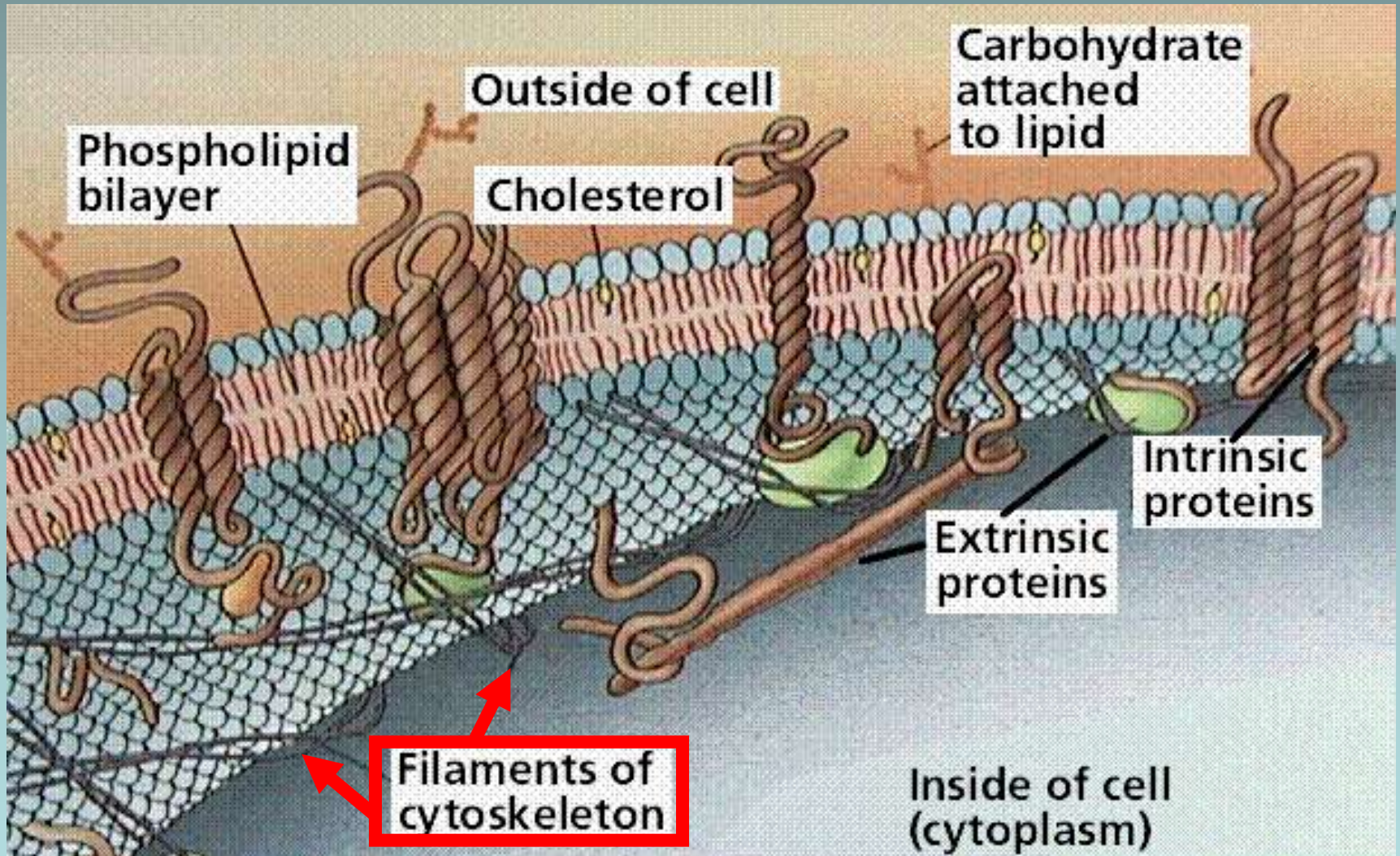
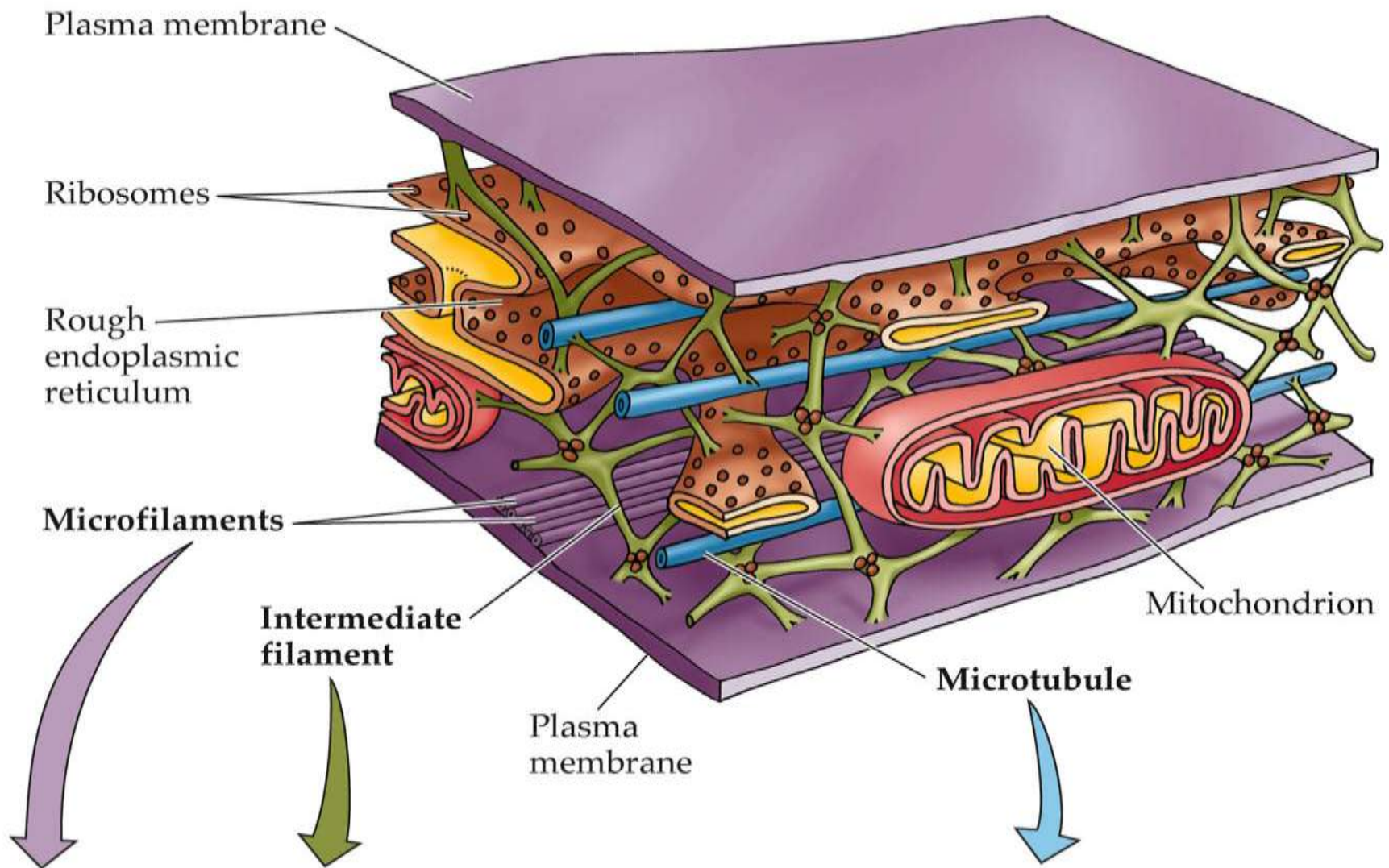


# **CITOSQUELETO, CENTROSOMA Y UNDULIPODIOS**

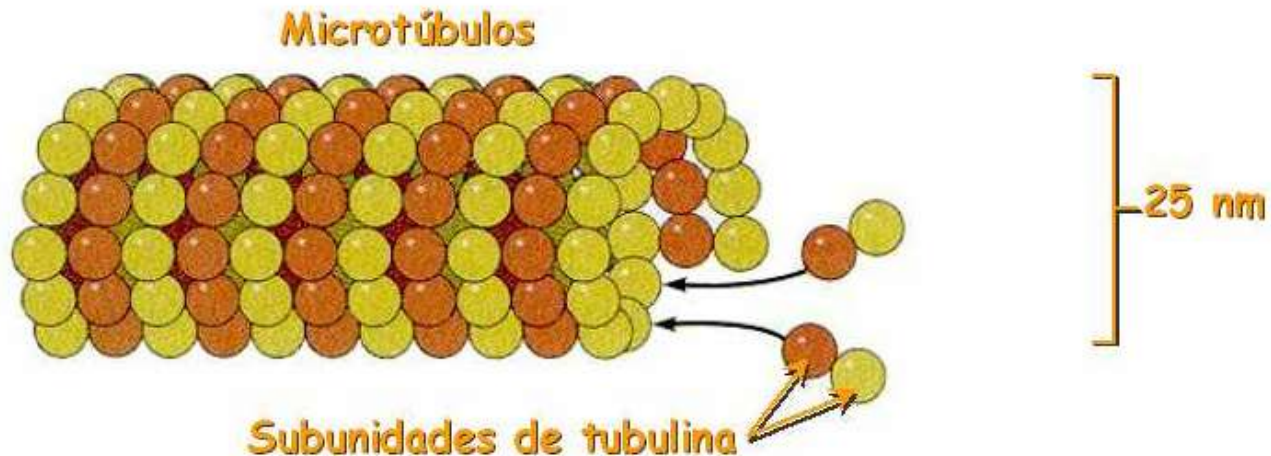
**Presentación organizada por  
José Antonio Pascual Trillo**

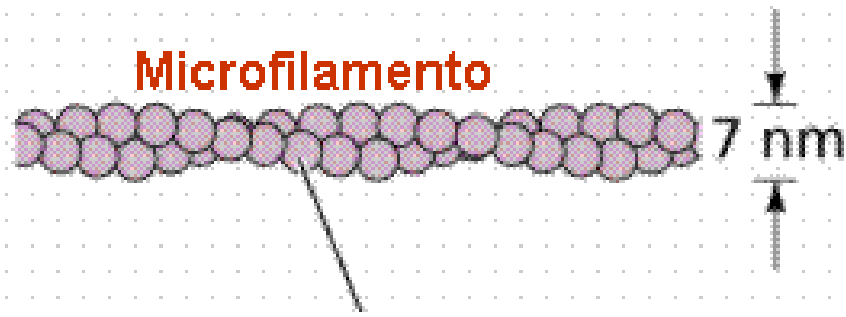
# CITOESQUELETO



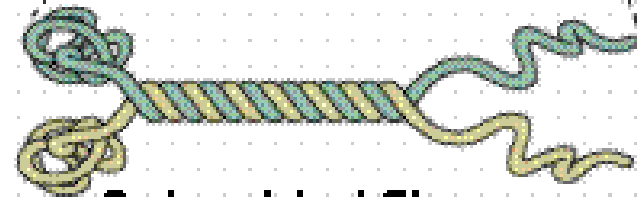
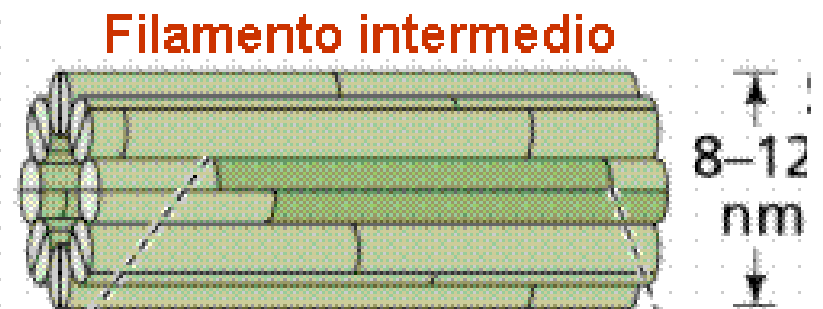


# Filamentos que forman el citoesqueleto

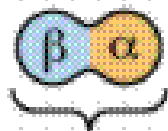
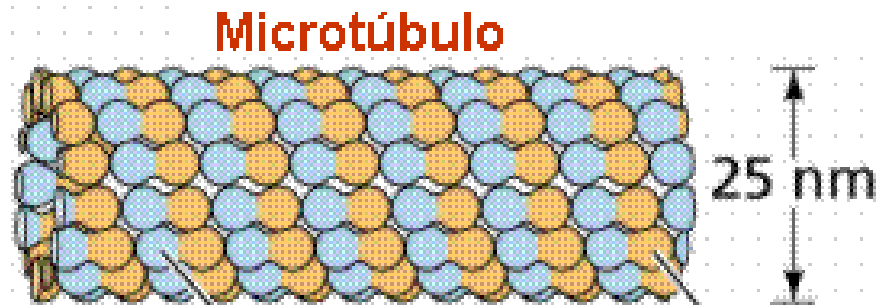




