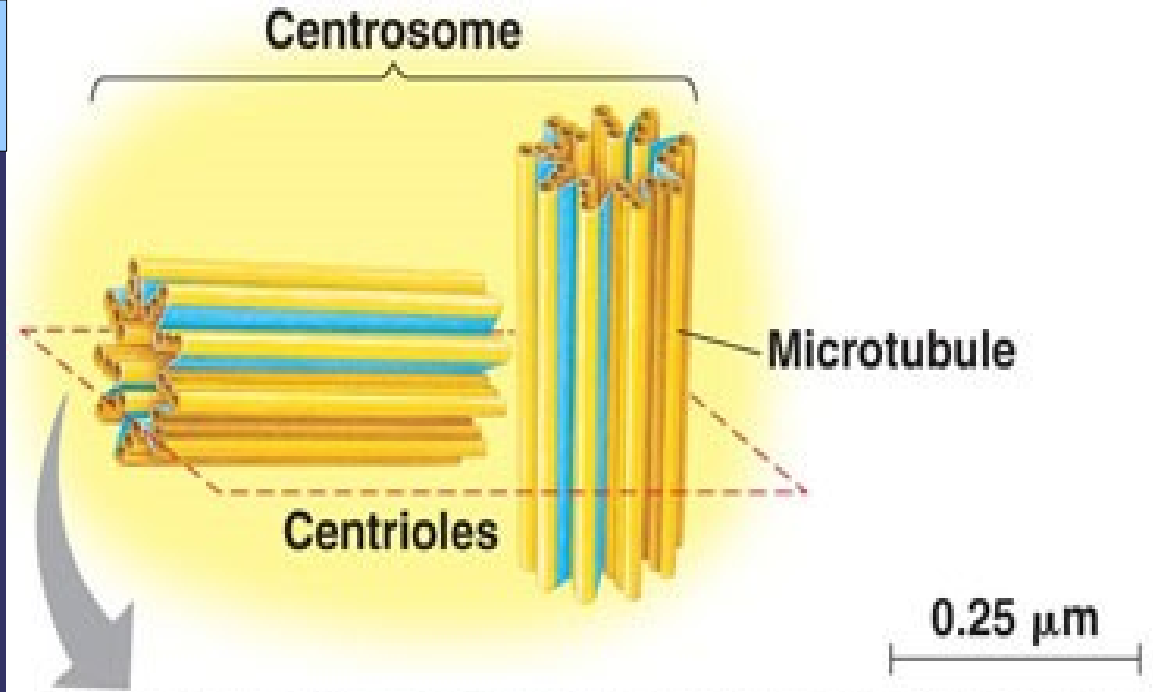
(C)

FUNCIONES DEL CENTROSOMA

-Durante la interfase, el centrosoma organiza la red de microtúbulos citoplasmáticos. Desde el material pericentriolar se inicia el ensamblaje de los microtúbulos que crecerán a partir de aquí (donde quedan anclados por su extremo -) hacia la periferia de la célula (donde se localizarán los extremos +).

-En las células en división, el centrosoma organiza el huso mitótico.

Los centriolos se duplican durante la fase S de la interfase, migran a los polos opuestos de la célula para convertirse en los centros que organizan el huso mitótico. El centrosoma es duplicado una vez por ciclo celular, así que cada célula hija hereda un centrosoma con dos centriolos.



Longitudinal section
of one centriole

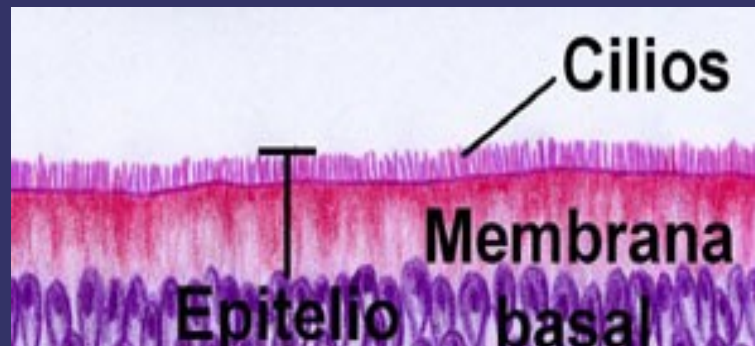
Microtubules

Cross section
of the other centriole

CILIOS Y FLAGELOS

Son apéndices móviles que se encuentran en la superficie de muchas células, cuya función es permitir el desplazamiento de la célula a través de un medio líquido, por ejemplo, en el caso de los espermatozoides, algunos protozoos,... o bien desplazar el líquido extracelular sobre la superficie celular, como en el caso de las células que tapizan interiormente los conductos respiratorios o las que recubren las trompas de Falopio.

