

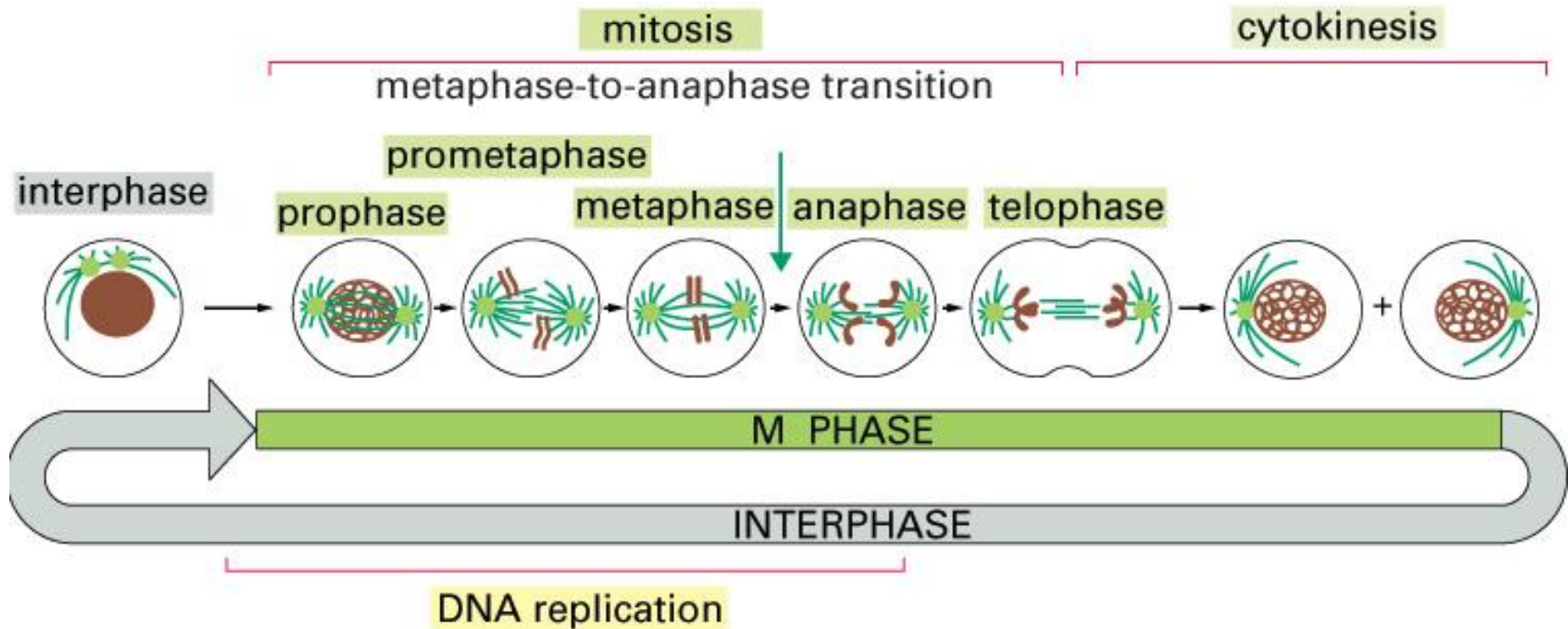
# ACH4135 – Estrutura e Funcionamento da Célula