Monómero de actina



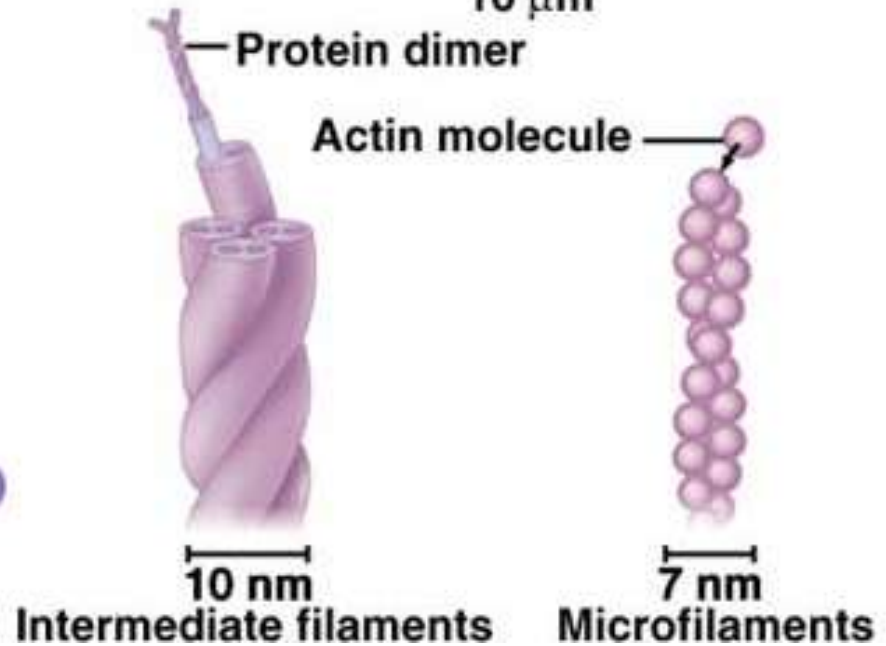
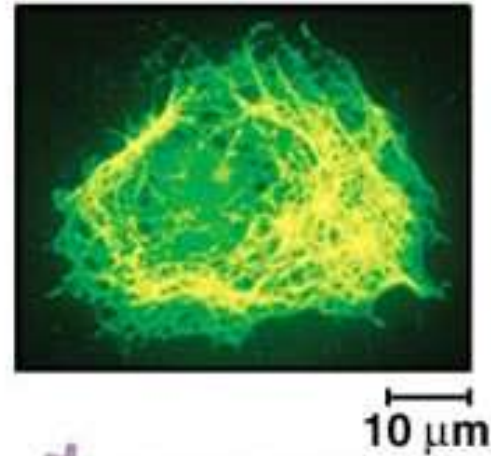
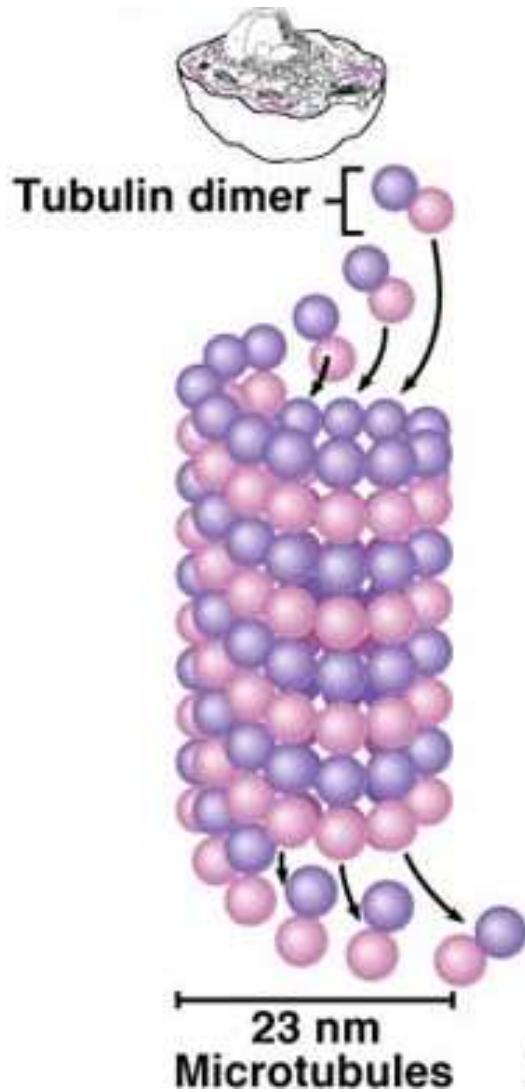
Subunidad fibrosa



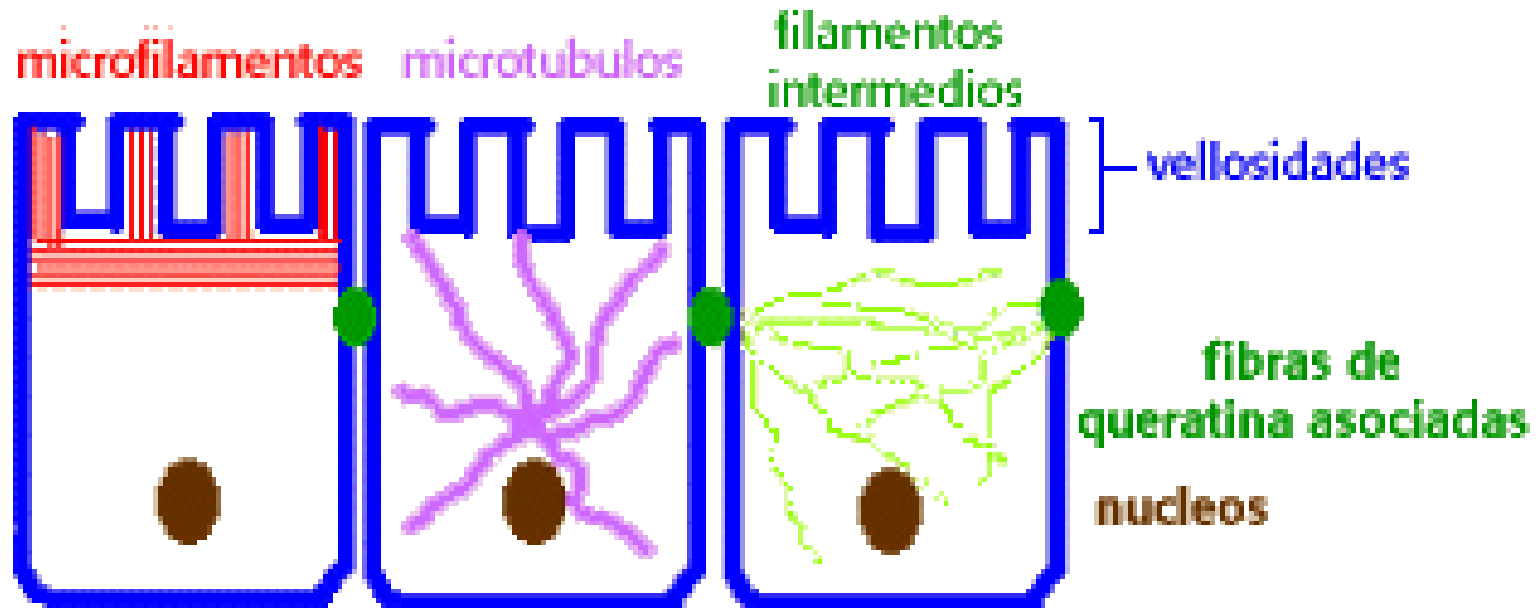
Dímero de tubulina

$\beta$ -monómero de tubulina

$\alpha$ -monómero de tubulina



# Componentes citoesqueleticos de células epiteliales



## Ejemplos de citoesqueletos en células epiteliales

En las células epiteliales del intestino, los tres tipos de fibras están presentes.

Los microfilamentos se proyectan dentro de las vellosidades, dando forma a la superficie celular.

Los microtúbulos crecen del centrosoma a la periferia de la célula.

Los filamentos intermedios conectan células adyacentes a través de desmosomas

# Microfilamentos

**Filamentos de actina** (componentes fundamentales del citoesqueleto)



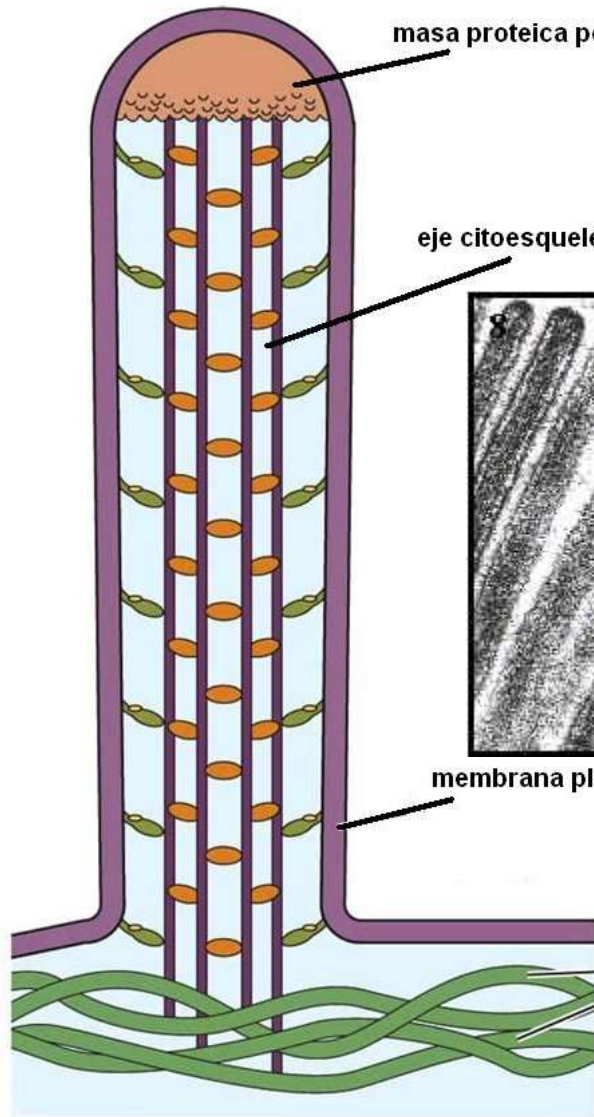
## **FUNCIONES:**

- **Esqueleto mecánico** (mantienen forma bajo la membrana: **córtex**)
- **Citocinesis** (división celular animal)
- Sistemas de **anclaje** (bandas adherentes)
- Sistemas de **locomoción** (**pseudópodos**)
- Participación en **endo/exocitosis** (**fagocitosis**)
- Forman parte de algunas prolongaciones citoplasmática (**microvellosidades**)
- **Contracción muscular** (asociación actina-miosina)



# MICROVELLOSIDADES (microfilamentos)

Repliegues en forma de dedo de la membrana en la superficie apical de algunos epitelios

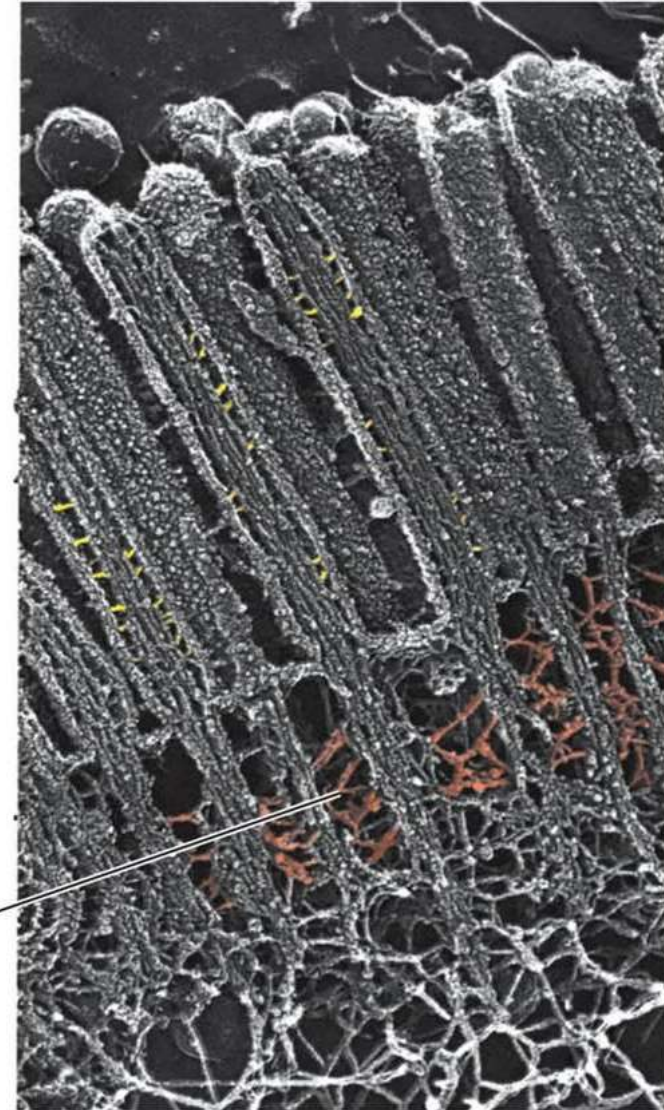
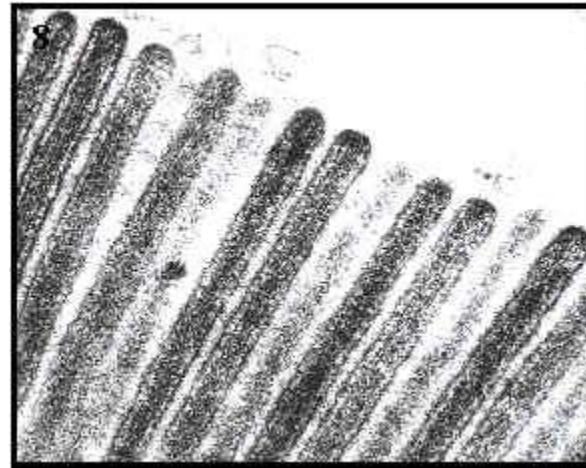
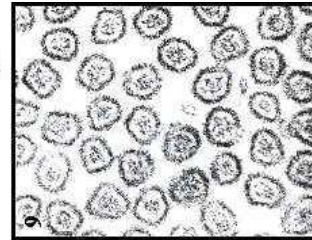