Aunque la estructura de los cilios y flagelos es idéntica, los cilios son cortos y se presentan en gran número, mientras que los flagelos son largos y suele haber uno o muy pocos. El tipo de movimiento también es diferente.



APARATO CILIAR

TALLO O AXONEMA

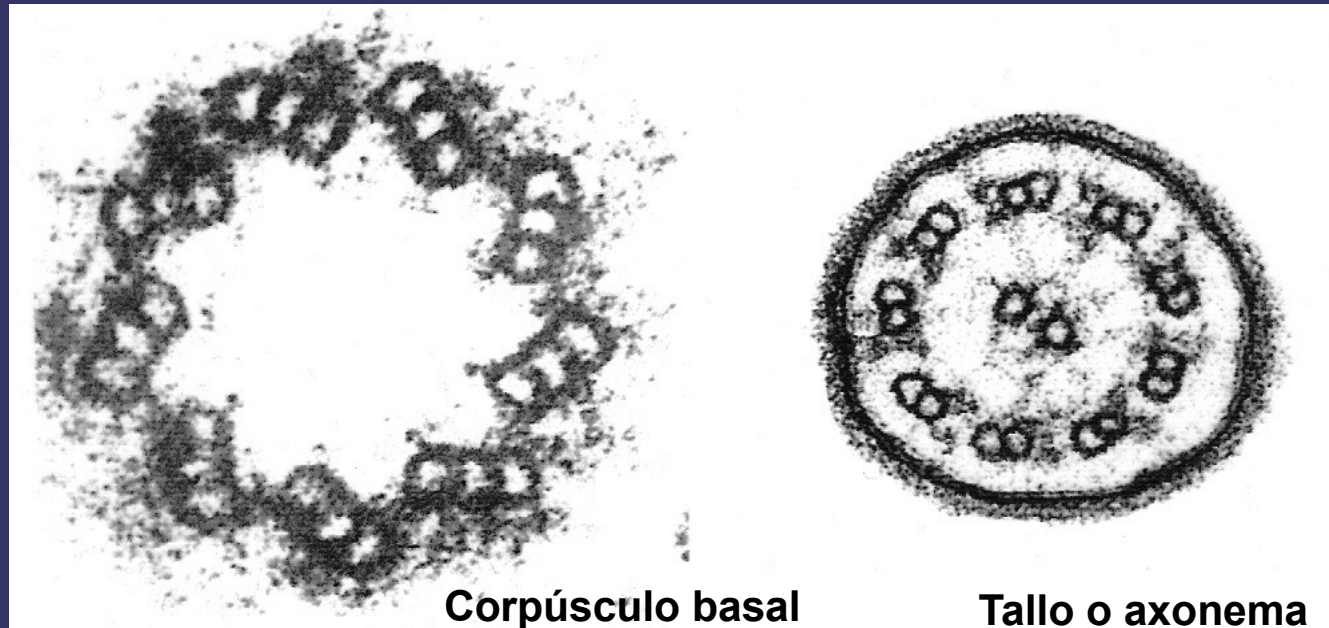
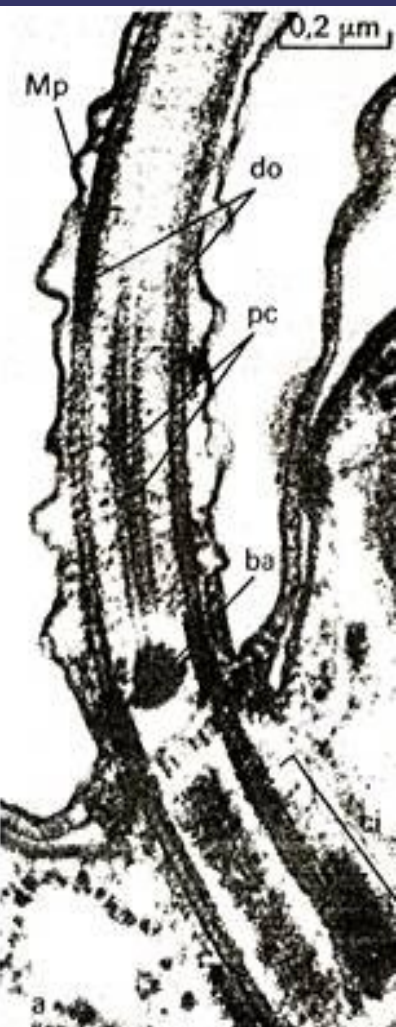
- 2 microtúbulos centrales, rodeados de una vaina
- 9 pares de microtúbulos periféricos (dobletes) } Estructura 9+2
- Brazos de dineína con actividad ATP-asa
- Puentes de nexina entre los dobletes
- Fibras radiales conectan los dobletes con la vaina central