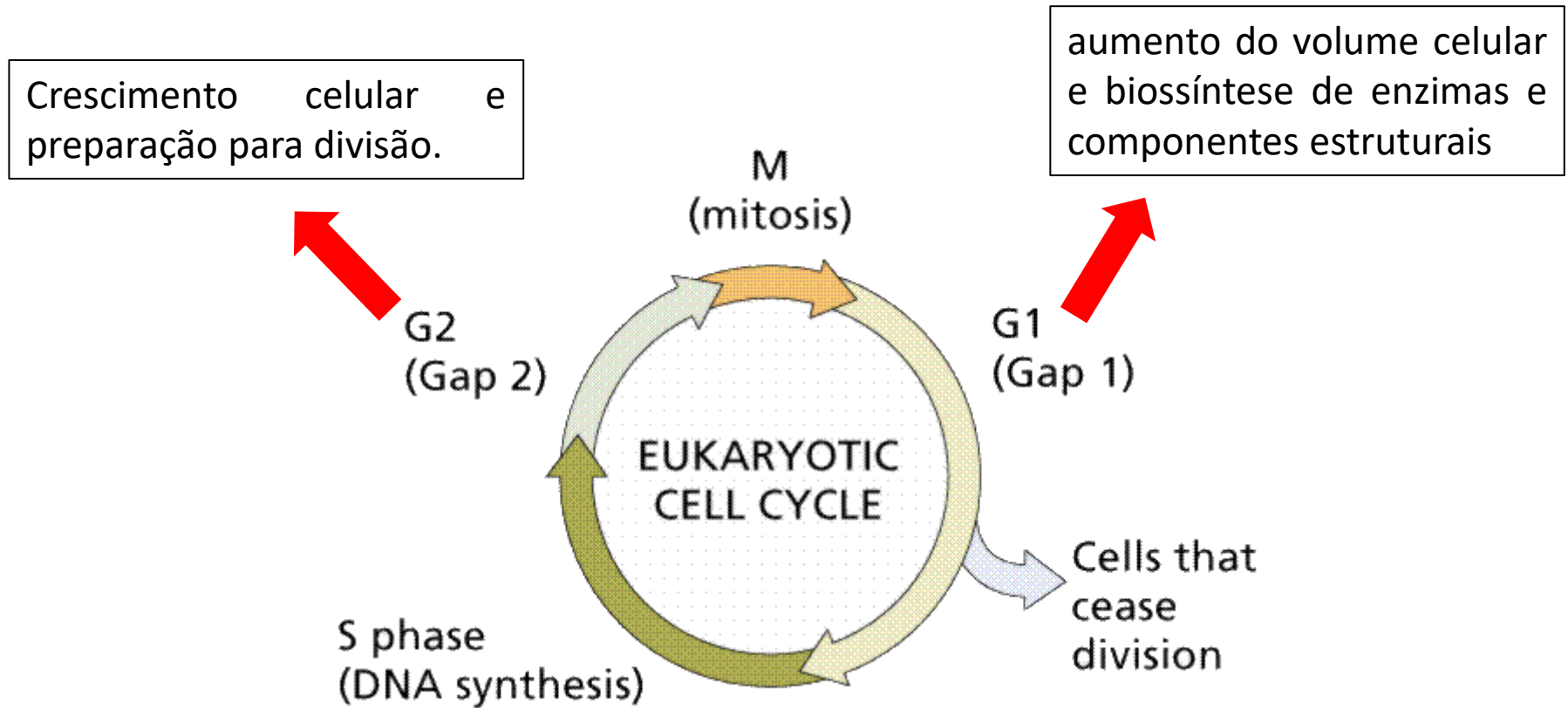
Mitose

# O ciclo celular

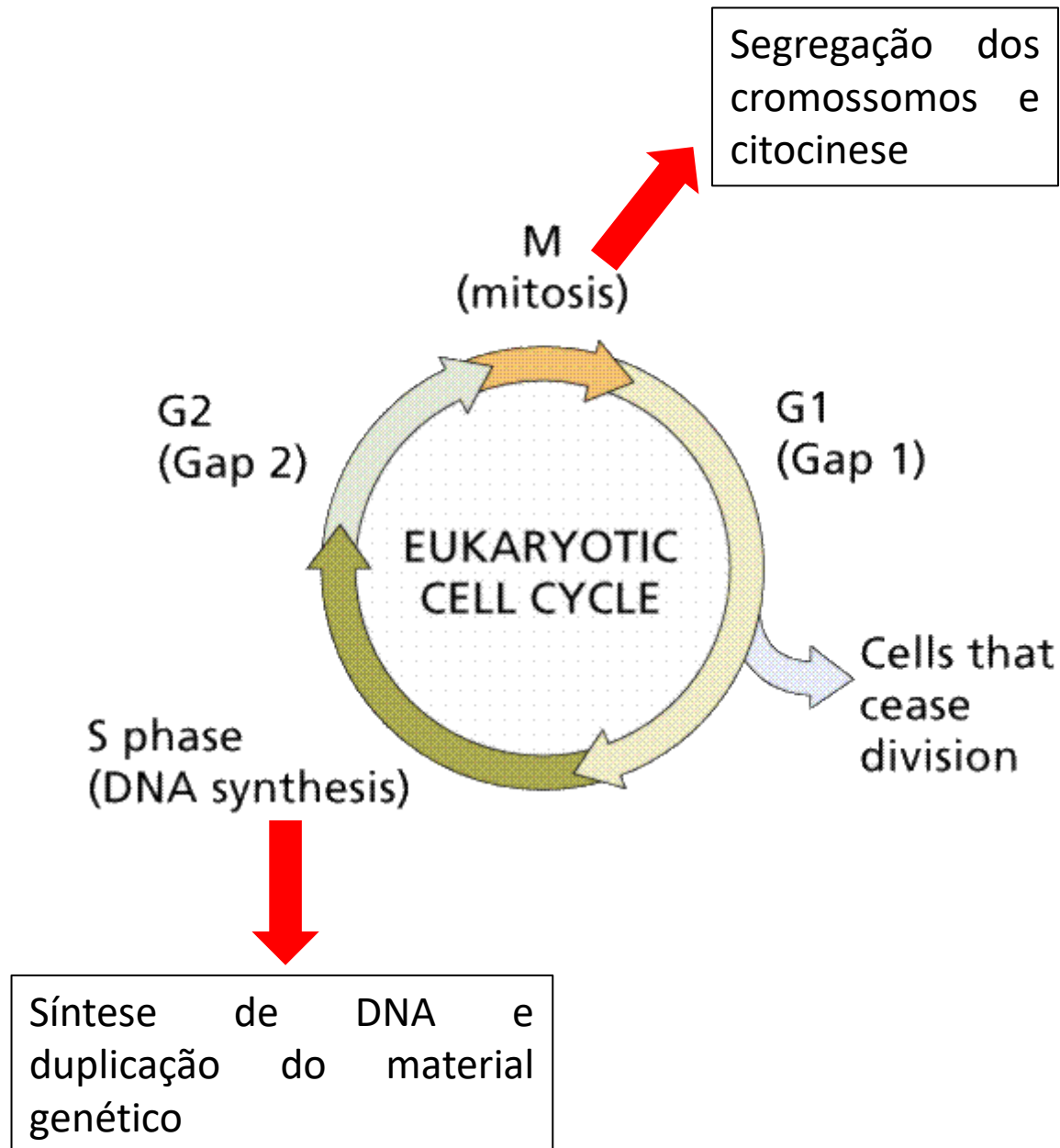
- Todos os organismos vivos são produzidos a partir de sucessivas divisões celulares;
- Necessidade de uma sequência organizada de eventos para duplicação do conteúdo celular e, posteriormente, da célula em si;



# Eventos do ciclo celular

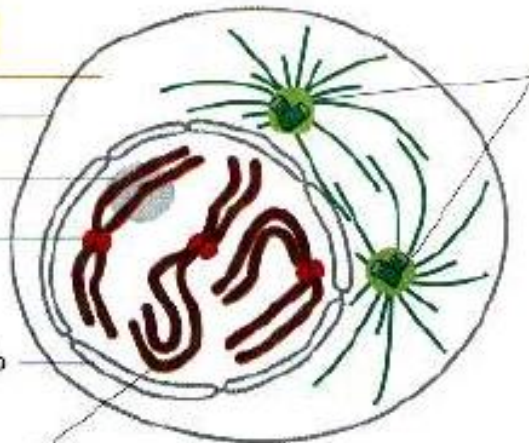


# Eventos do ciclo celular



## 1 PRÓFASE

citoplasma  
membrana plasmática  
núcleolo disperso  
cinetocoros ligados ao centrômero  
envelope nuclear intacto  
cromossomo condensado com as duas cromátides-irmãs unidas pelo centrômero

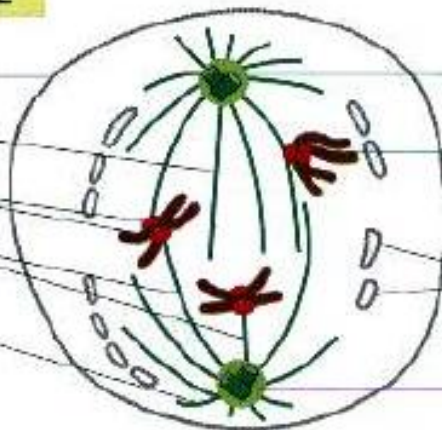


centrossomos em separação irão formar os polos do fuso

ROMPIMENTO DO ENVELOPE CELULAR

## 2 PRÓ-METÁFASE

membrana plasmática  
microtúbulo polar  
cinetocoros  
microtúbulos com cinetocoros  
microtúbulo astral



pólo do fuso  
cromossomo aleatoriamente colocado em movimento ativo  
vesículas do envelope nuclear  
pólo do fuso

CROMOSSOMOS MOVEM-SE PARA PLACA DA METÁFASE

-DNA replicado e cromátides irmãs associadas, cromossomos condensados

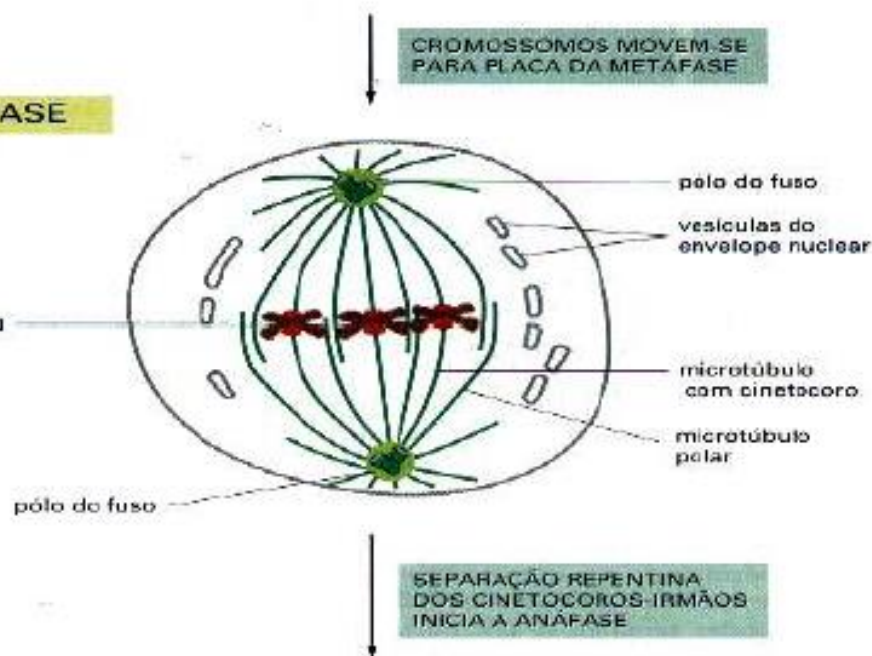
-no citoplasma os centrossomos já replicados e separados dando início à montagem do fuso