masa proteica poco definida

eje citoesquelético con 30-40 microfilamentos

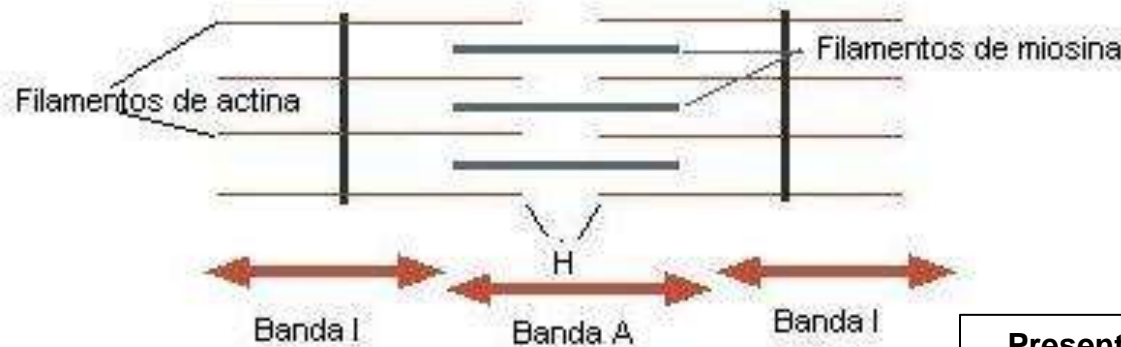
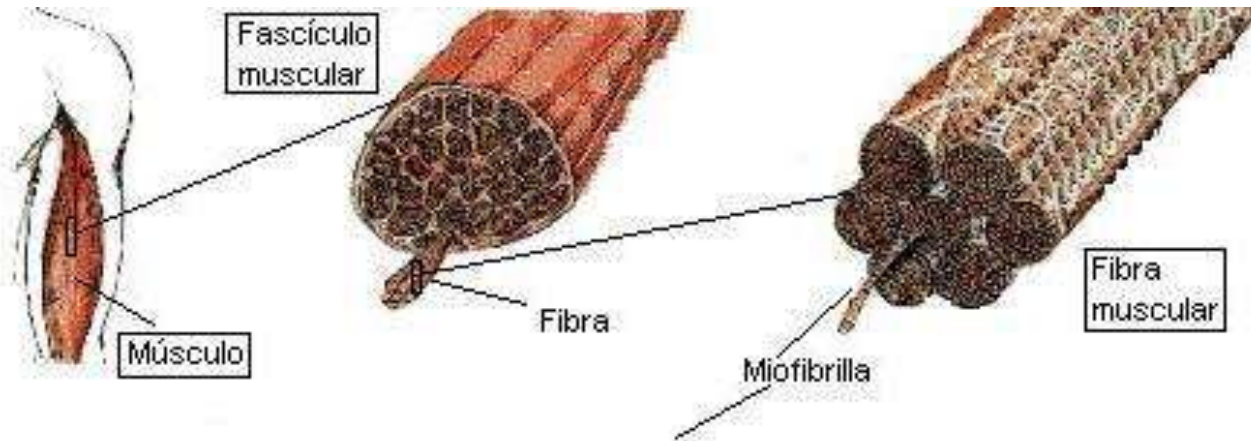
membrana plasmática

Haces de microfilamentos y filamentos intermedios (red terminal)



0.25  $\mu$ m

# CONTRACCIÓN MUSCULAR (microfilamentos)

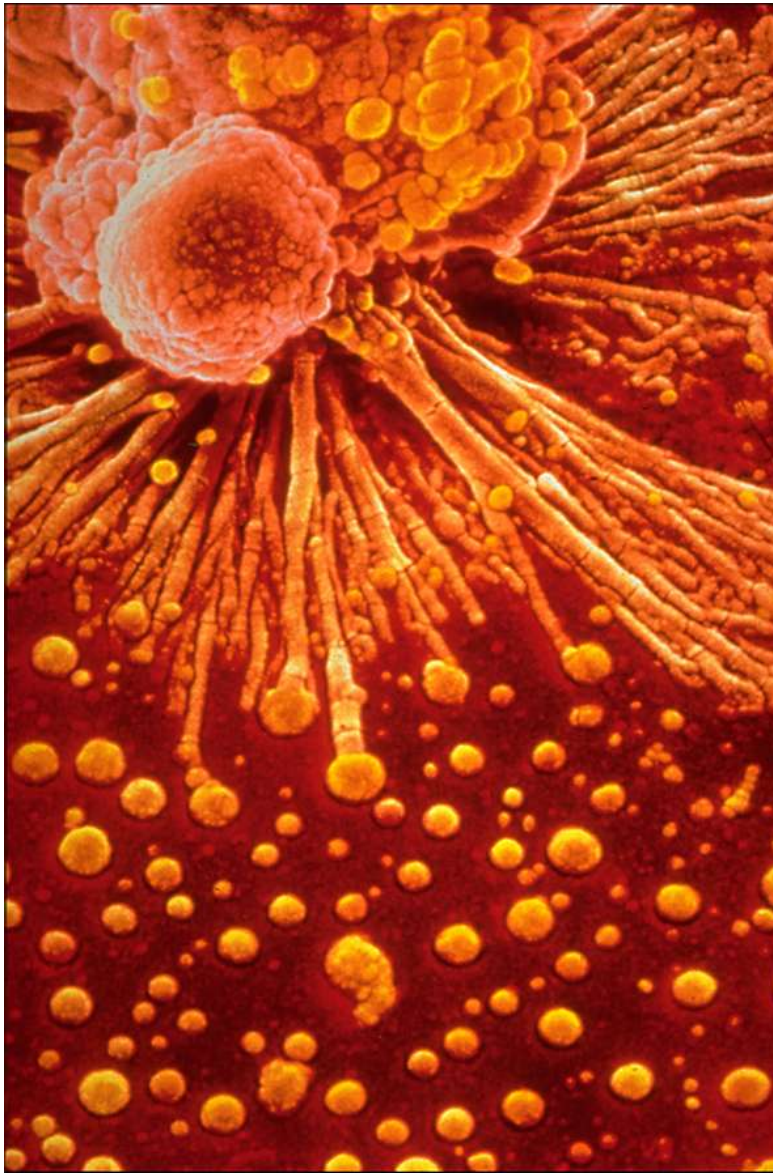




Macrófago tendiendo un pseudópodo hacia unas bacterias

# LOCOMOCIÓN (PSEUDÓPODOS)

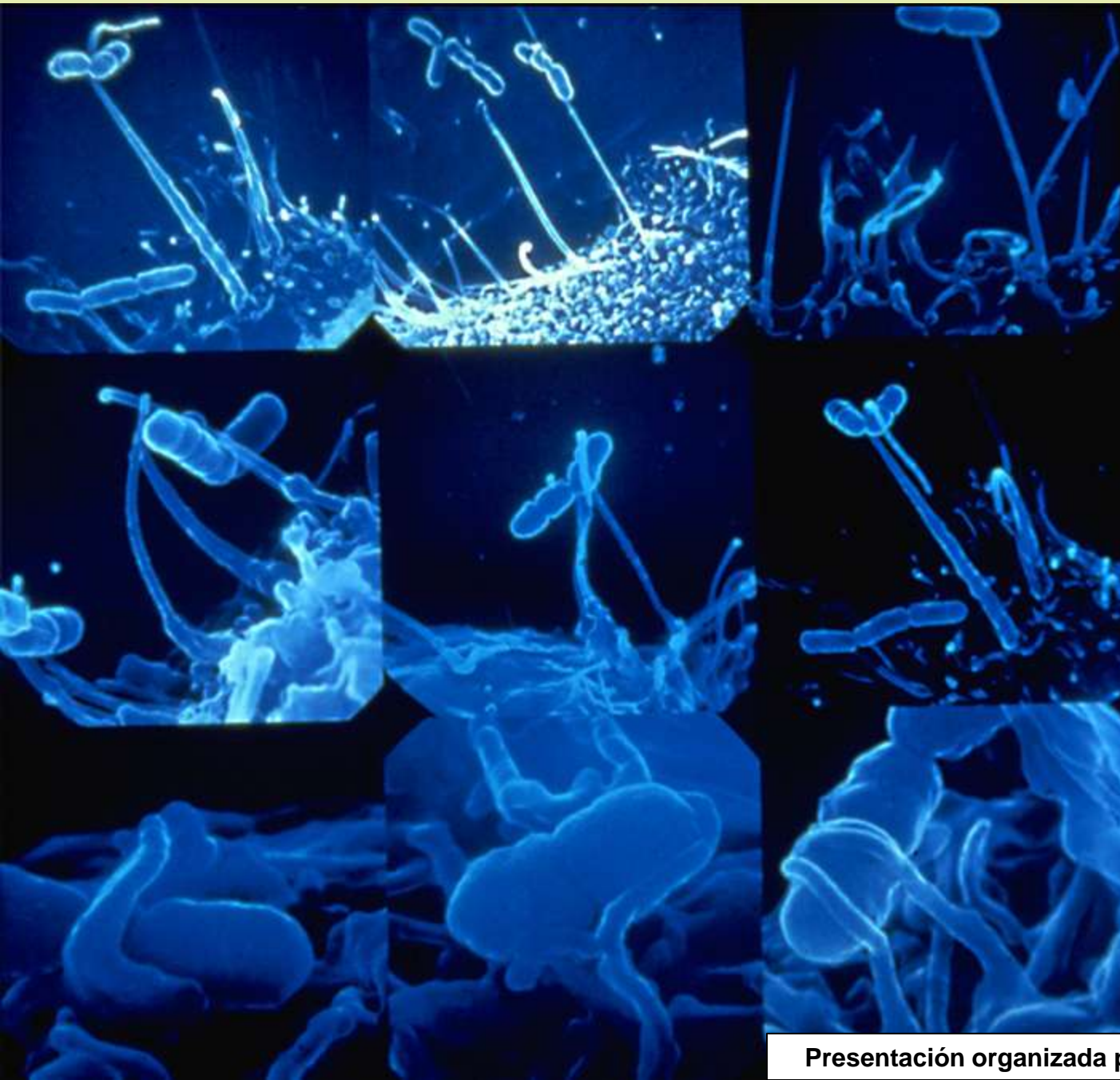
(microfilamentos)



Cuatro macrófagos con diversos pseudópodos

Macrófago tendiendo un pseudópodo  
hacia unas gotas de aceite

# LOCOMOCIÓN (PSEUDÓPODOS) (microfilamentos)



**Macrófago capturando una bacteria con sus pseudópodos**

# Filamentos intermedios



- **Filamentos** de tamaño **intermedio** entre los microfilamentos y los microtúbulos. Son muy **heterogéneos** en su composición, estables e insolubles

## **FUNCIONES:**

(importantes, pero poco aclaradas)

- Responsables de la **integridad mecánica** de la célula (**estructural**)
- Posible integración de los elementos del citoesqueleto entre sí

# Filamentos intermedios

## Filamentos intermedios

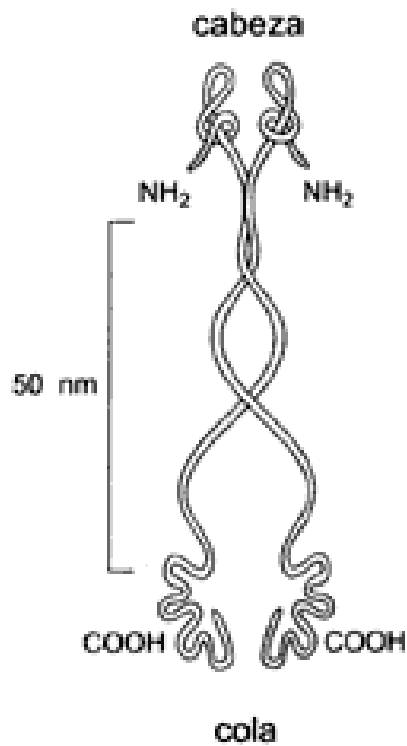
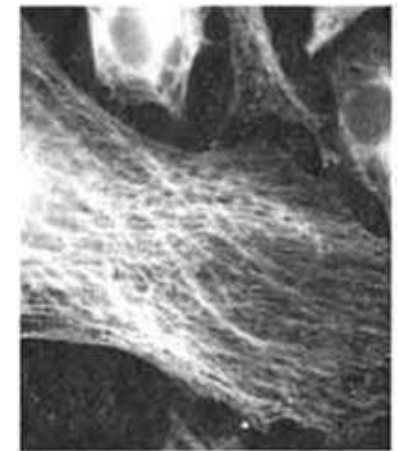
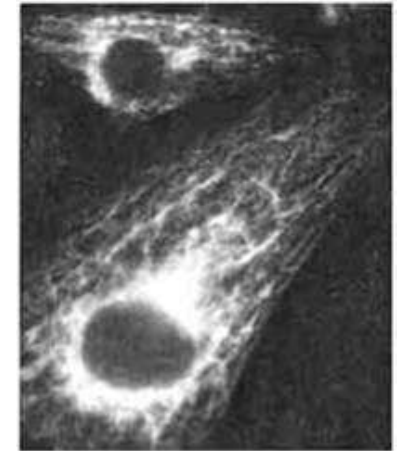