ZONA DE TRANSICIÓN

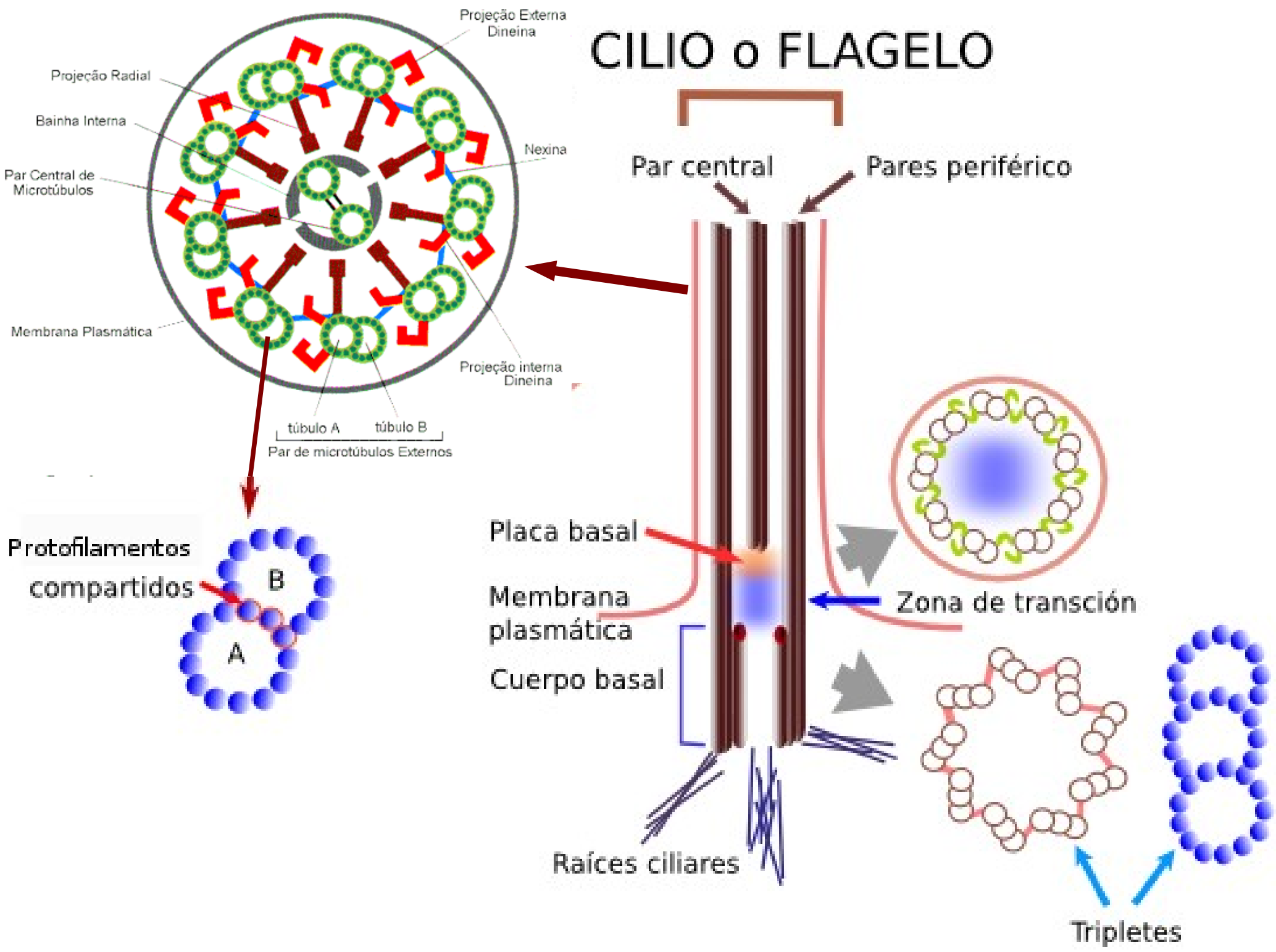
Desaparece el par central de microtúbulos y en su lugar se encuentra la placa basal