-quebra do envelope nuclear

-cinetócoros dos cromossomos podem associar-se aos microtúbulos do fuso

### 3 METÁFASE

cromossomos alinhados na placa metafásica equidistante dos pólos



-alinhamento dos cromossomos no equador do fuso

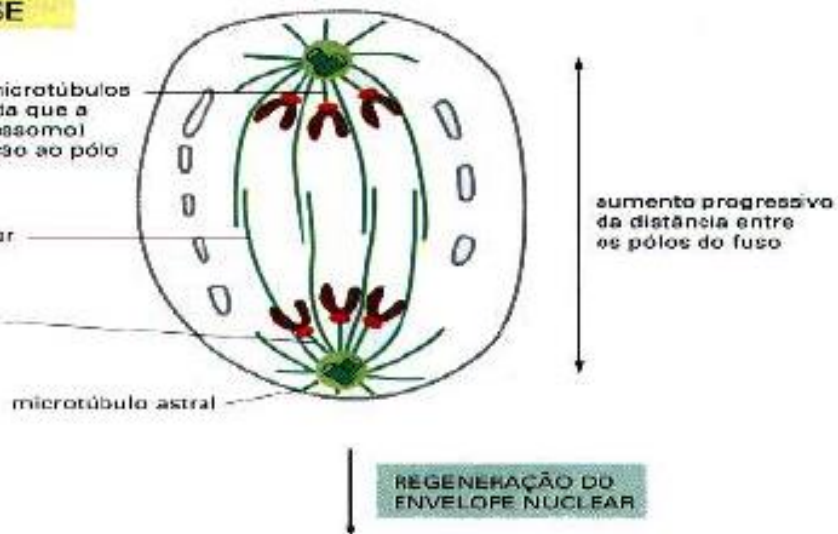
-as cromátides irmãs ficam associadas à pólos opostos do fuso via cinetócoros

### 4 ANÁFASE

cinetócoro com microtúbulos encurtam à medida que a cromátide (cromossomo) é trazida em direção ao pólo

alongamento polar do microtúbulo

encurtamento do cinetócoro com microtúbulo



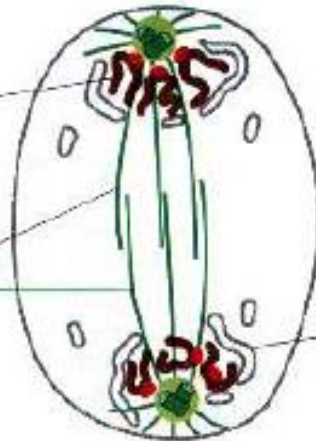
-separação sincrônica dos cromossomos filhos, cada um dos cromossomos é levado para um dos pólos

-microtúbulos associados aos cinetócoros encurtam e os pólos do fuso afastam-se, ambos mecanismos contribuem para a separação dos cromossomos

## 5 TELÓFASE

expansão dos cromossomos  
sem microtúbulos  
com cinetocoros

microtúbulos polares



regeneração do envelope  
nuclear ao redor dos  
cromossomos individuais

BULCO DE DIVISÃO  
DIVIDE A CELULA EM DUAS

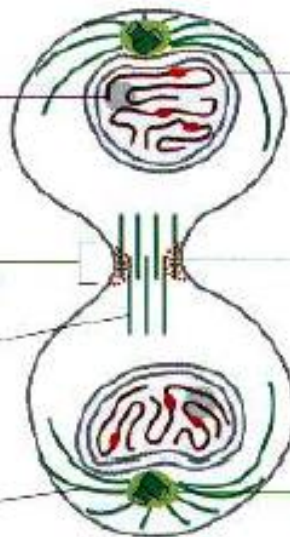
## 6 CITOCINESE

reaparecimento do nucléolo

corpo mediano: região  
de sobreposição de microtúbulos

restos comprimidos  
dos microtúbulos  
do fuso polar

regeneração do ordenamento  
dos microtúbulos nucleados  
pelo centrosomo  
na interfase



envelope nuclear  
completo envolvendo  
os cromossomos em  
descondensamento

anel contrátil  
criando sulco  
de clivagem

par de centriolos  
marcam a localização  
do centrosomo

-os cromossomos filhos  
chegam aos pólos e  
descondensam

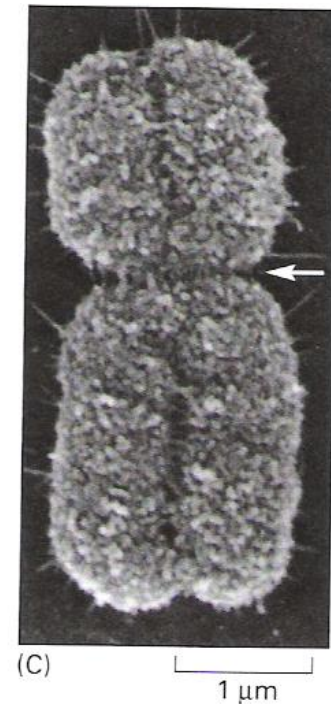
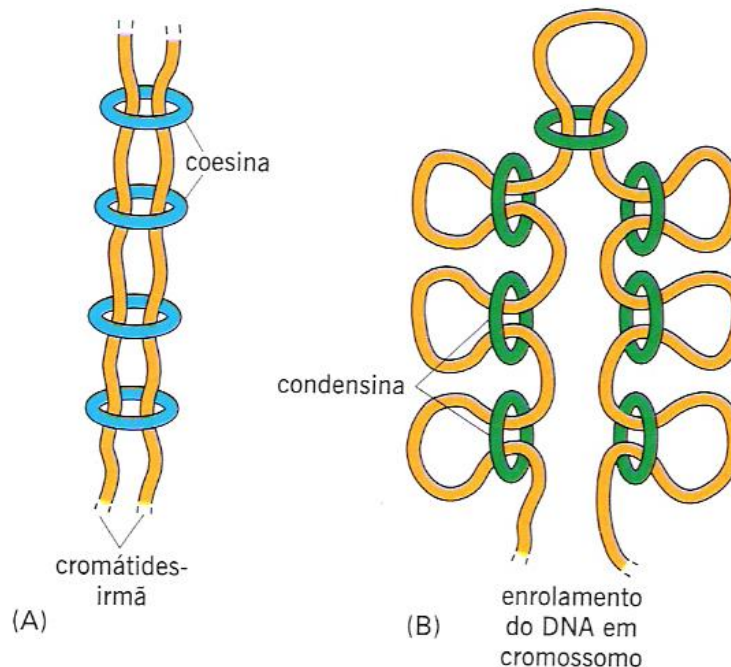
-novo envelope nuclear é  
montado

-início da divisão do  
citoplasma (anel contrátil)

-anel contrátil de actina e  
miosina divide o citoplasma  
em dois, originando duas  
células filhas, cada uma com  
um núcleo