A

B

C

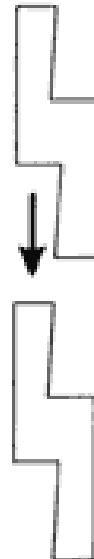
8-12 nm



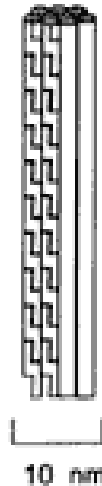
dimero



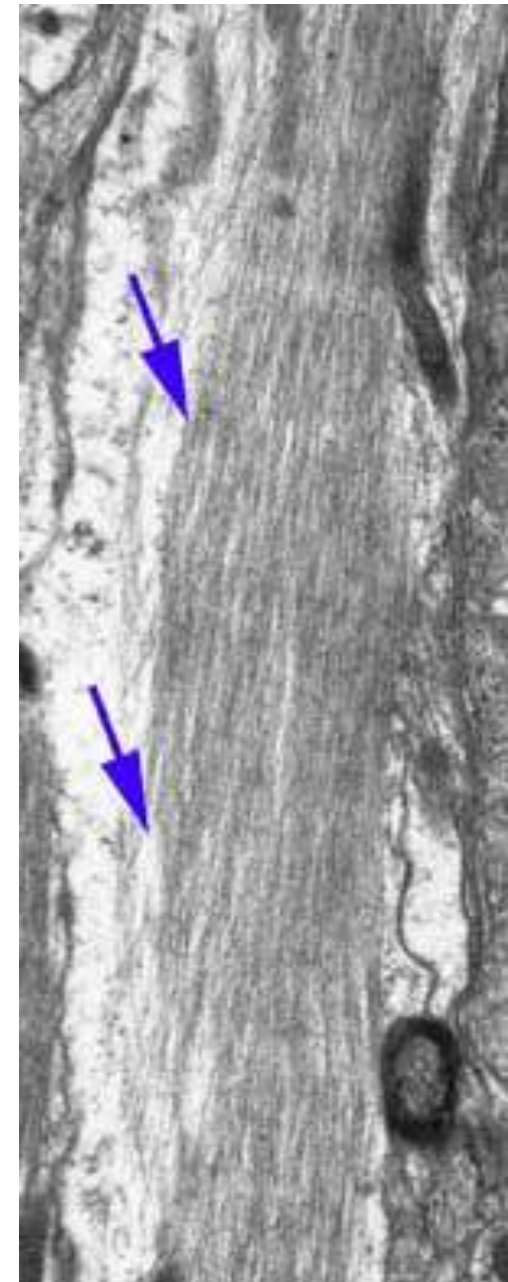
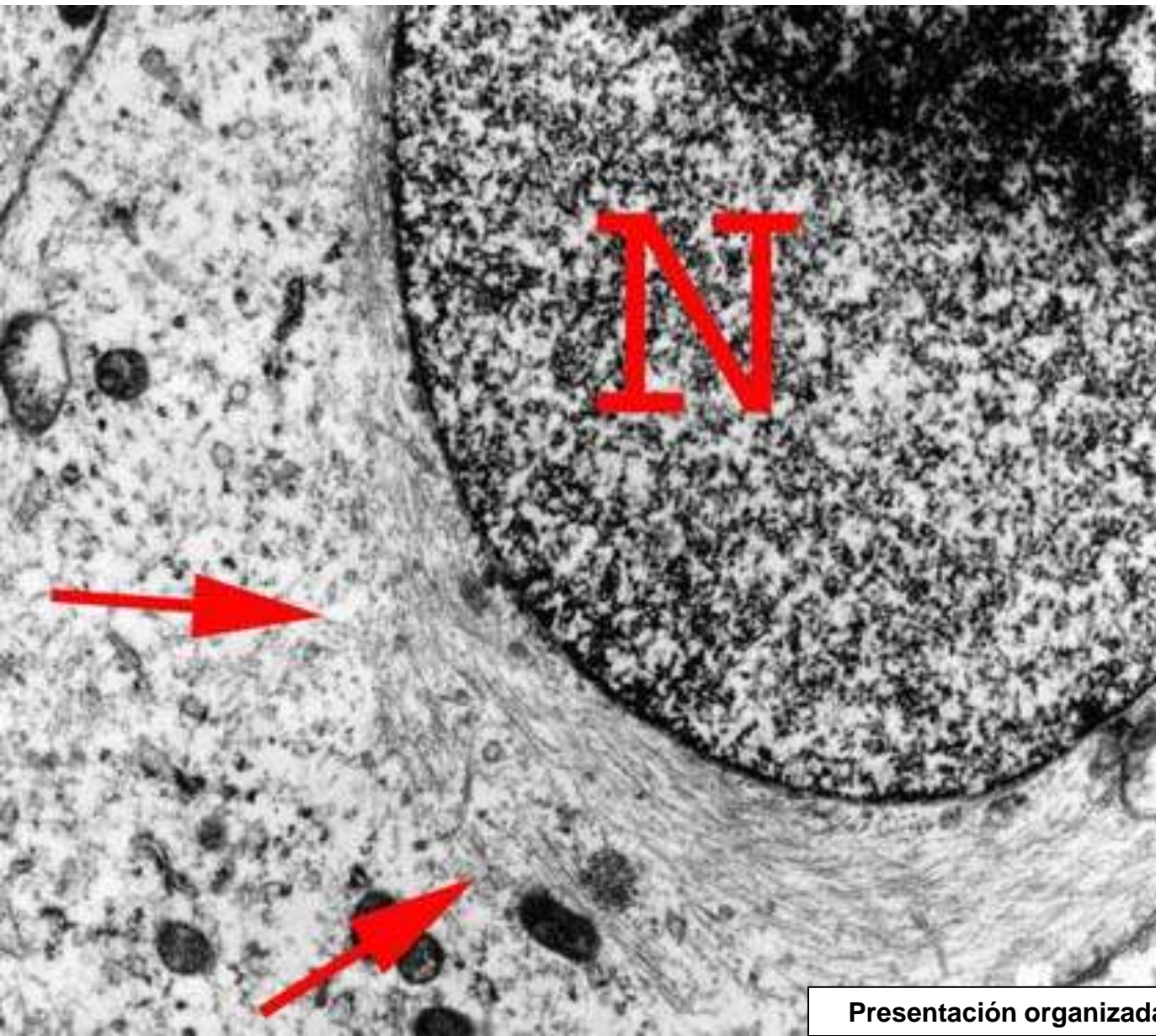
tetrámeros



filamento

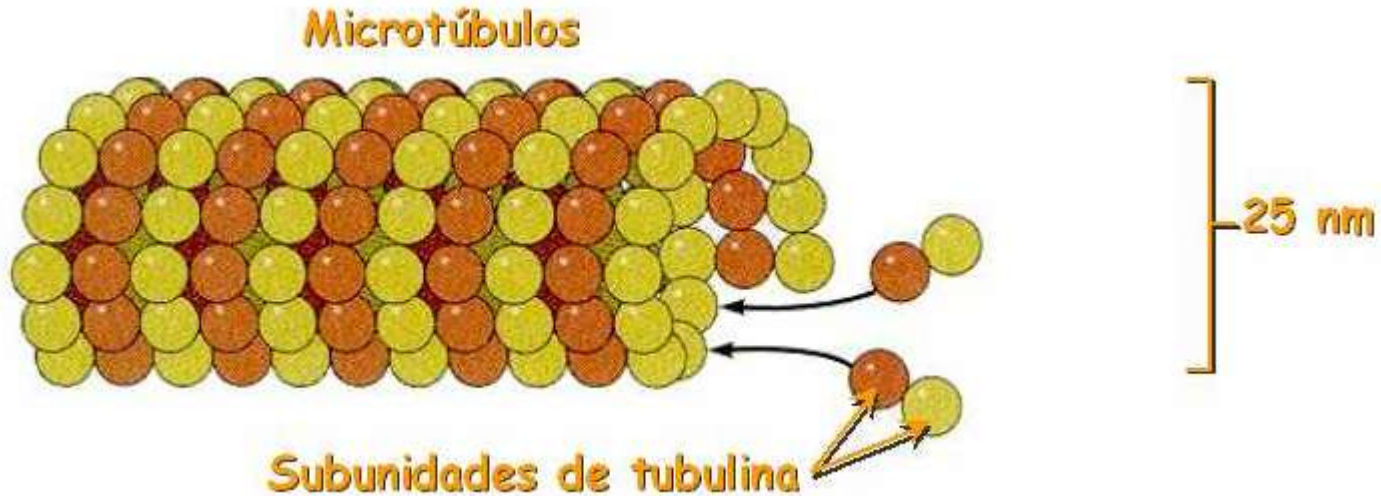


# Filamentos intermedios





# Microtúbulos



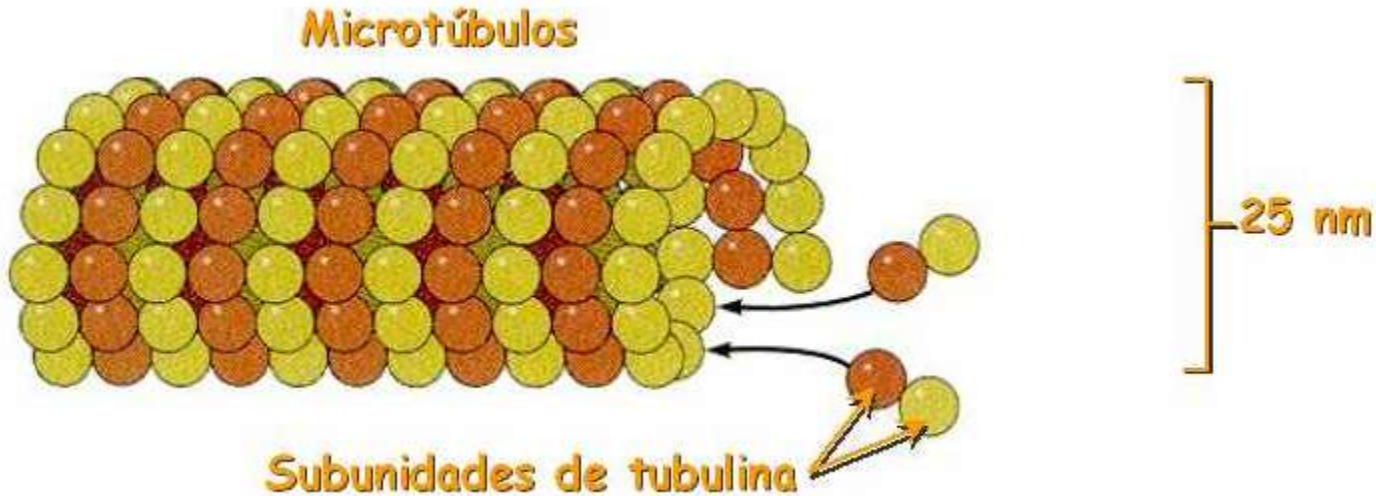
Principales componentes del **citoesqueleto**.

Muy **dinámicos** (determinación de **forma celular, locomoción y mov. interiores**)

Pueden aparecer:

- **dispersos**
- formando estructuras: **centríolos, cilios y flagelos**

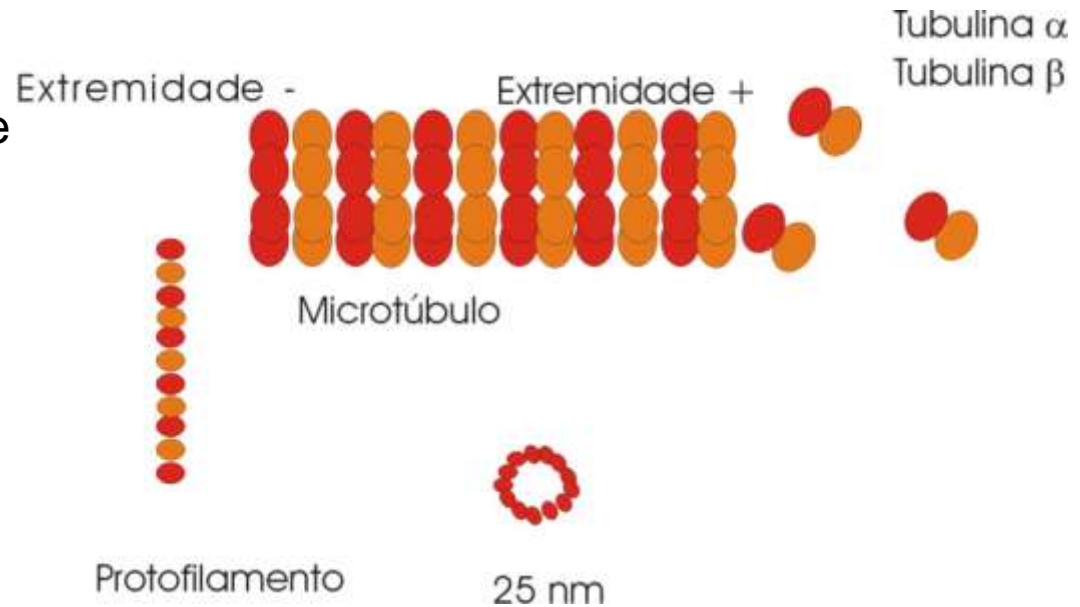
# Microtúbulos



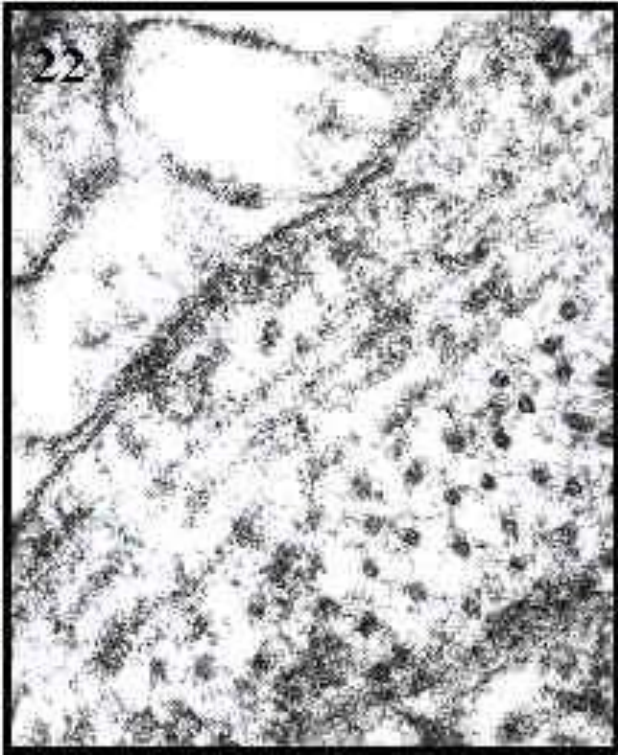
Cilindros huecos de longitud variable

Formados por **tubulina** (proteína)

con **dos subunidades** (formando dímeros):  $\alpha$  y  $\beta$



# Microtúbulos



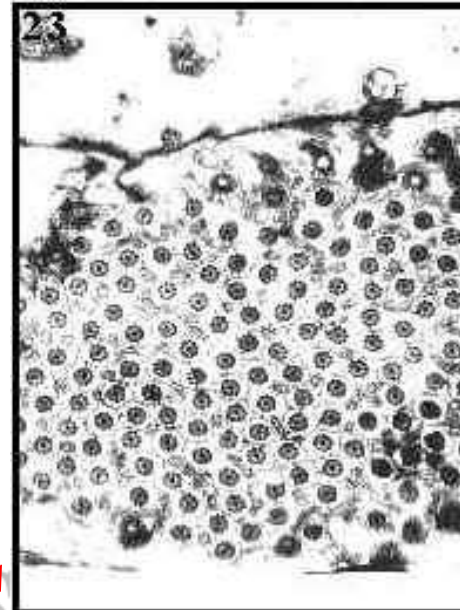
## FUNCIONES

- Determinan **forma celular (morfogénesis)**
- **Movimiento celular** (pseudópodos, clios, flagelos)
- **Transporte intracelular** (movimiento de orgánulos)
- **Movimientos de cromosomas** en mitosis y meiosis (divisiones)