CORPÚSCULO BASAL

9 tripletes de microtúbulos unidos entre sí mediante puentes (=centríolo)

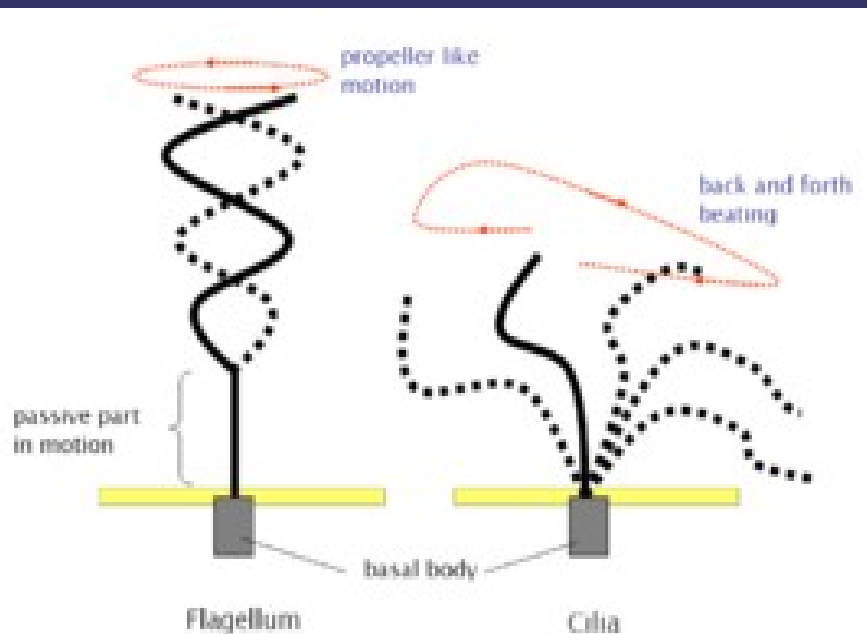


CILIO o FLAGELO



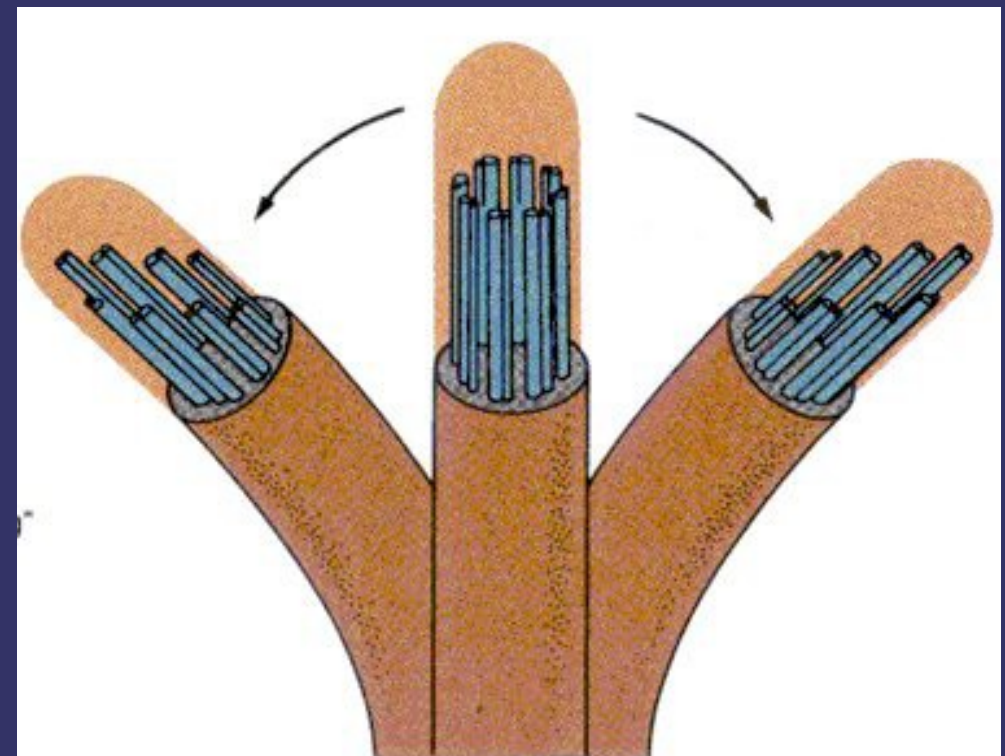
MOVIMIENTO DE CILIOS Y FLAGELOS

El movimiento se produce por deslizamiento de unos dobletes periféricos con respecto a otros. De este deslizamiento es responsable la proteína dineína, pues gracias a su actividad ATP-asa, los brazos de dineína de un doblete contactan con el adyacente y hacen que los dobletes se muevan uno con respecto al otro. Los puentes de nexina, elásticos, mantienen unidos a los dobletes y limitan su deslizamiento. Como resultado, el deslizamiento de los dobletes periféricos se convierte en la flexión del axonema. Aunque flagelos y cilios eucariotas son idénticos en ultraestructura, estos dos tipos de apéndices tienen movimientos diferentes. El flagelo realiza un movimiento helicoidal mientras que el cilio realiza movimientos cíclicos atrás y adelante, como un remo.