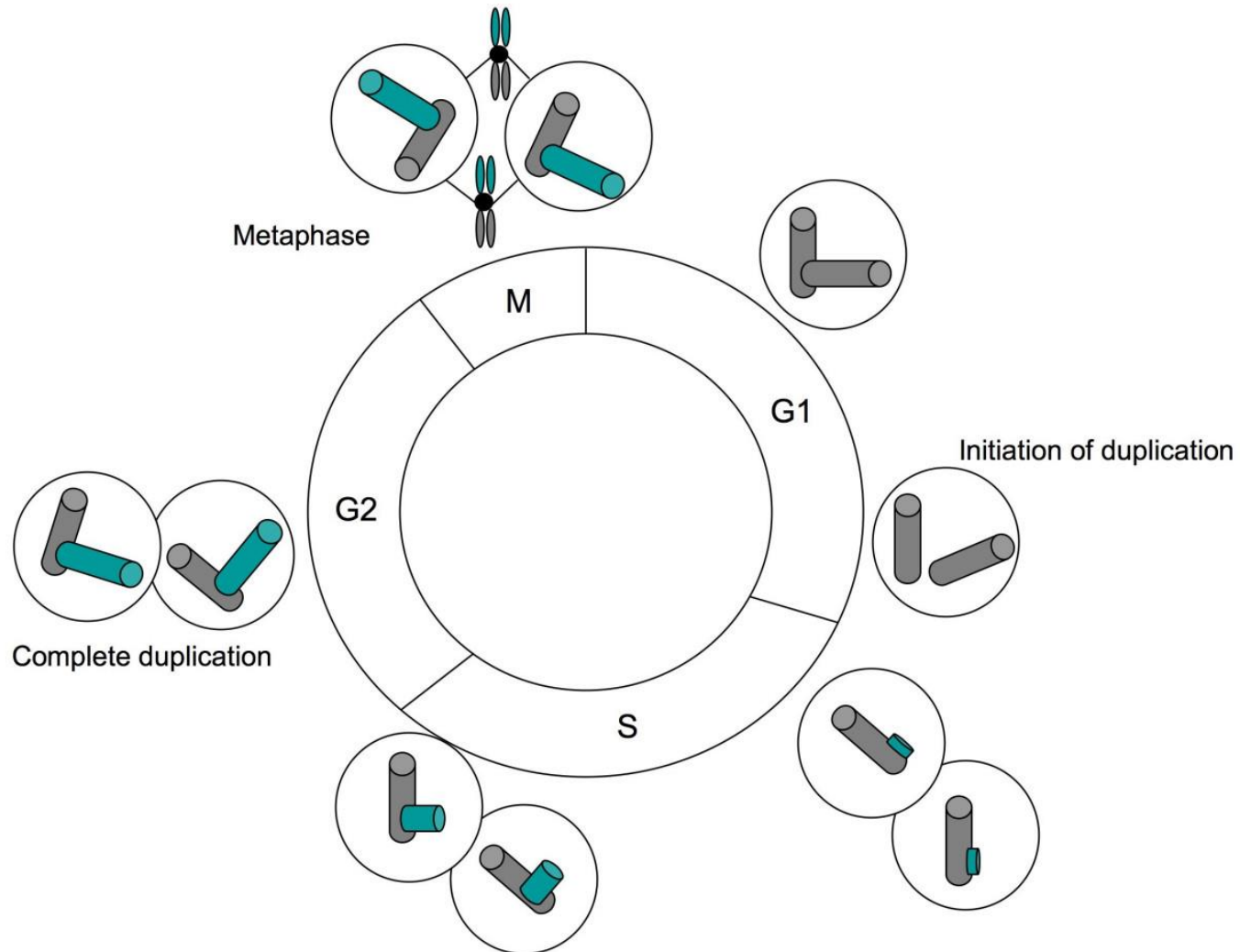
# A preparação para a Fase M

- Cromossomos duplicados na Fase S são mantidos unidos;
- Coesinas se reúnem ao redor das cromátides irmãs e mantêm os cromossomos unidos;
- Condensinas auxiliam na condensação cromossômica;



# A preparação para a Fase M

- Duplicação do DNA e do centríolo.



# Formação de microtúbulos na Prófase

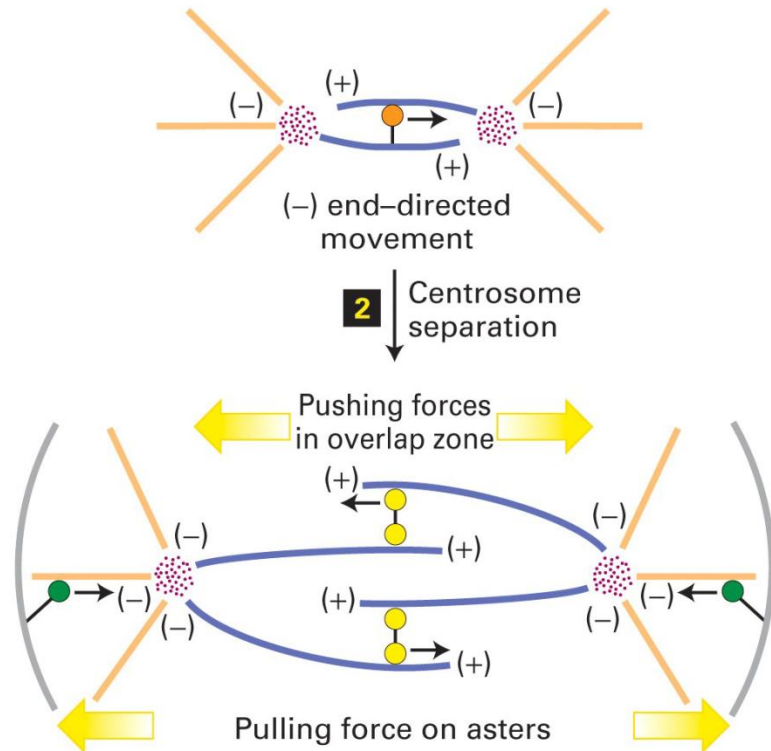
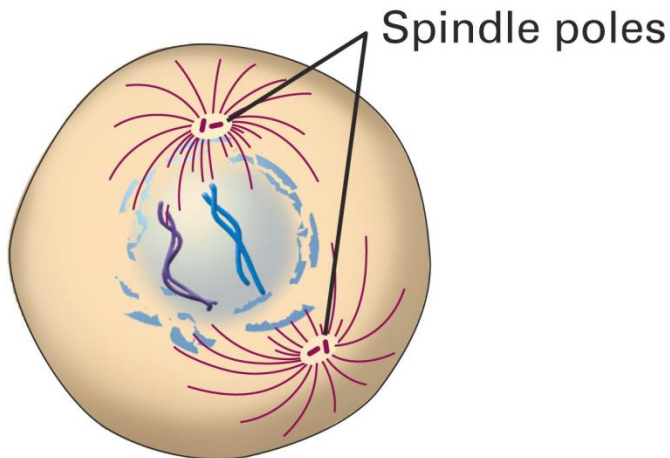
No início da mitose:

- Microtúbulos citoplasmáticos dissociam-se e iniciam a formação do fuso mitótico;
- Os microtúbulos alternam entre polimerização e despolimerização numa taxa 20x + rápida que na interfase;
- Microtúbulos são + numerosos e + curtos