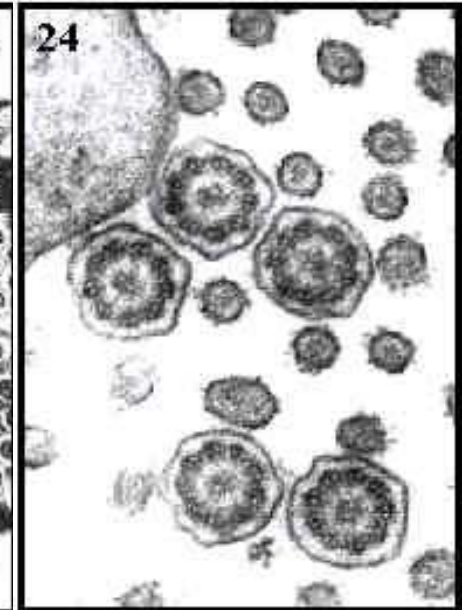


Aislados

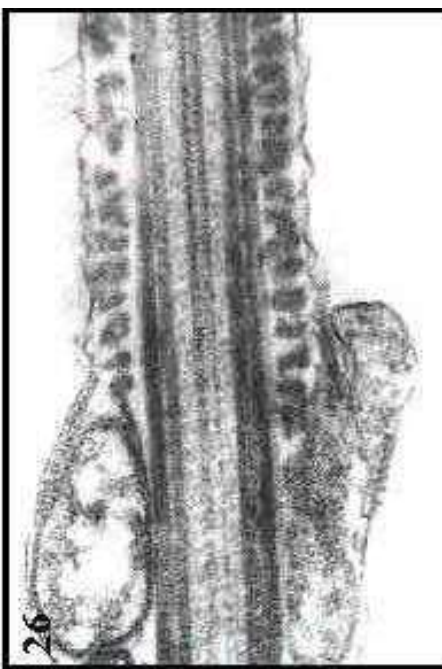
# Microtúbulos



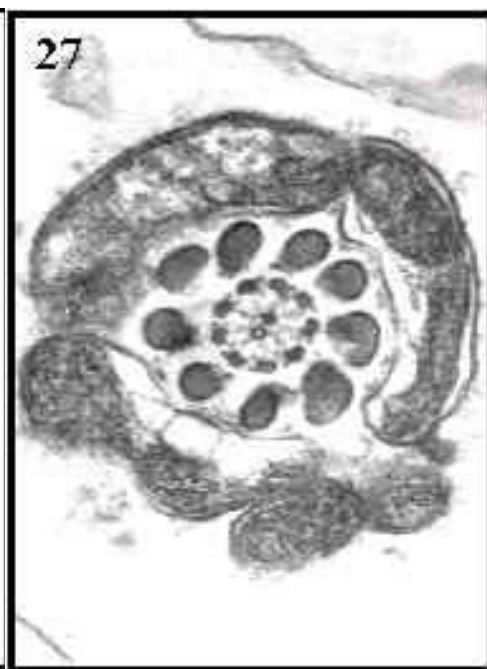
Formando cilios



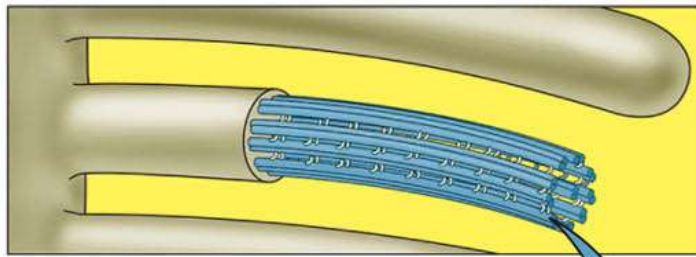
Formando centríolo



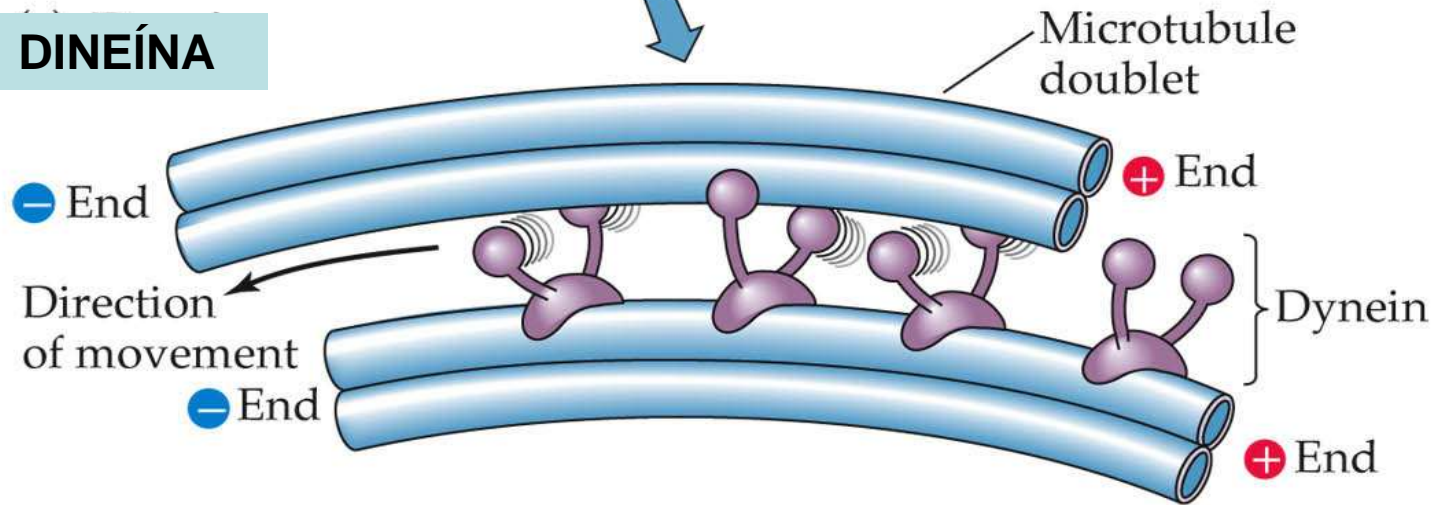
Formando flagelo



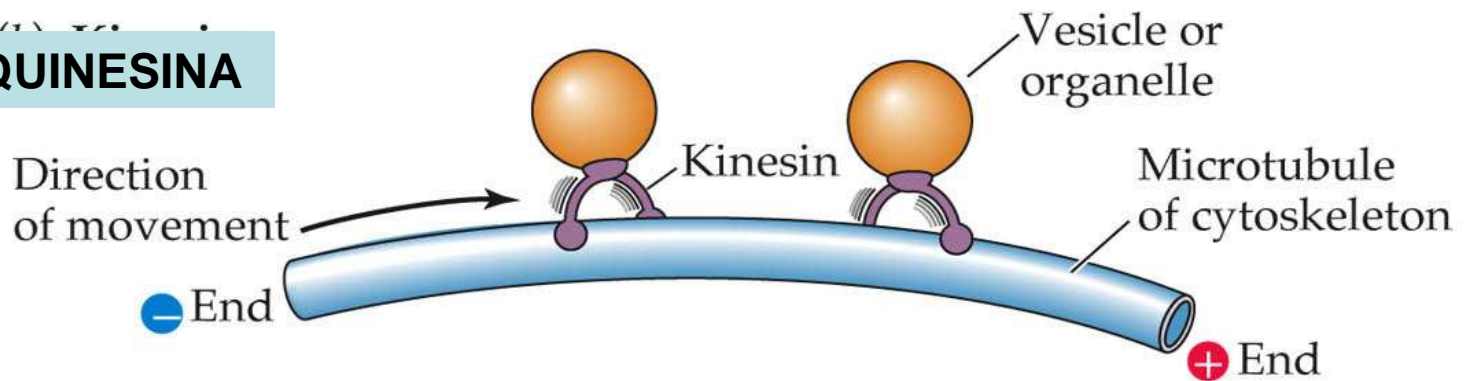
# Proteínas motoras de los microtúbulos (ATPasas)



## DINEÍNA



## QUINESINA

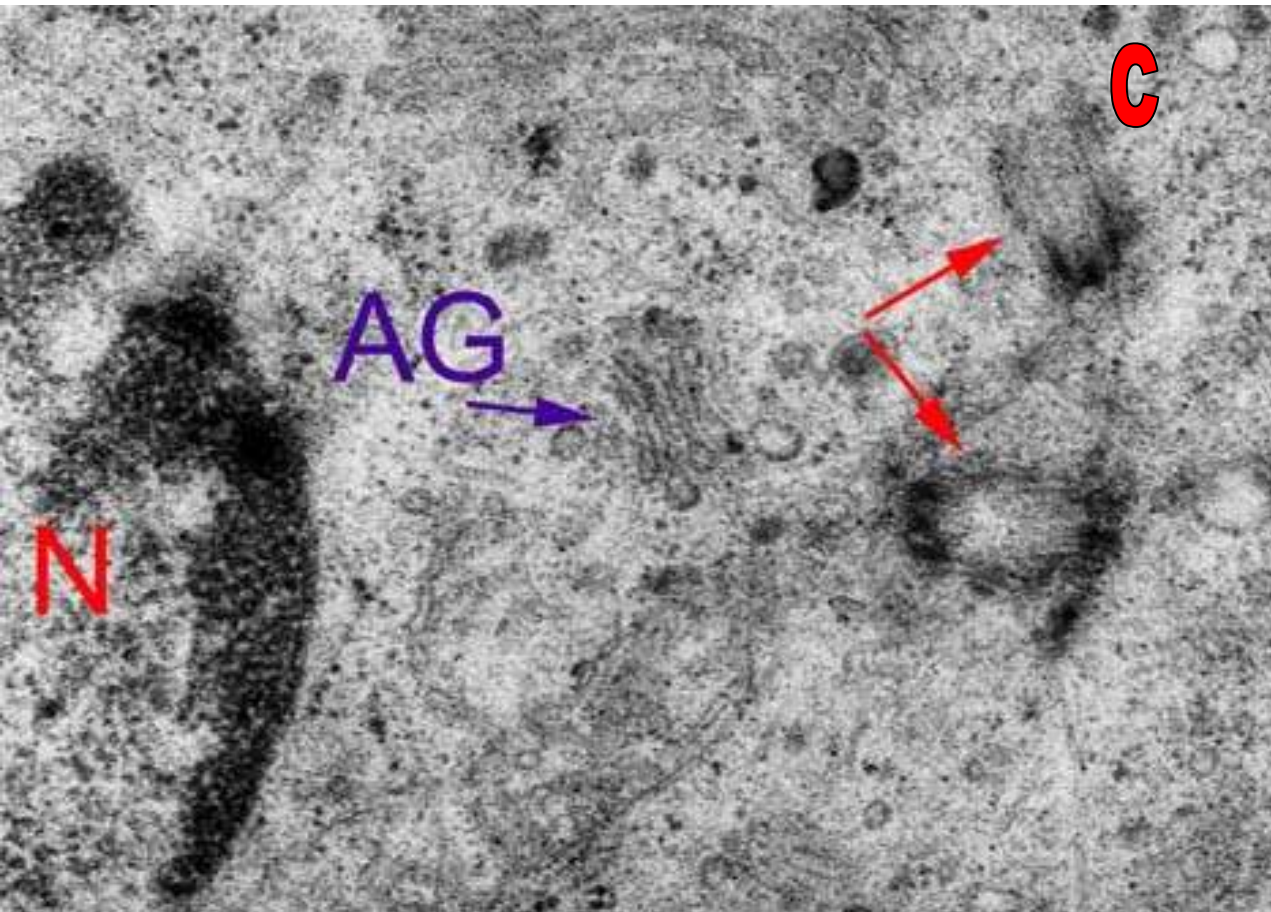
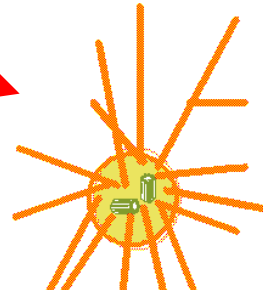


# CENTROSOMA (citocentro)

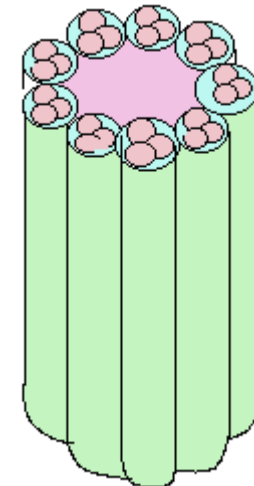
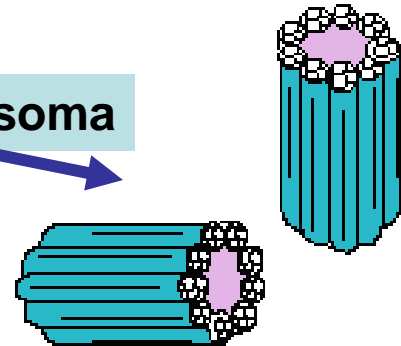
Estructura formada por **dos centriolos (diplosoma)** y **material pericentriolar** que les rodea