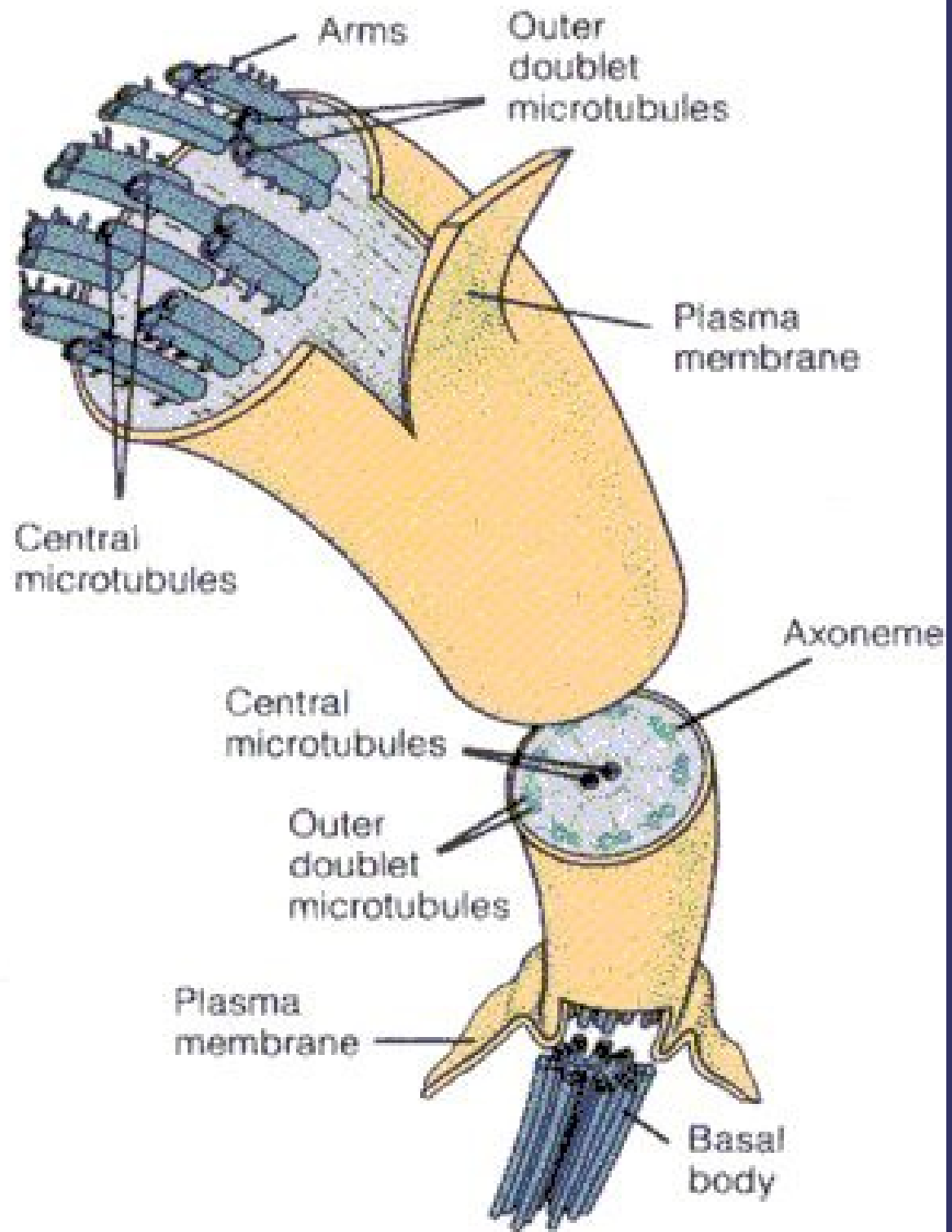