# Formação de microtúbulos na Prófase

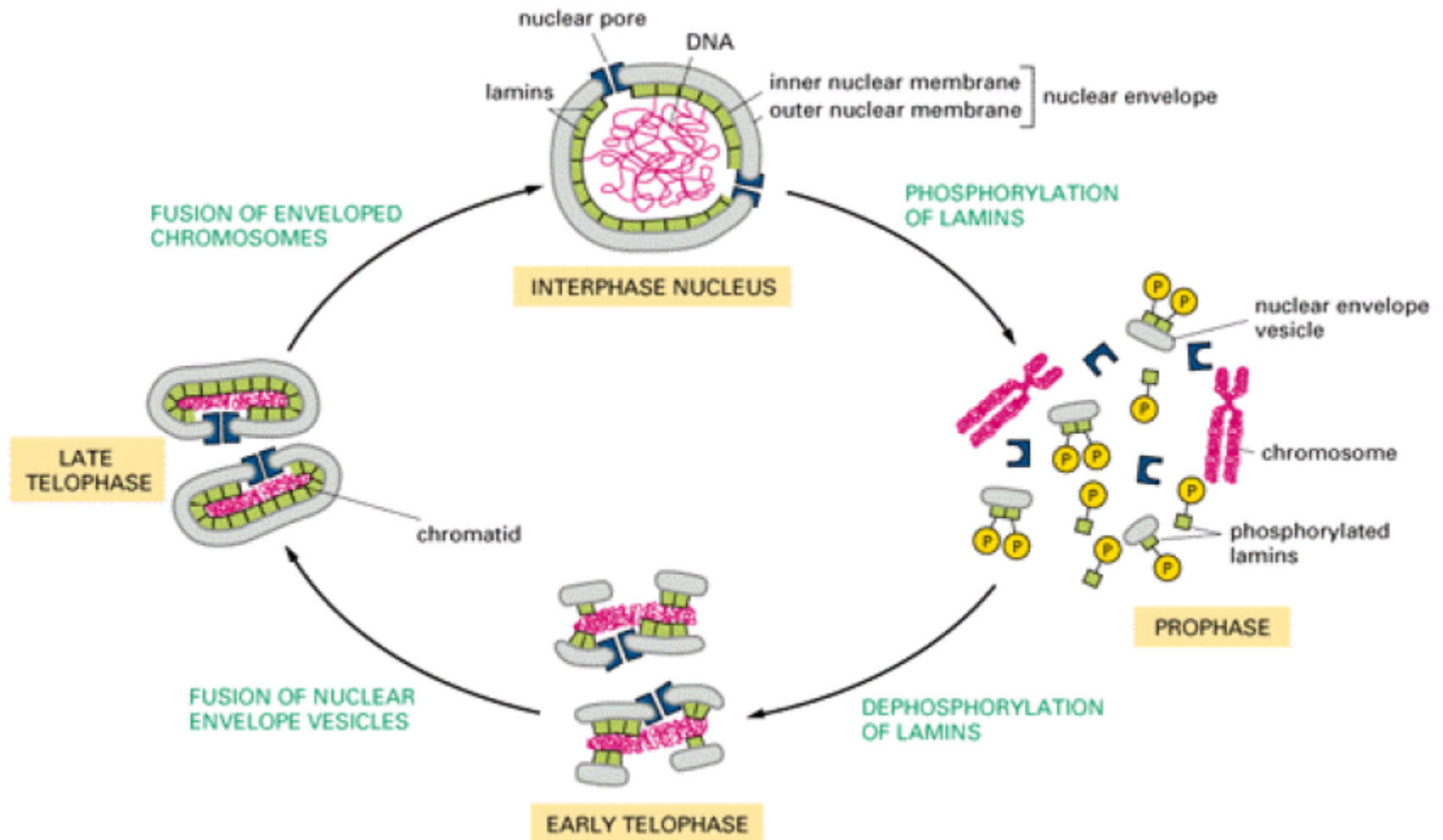
- Centrossomos começam a mover-se p/ os pólos opostos dirigidos por proteínas motoras;
- MT crescem e encurtam em todas as direções;
- Microtúbulos de centrossomos diferentes interagem (*microtúbulos interpolares*);

(b) Prophase



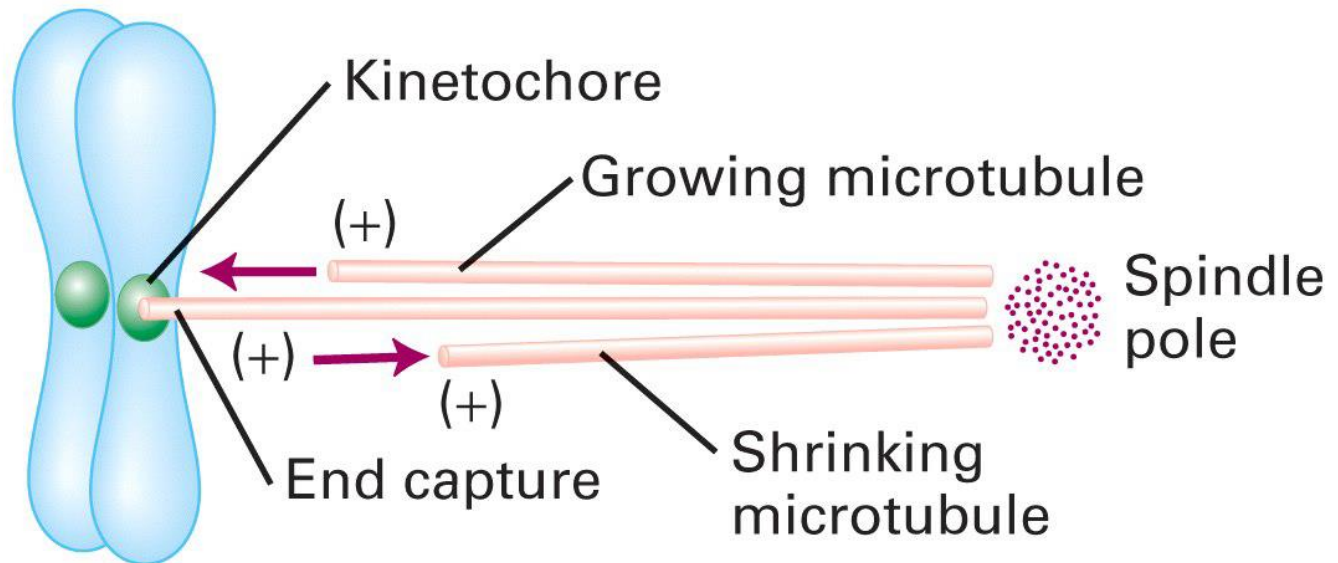
# Desintegração do envelope nuclear – Pró-Metáfase

- Fosforilação dos poros e da lâmina nuclear desmonta o núcleo.