La estructura es idéntica al **centríolo** de la base de **cilios y flagelos**

Áster



Diplosoma



Centríolo: 9 x 3 (tripletes)

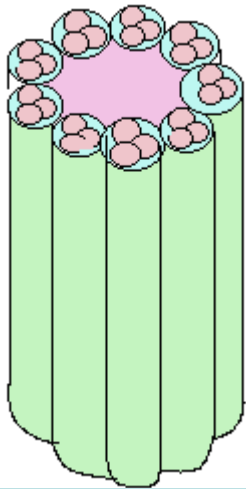
# CENTROSOMA (citocentro)

## FUNCIONES:

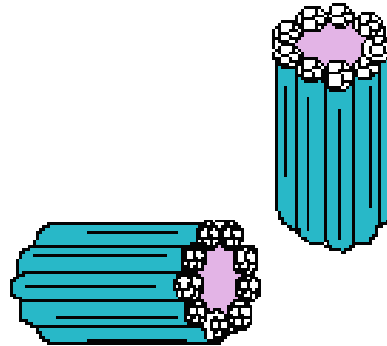
### -Centros organizadores de microtúbulos:

- Undulipodios (cilios y flagelos)
- Huso acromáticos (reparto de cromosomas)
- Citoesqueleto en general

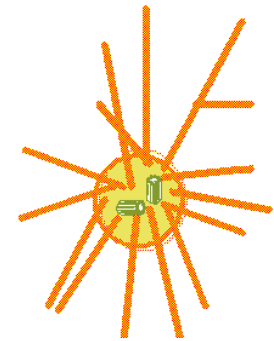
### - Génesis de otros centríolos (división del diplosoma en dos)



**Centríolo: 9 x 3 (tripletes)**



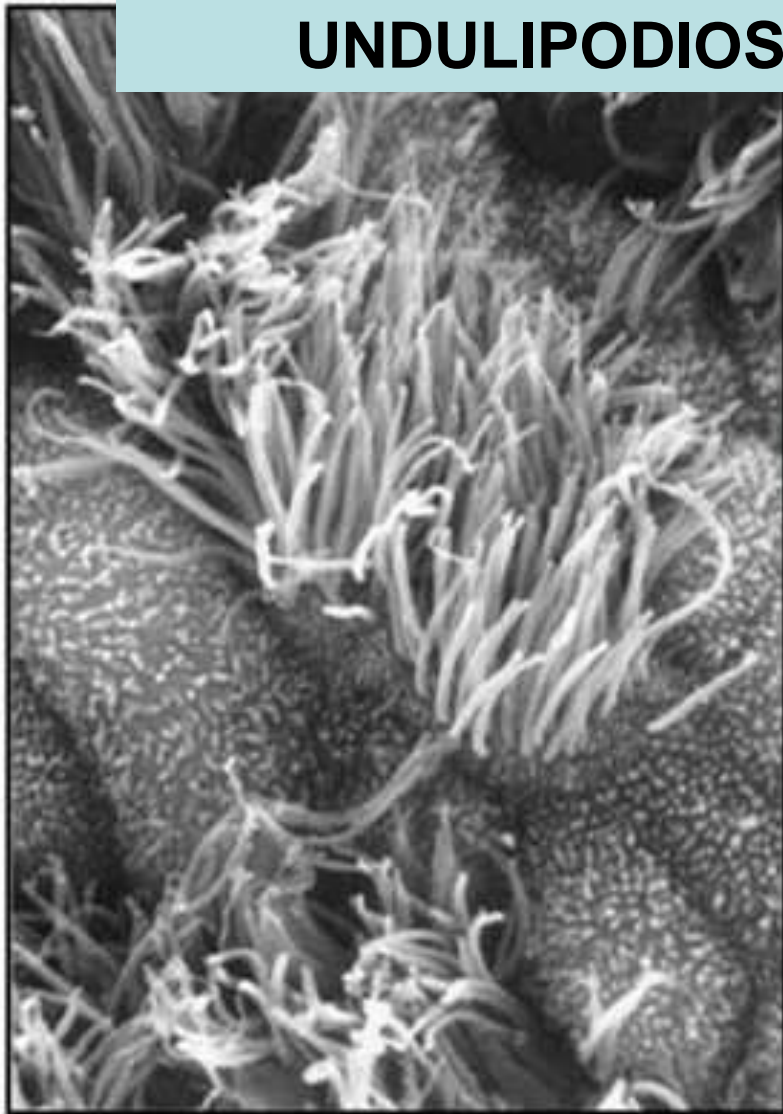
**Diplosoma**



**Áster**

# UNDULIPODIOS: CILIOS Y FLAGELOS

## Cilia and flagella



**A**

4  $\mu\text{m}$



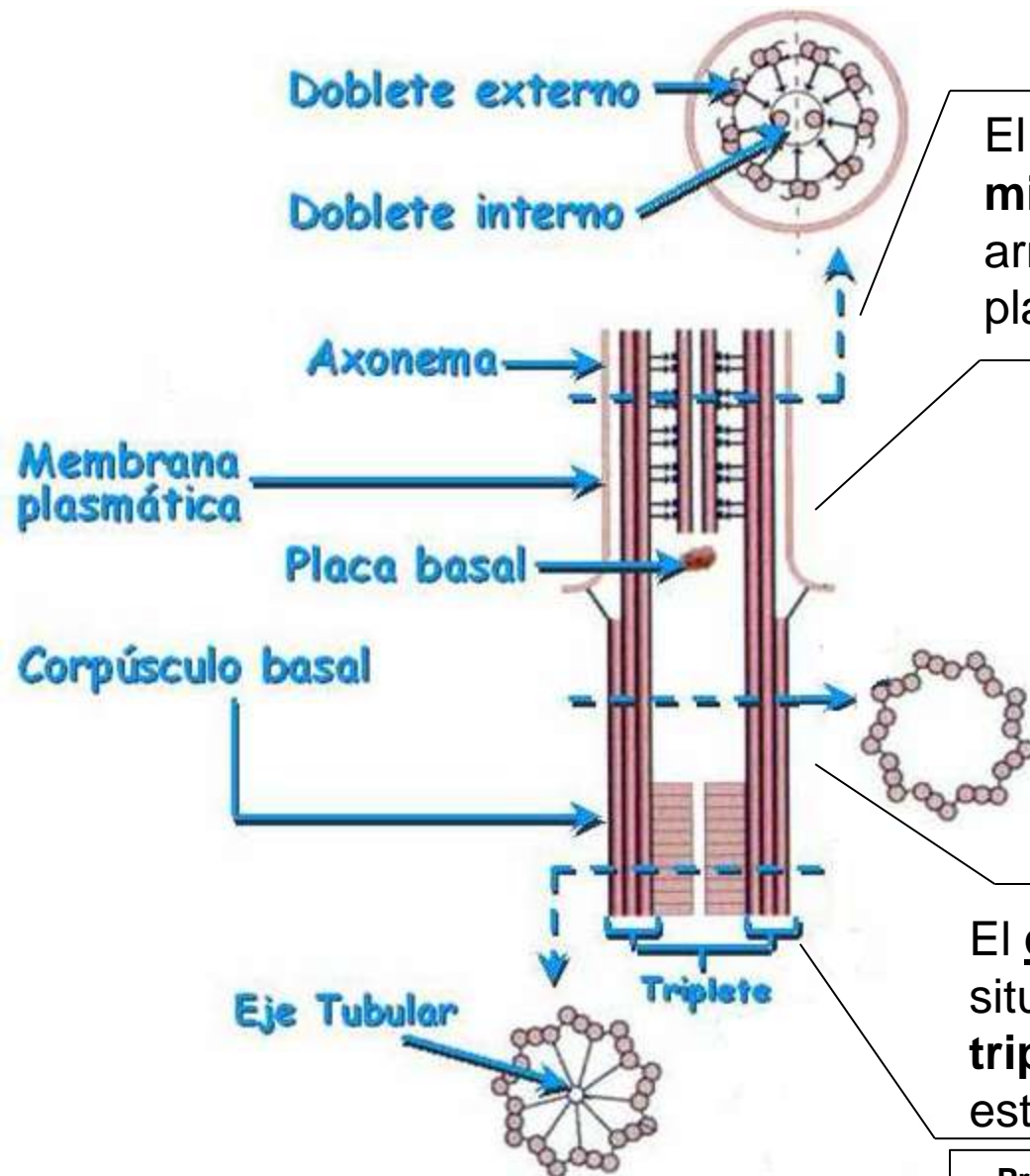
**B**

8  $\mu\text{m}$

Tienen un diámetro aproximado de 0.2  $\mu\text{m}$  y una longitud de 5 a 10  $\mu\text{m}$ , en el caso de los **cilios**, y más de 50  $\mu\text{m}$  en el caso de los **flagelos**.



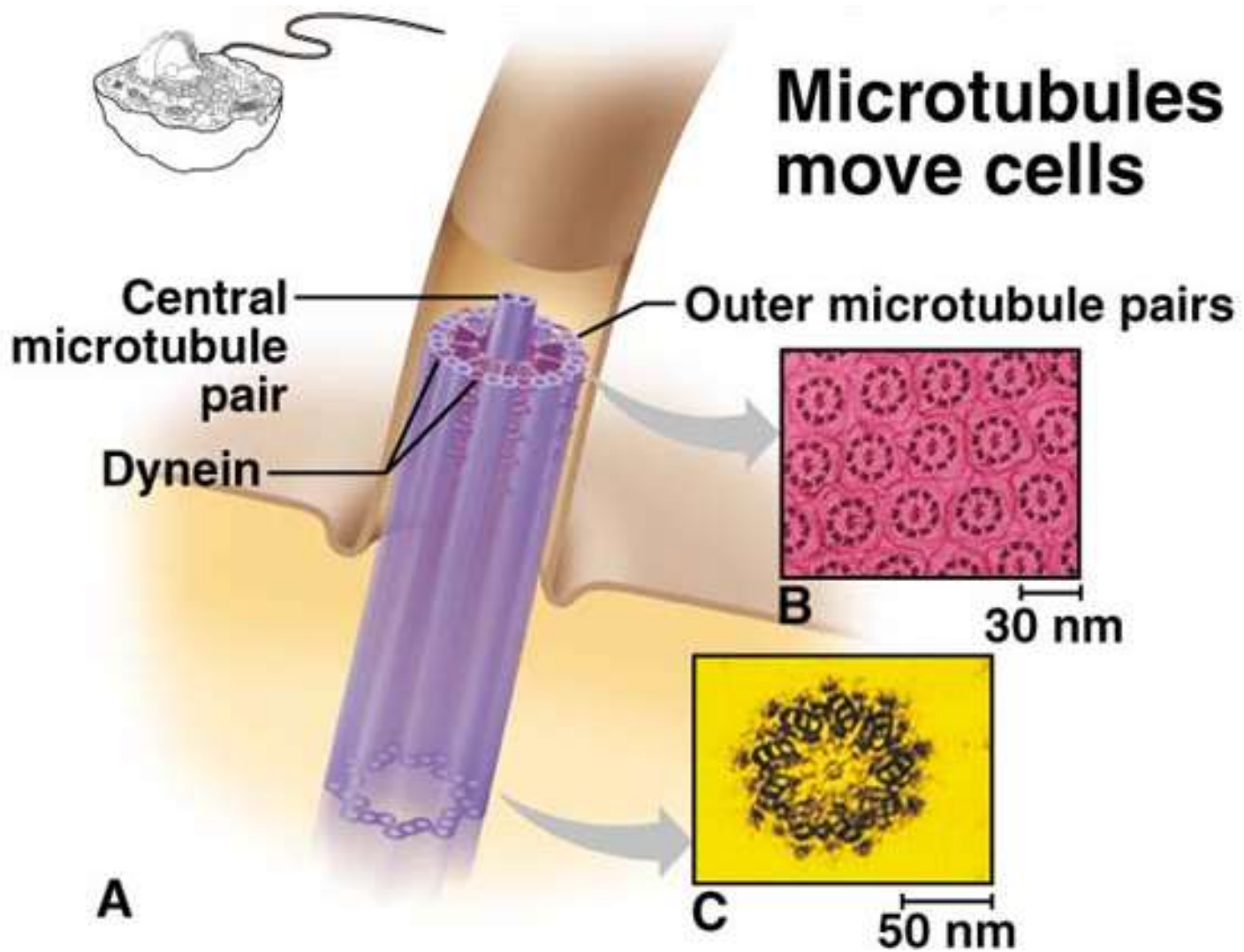
# UNDULIPODIOS: CILIOS Y FLAGELOS



El **axonema**: presenta **9 dobletes** y **2 microtúbulos centrales** unidos por un armazón y rodeados de membrana plasmática.