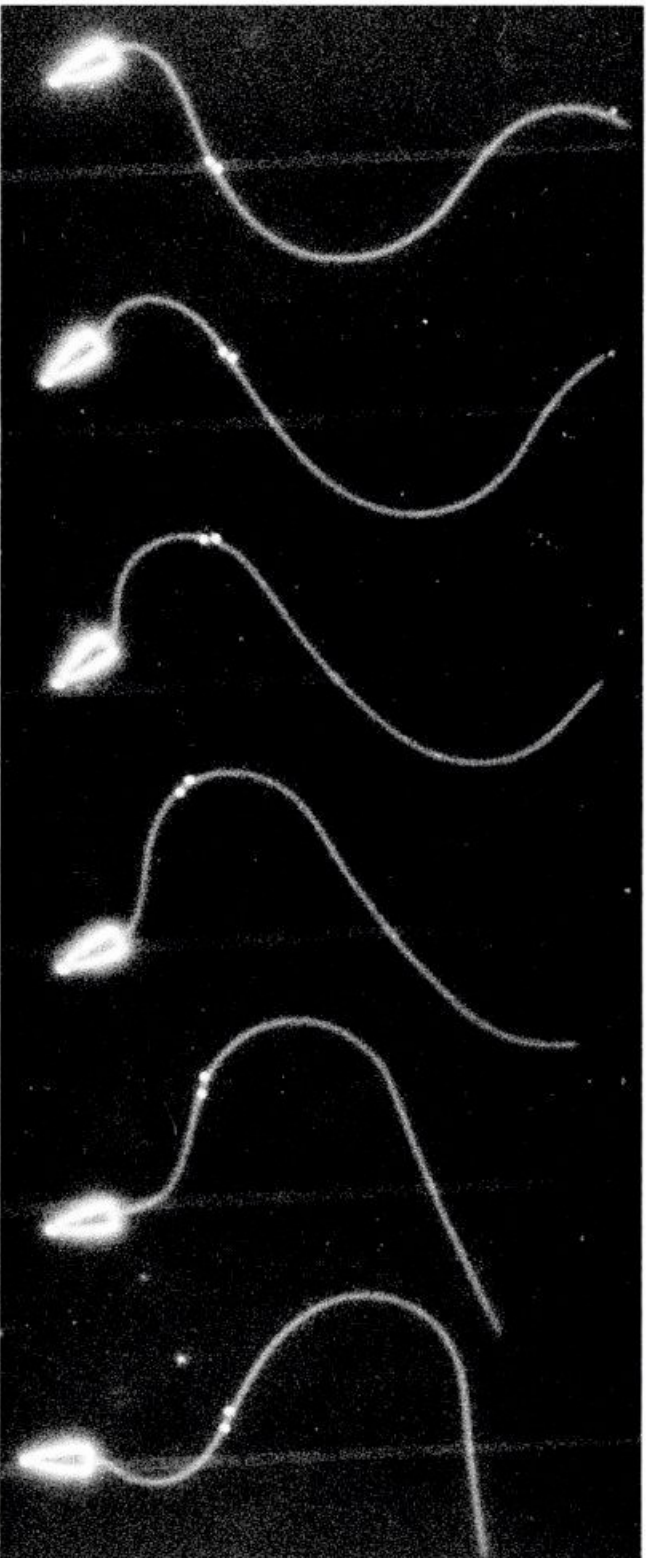