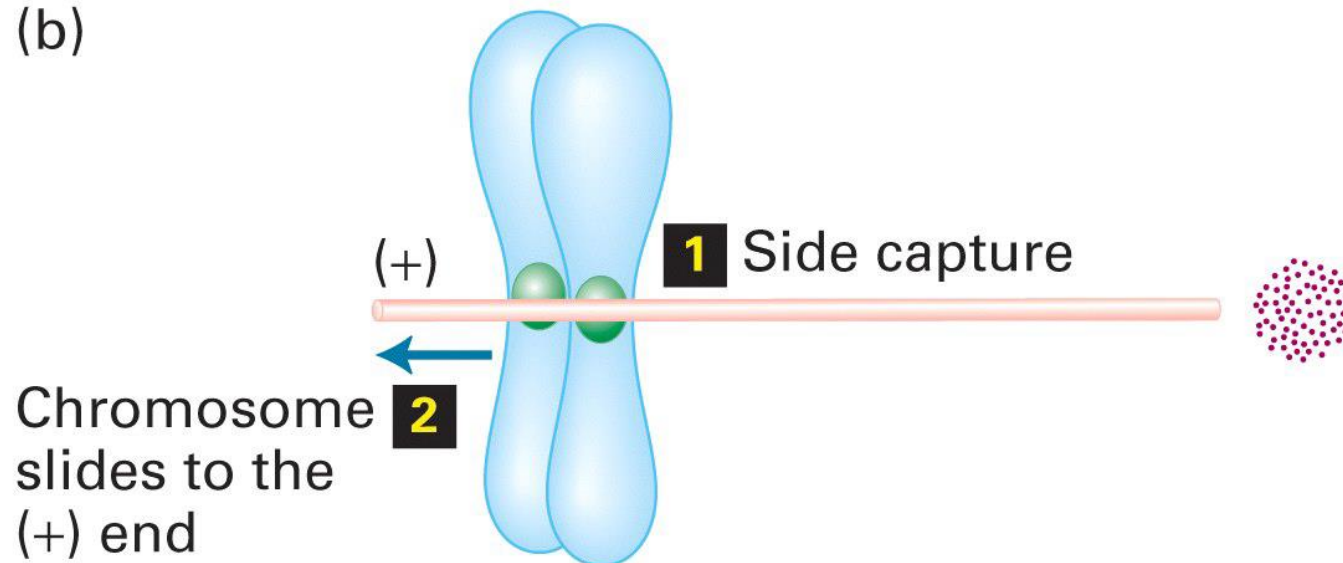


# Ligação dos fusos mitóticos aos cinetócoros – Pró-Metáfase

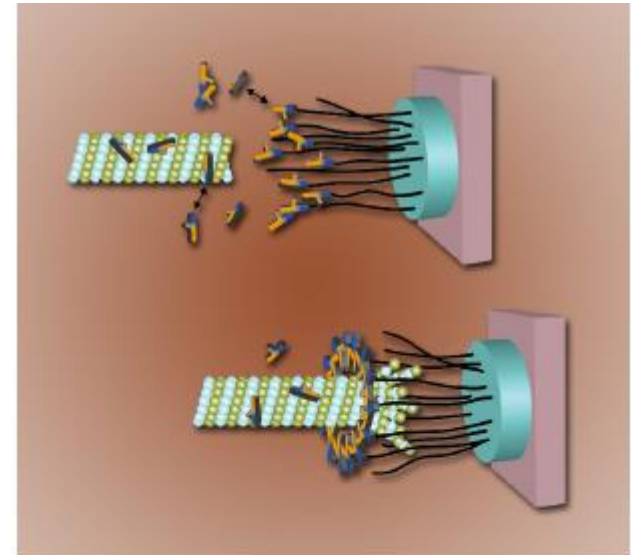
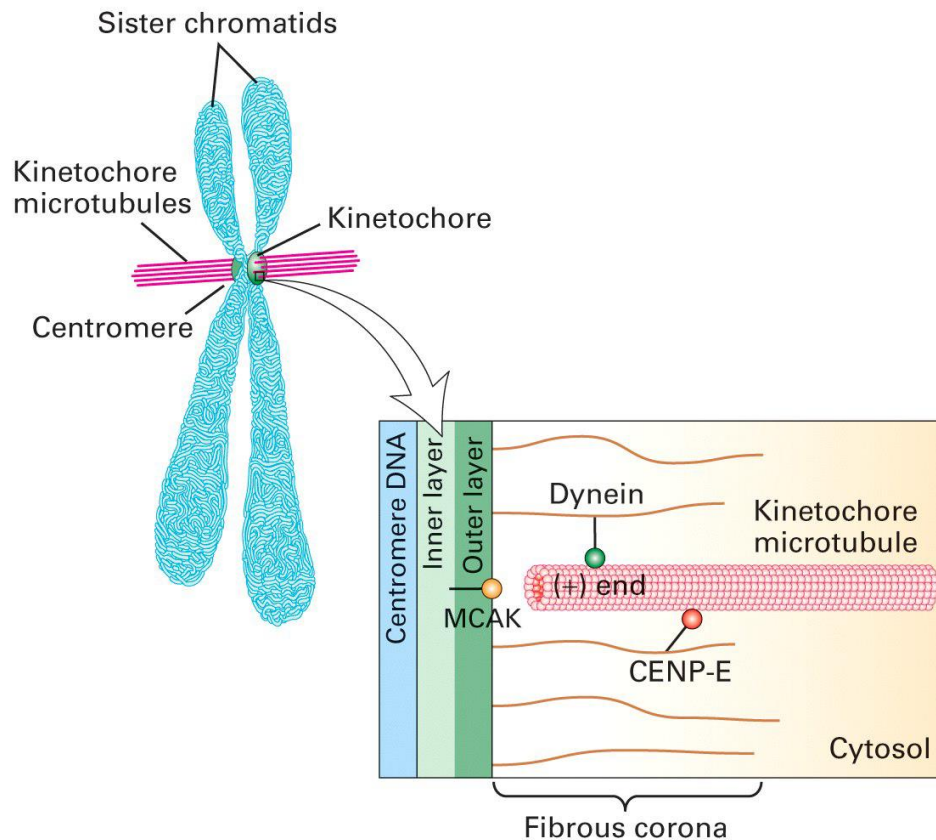
(a)



(b)



# Ligação dos fusos mitóticos aos cinetócoros – Pró-Metáfase



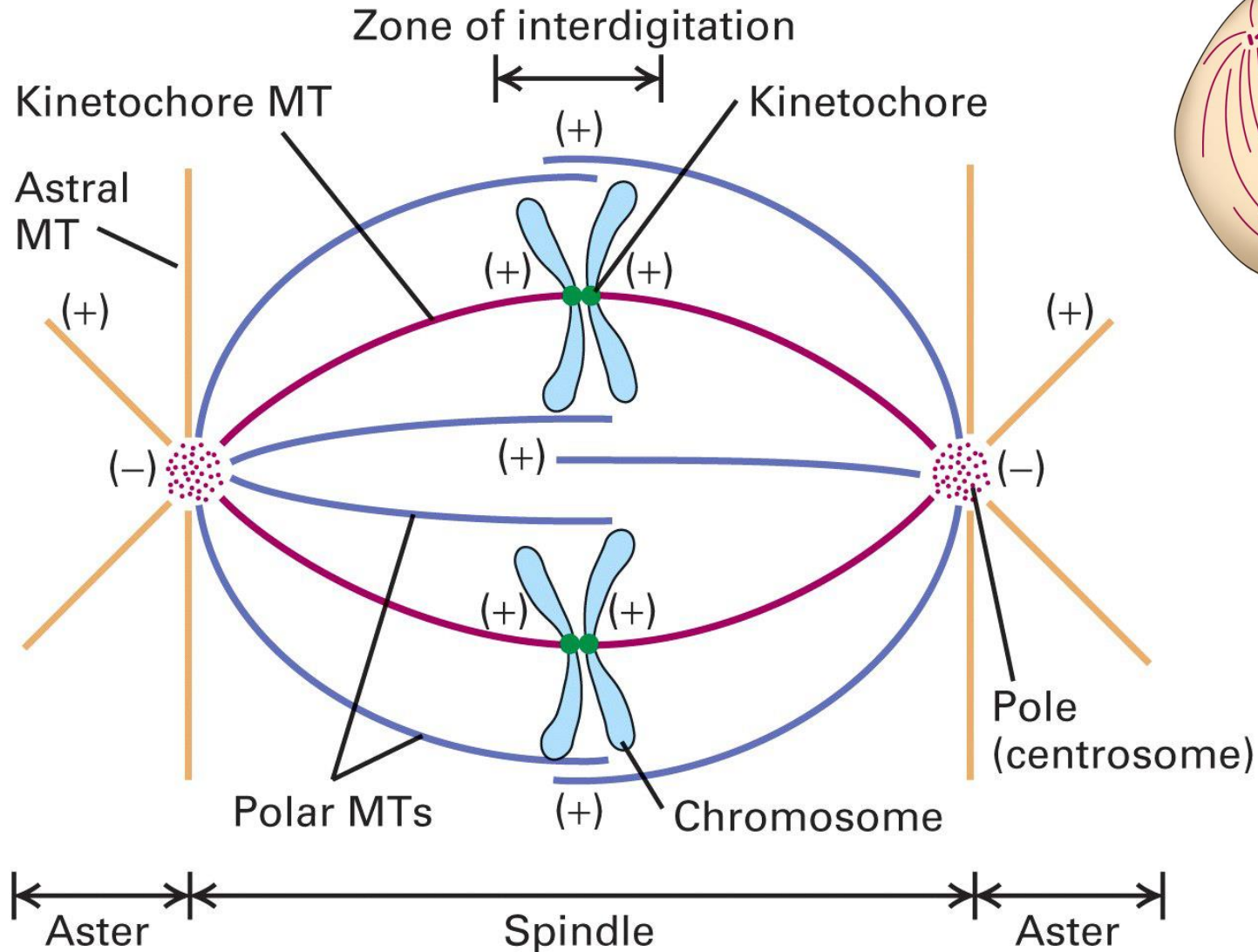
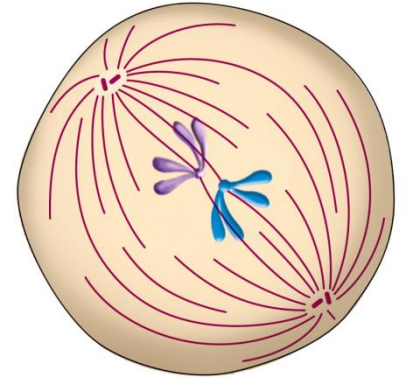
Complexo Dam1 mostrado em azul e amarelo, em solução ou associado ao cinetocoro (linhas pretas). Qdo encontram um microtúbulo eles se automontam num anel.