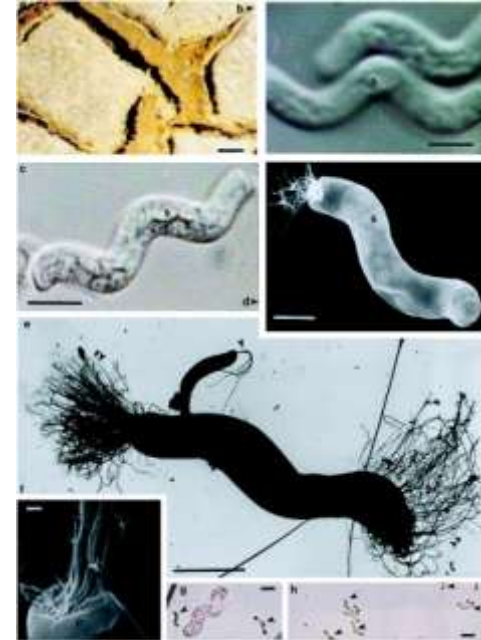
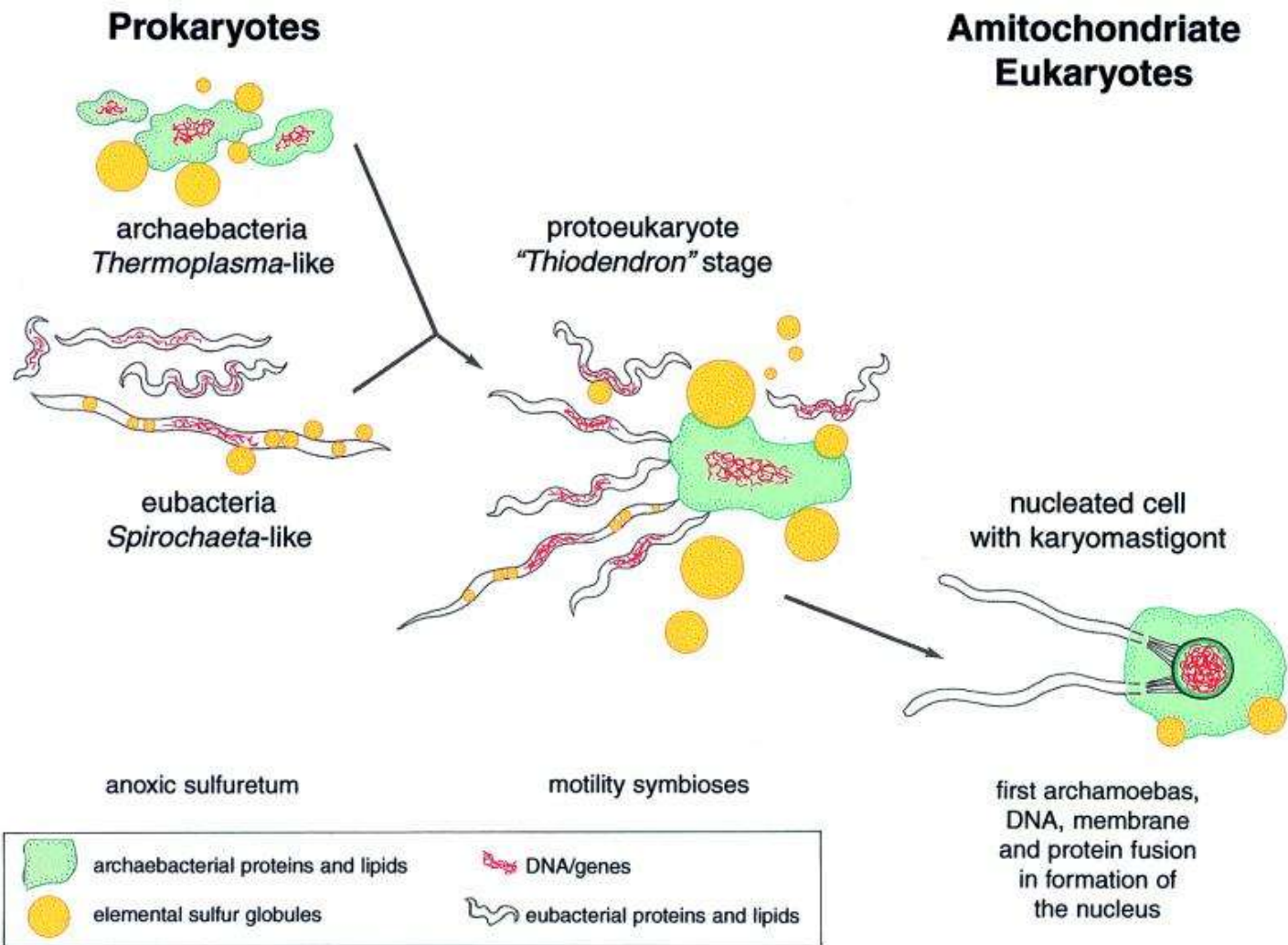
La **zona de transición**, donde se observa la **placa basal**, en la base de los microtúbulos centrales del axonema. Desaparece un microtúbulo de cada triplete del *corpúsculo basal*, con lo que éstos quedan convertidos en **9 dobletes**

El **corpúsculo basal** o **cinetosoma**, situado en la base y formado por **9 tripletes** dispuestos alrededor de una estructura que actúa de armazón.

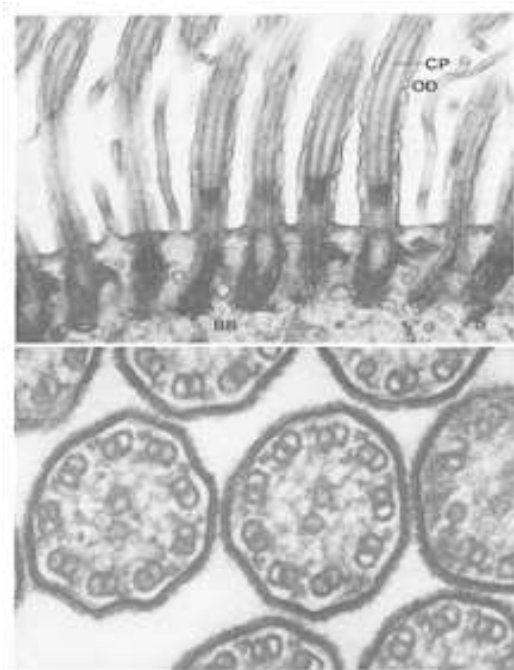


# HIPÓTESIS DEL ORIGEN PROCARIÓTICO DE LOS UNDULIPODIOS (A PARTIR DE ESPIROQUETAS)

(L. Margulis, 1999)

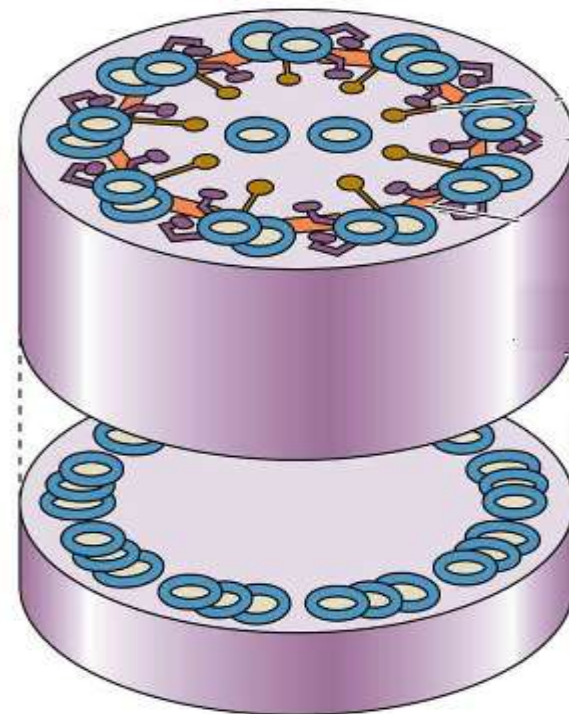
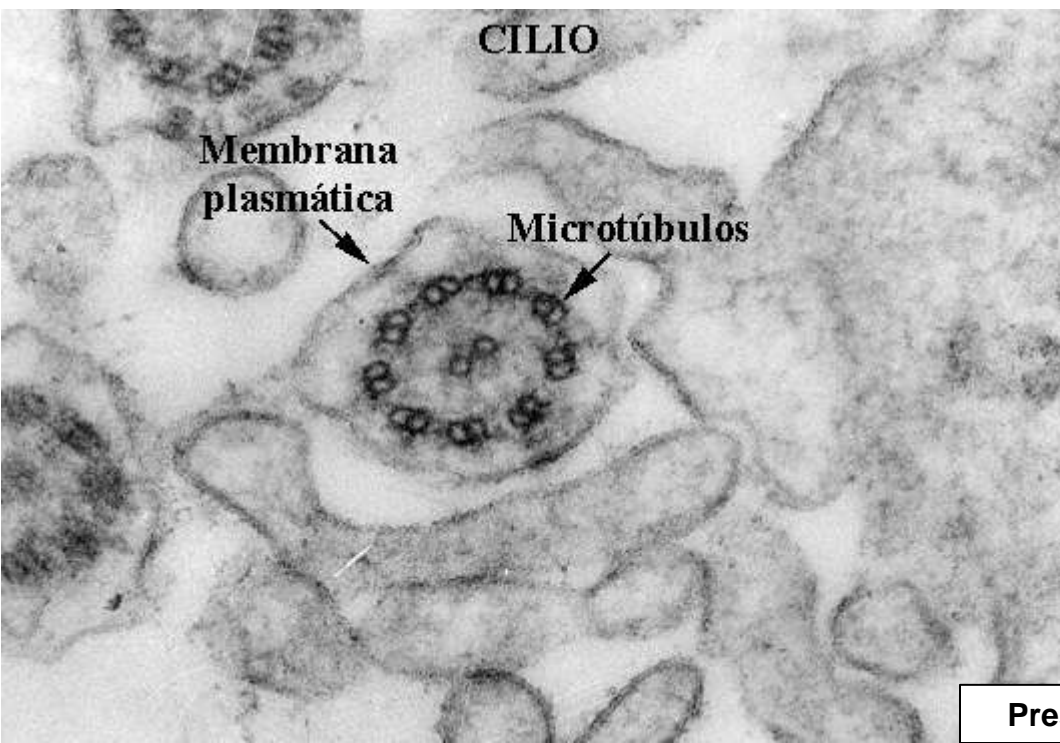
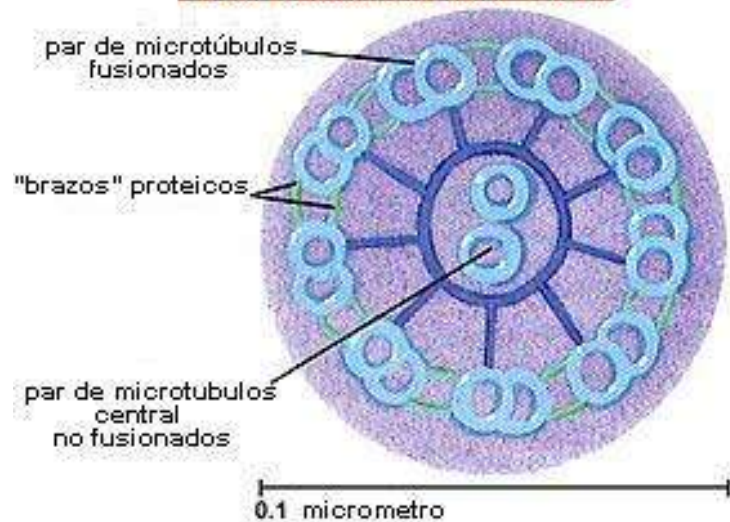


Espiroquetas

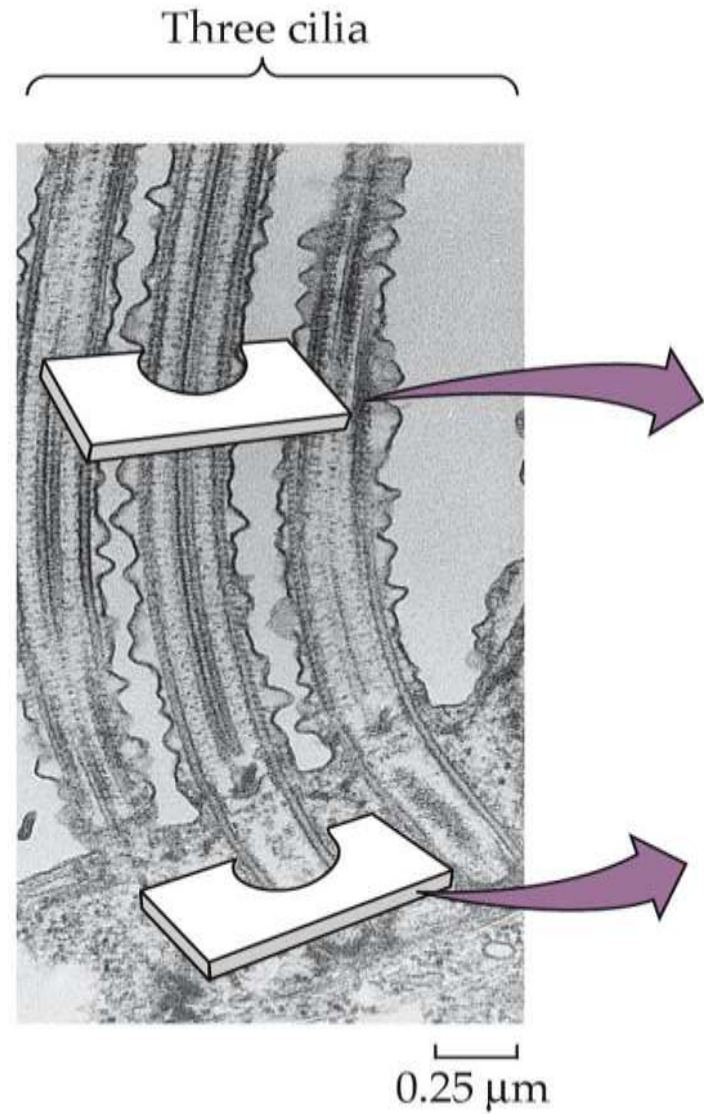
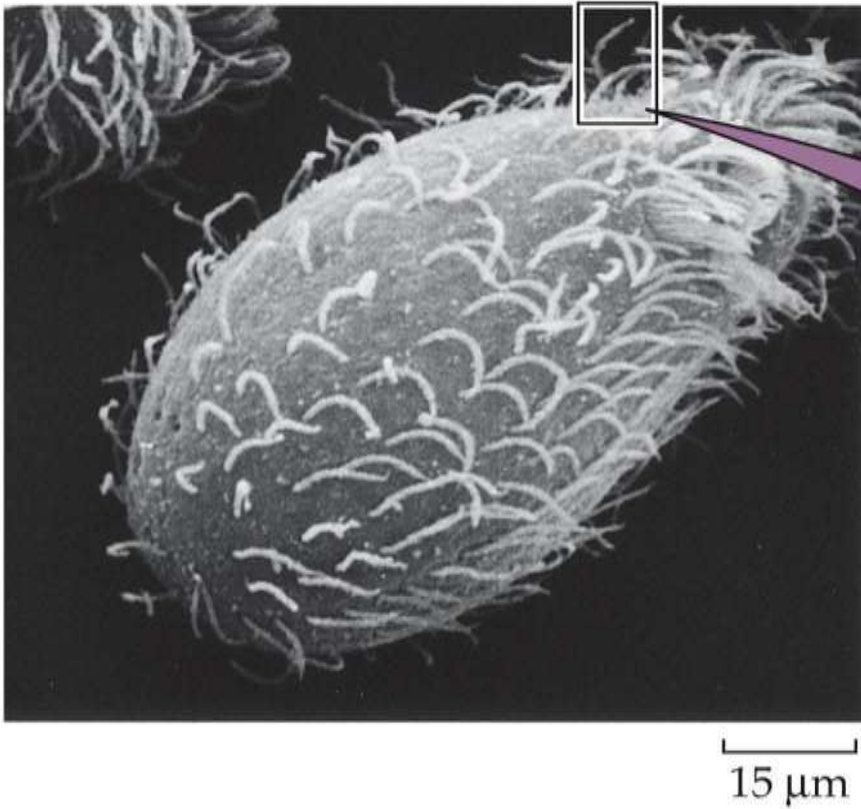