Vídeo de cilios y flagelos

© Koshida, L. 2008

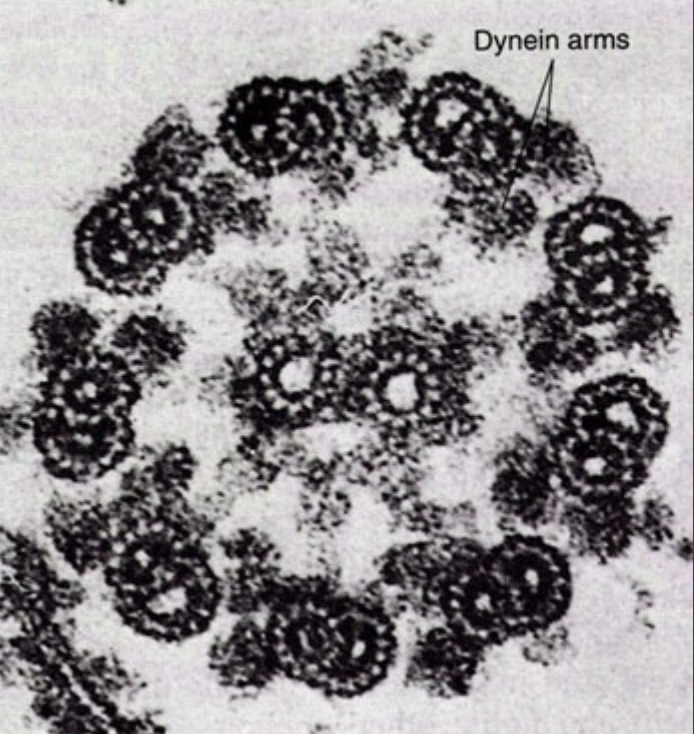


(b) Cilium or flagellum bent by microtubule walking



MICROGRAFÍAS DE ESTRUCTURAS MICROTUBULARES

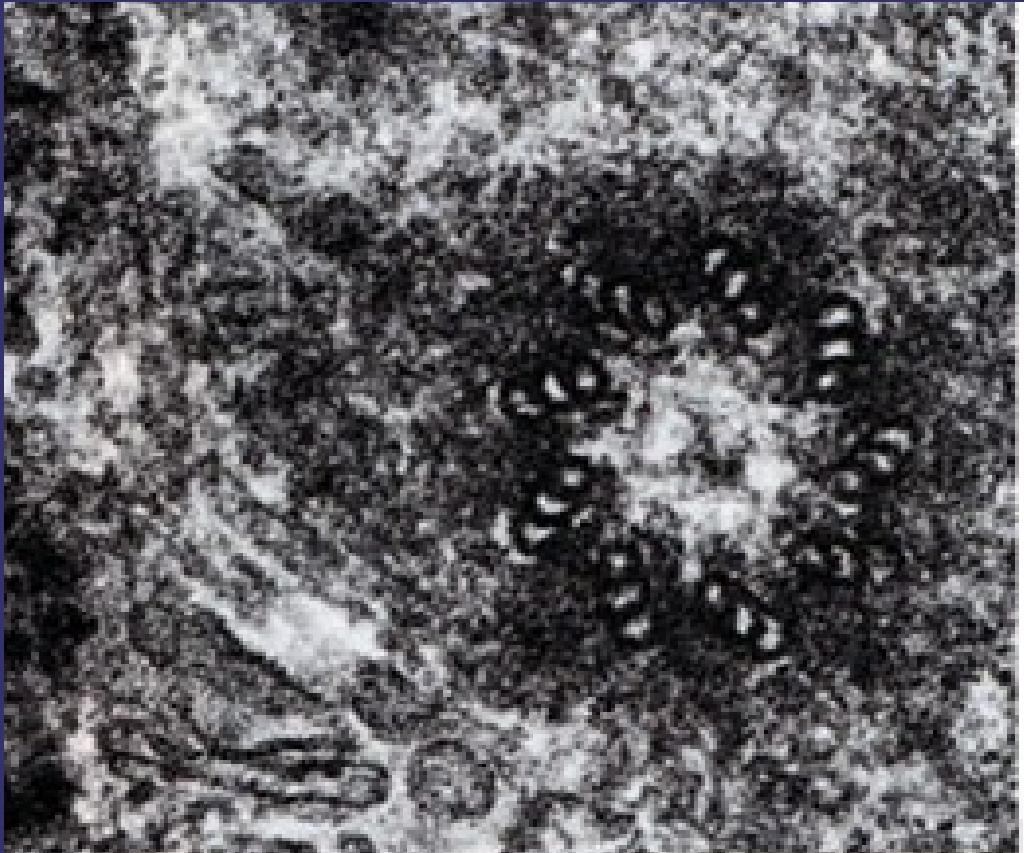
Vídeo de estructuras microtubulares



Corte transversal de un axonema



Duplicación de centriolos



Corte transversal de centriolo