Modelo do complexo automontado de Dam 1

## Cromossomos no equador da célula – Metáfase

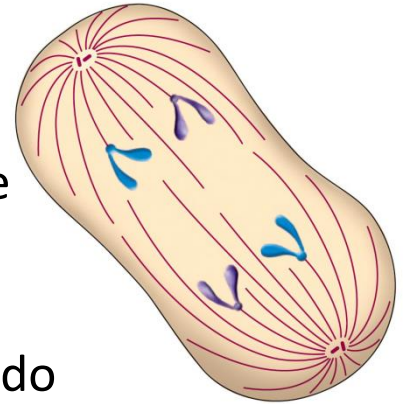
(d) Metaphase



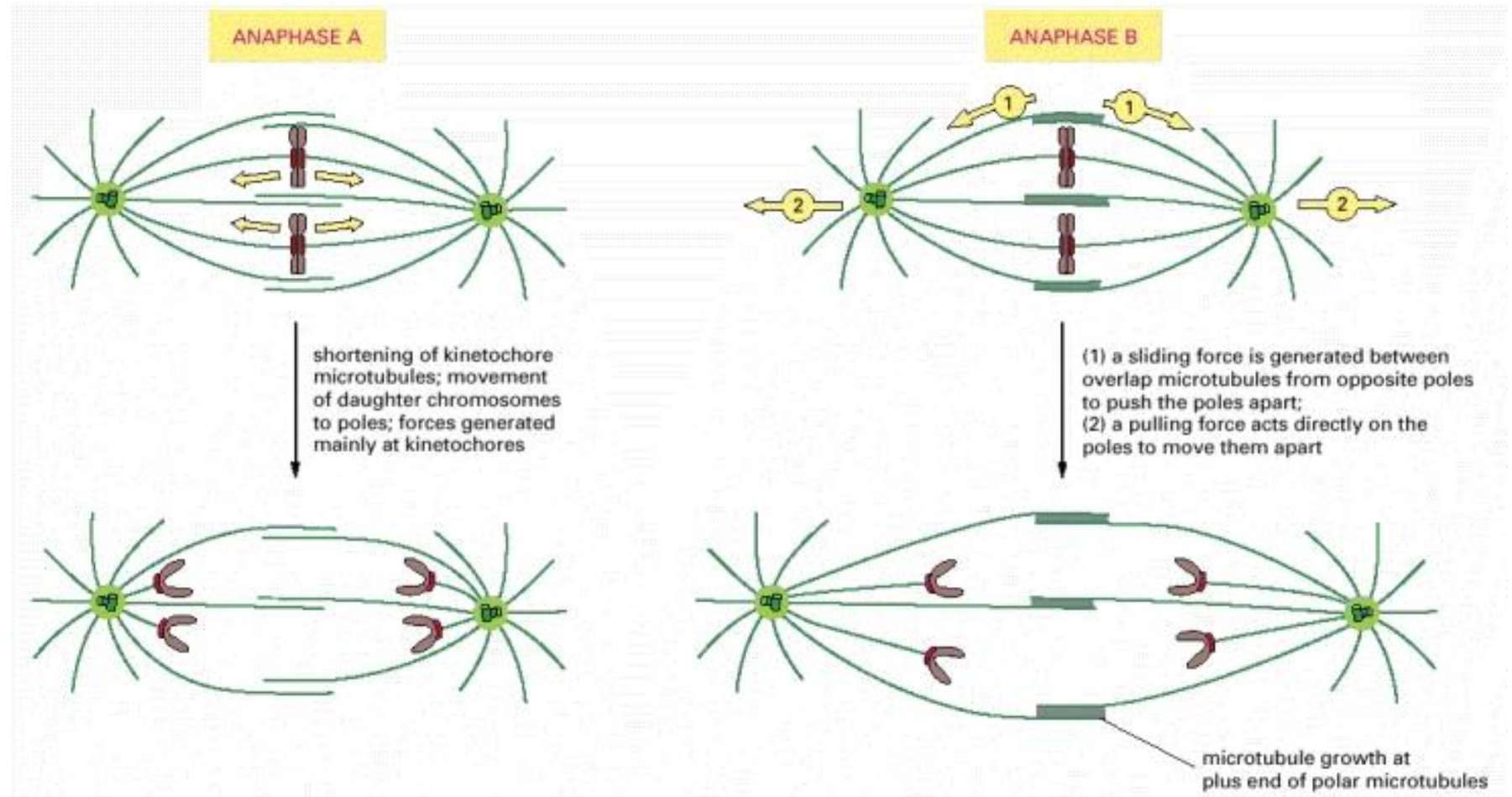
# Anáfase

- Todos os cinetocoros devem estar ligados ao fuso para que se inicie a anáfase;
- Rompimento das ligações das **coesinas** (por proteólise), ativado por um complexo promotor da anáfase (APC).
- Ocorre a liberação das cromátides-irmã;
- APC só é ativado quando todos os cromossomos estiverem biorientados no fuso mitótico

(e) Anaphase



# Anáfase



# Anáfase



(A)

20  $\mu\text{m}$

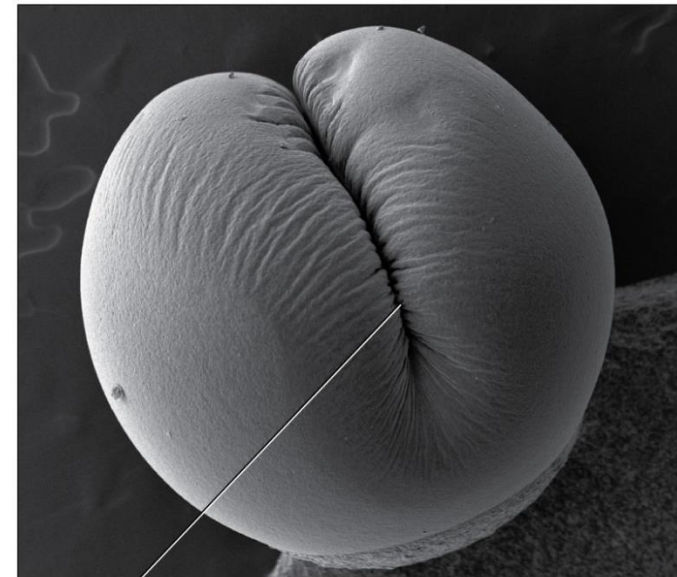
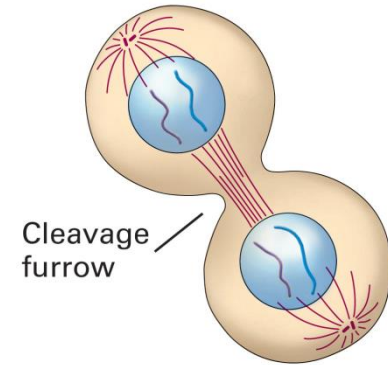


(B)

# Telófase

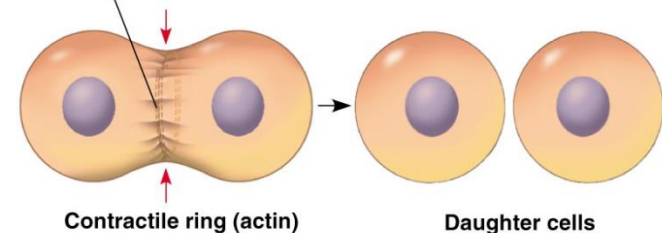
- Passo final do ciclo celular na maioria das células, inicia-se no final da Anáfase e termina na Telófase;
- A primeira mudança visível: o **sulco de clivagem**
- Em muitos eucariotos unicelulares e animais, há um **anel contrátil** sob o sulco de clivagem;