# UNDULIPODIOS: CILIOS

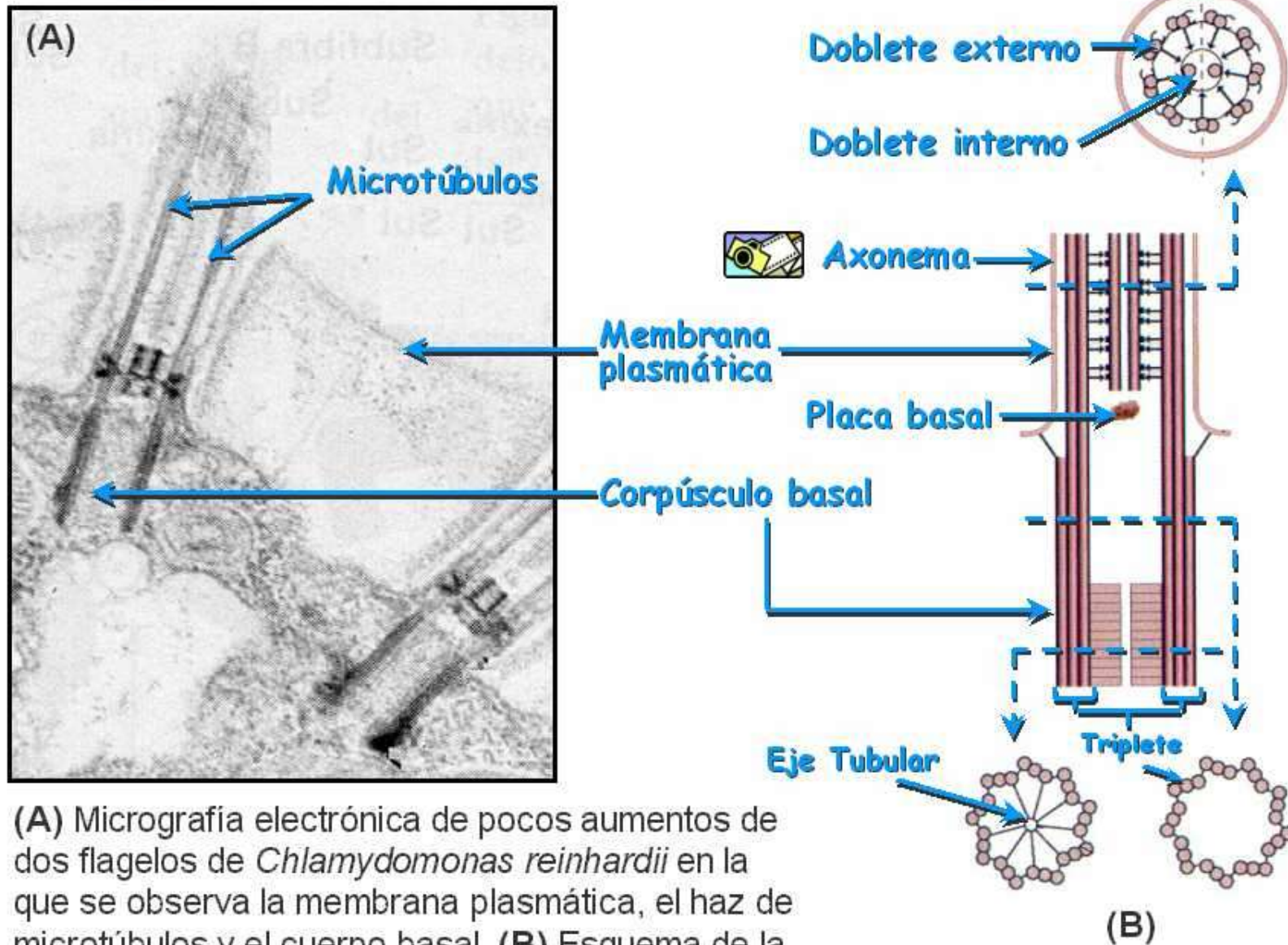
Corte Transversal de una cilia



# UNDULIPODIOS: CILIOS



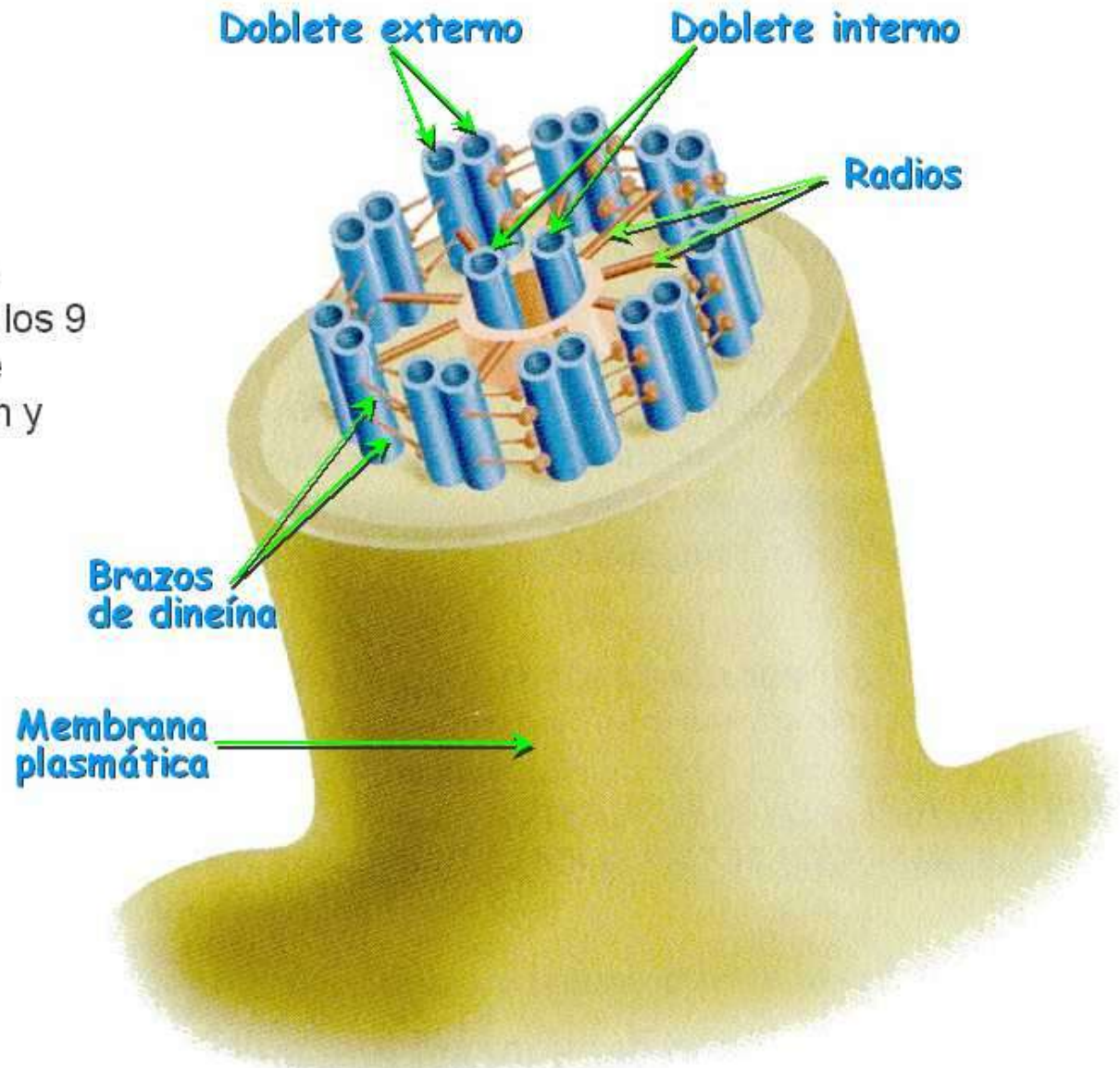
# Flagelo eucariótico: estructura



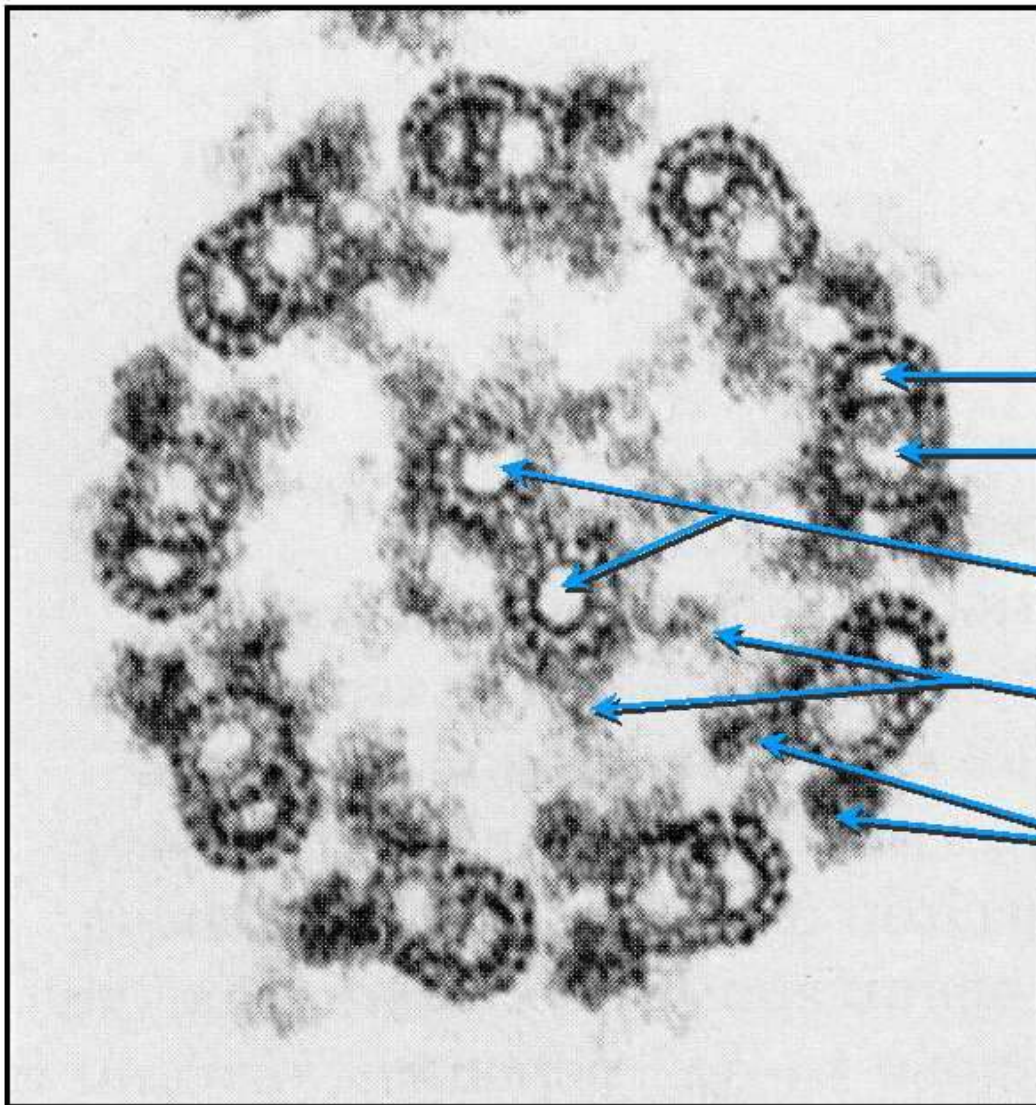
(A) Micrografía electrónica de pocos aumentos de dos flagelos de *Chlamydomonas reinhardtii* en la que se observa la membrana plasmática, el haz de microtúbulos y el cuerpo basal. (B) Esquema de la estructura del flagelo.

# Flagelo eucariótico: axonema

Esquema del axonema de un flagelo eucariótico mostrando los 9 dobletes externos y el doblete interno unidos por un armazón y rodeados por la membrana plasmática.



# Flagelo eucariótico



Subfibra B }  
Subfibra A } Doblete ext.

Doblete interior

Radios

Brazos de dineína

Micrografía electrónica de transmisión de la ST de un flagelo sin membrana en la zona del axonema, mostrando su característica estructura. Presenta 9 dobletes exteriores cada uno con dos brazos de dineína unidos a intervalos regulares a cada subfibra A y un radio que conecta las subfibras A a intervalos regulares con la vaina central. Se observan claramente los protofilamentos individuales de cada microtúbulo.



Microfotografía electrónica  
de un corte transversal  
de la cola de un espermatozoide