(f) Telophase

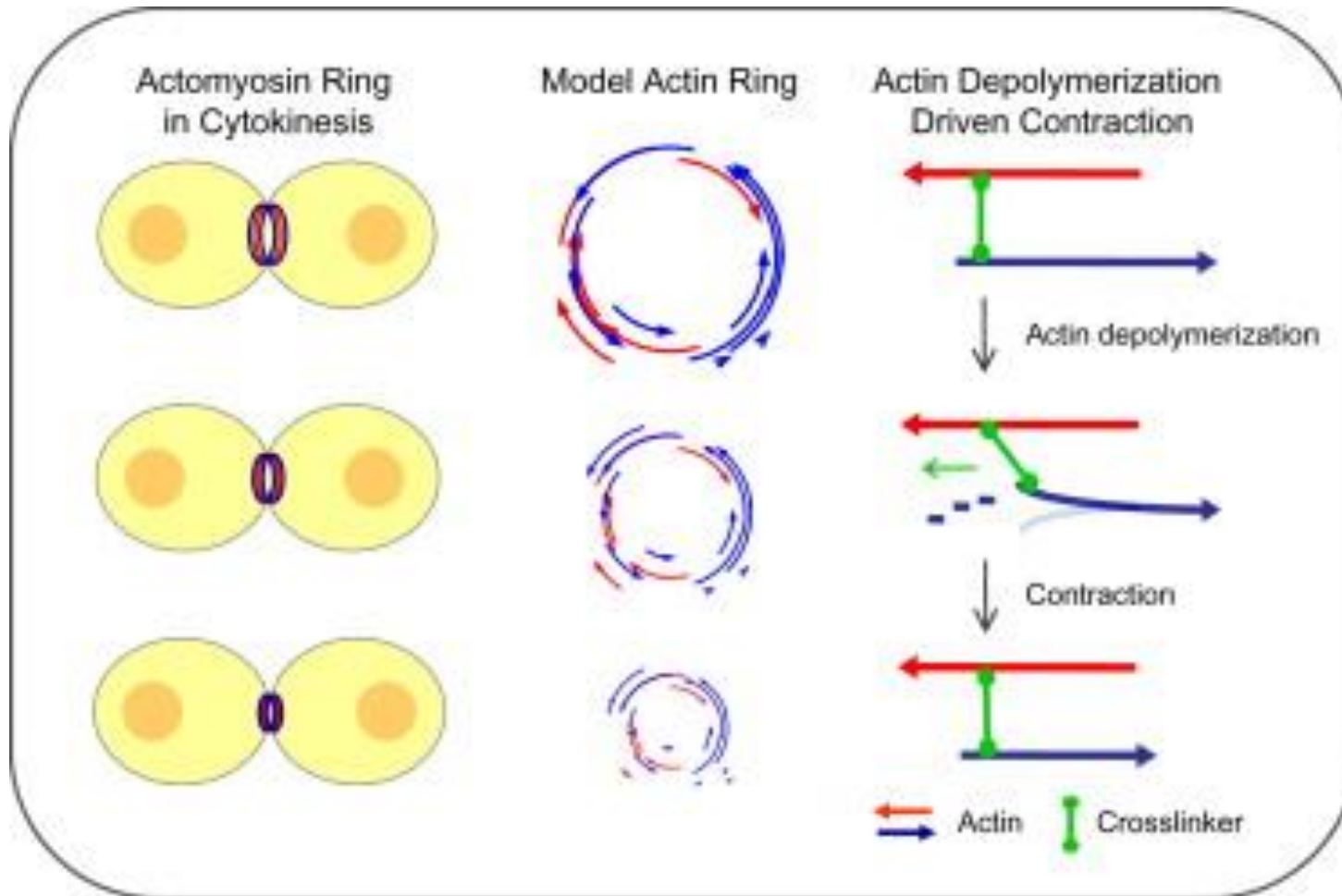


Cleavage furrow

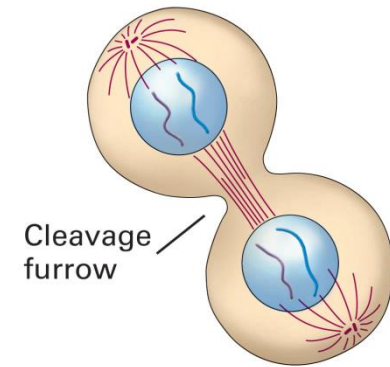
500 μm



# Telófase

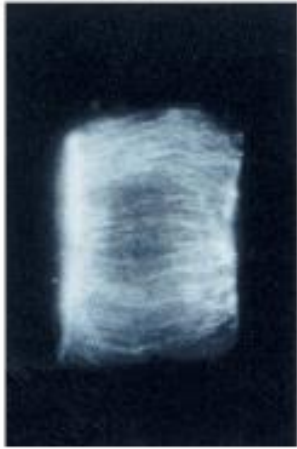


(f) Telophase

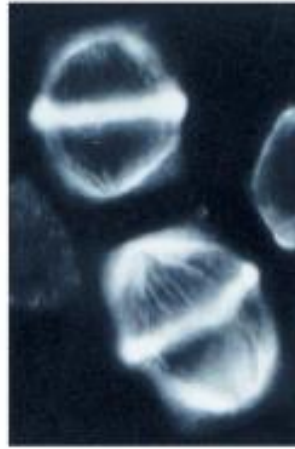


<https://www.youtube.com/watch?v=C6hn3sA0ip0>

Interphase



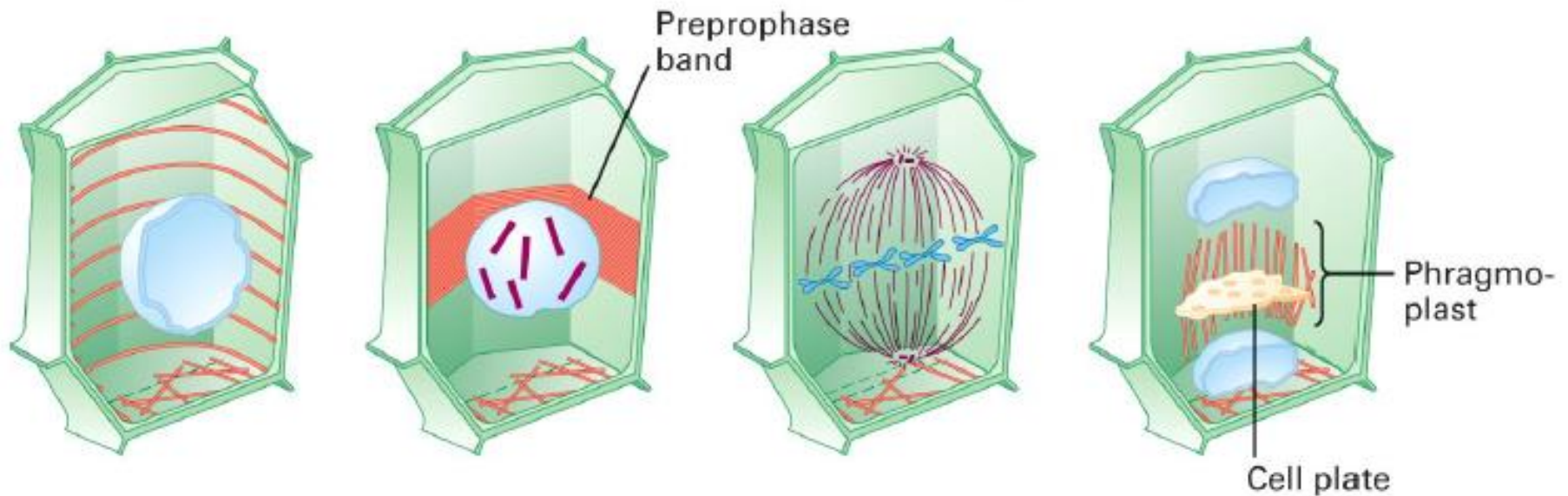
Prophase



Metaphase



Telophase



Mitose em uma célula vegetal: imunofluorescência (no topo) mostrando arranjo dos microtúbulos nas células em interfase e mitose.



Dúvidas??