



# BIOLOGIA

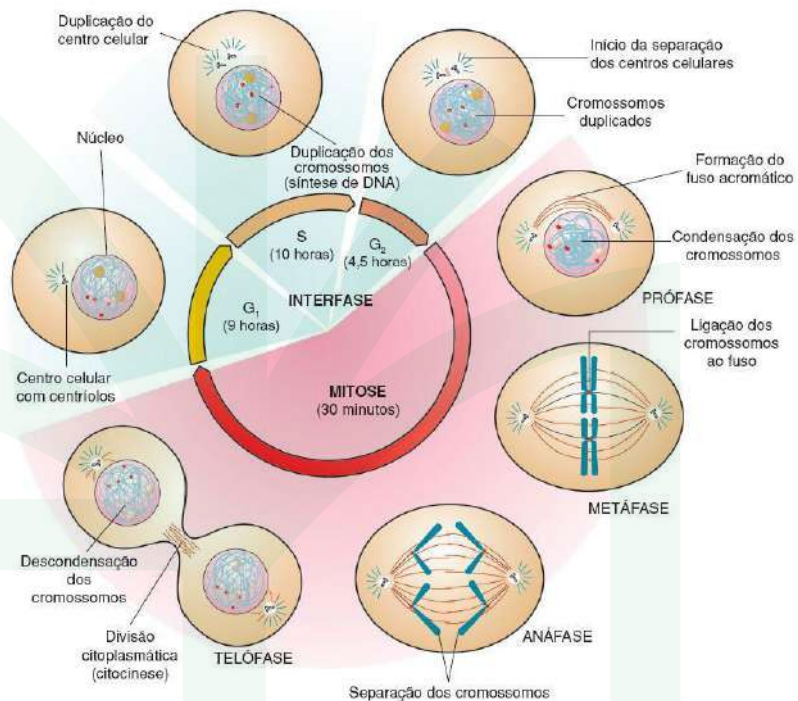
com **Arthur Jones**

Ciclo celular



# CICLO CELULAR

Durante o seu ciclo de vida, uma célula eucariota pode passar pelas seguintes fases: intérfase, prófase, metáfase, anáfase e telófase. Quando está em prófase, metáfase, anáfase e telófase, a célula encontra-se em processo de divisão ou reprodução celular; quando em intérfase, a célula não se encontra em divisão. O ciclo de vida da célula inicia a partir da divisão de uma célula pré-existente, e termina quando ela se divide em duas células-filhas.



Fonte: Thinkbio

Para entendermos as modificações que ocorrem nas células durante as fases da divisão, precisamos ver algumas características que as mesmas possuem quando se encontram em intérfase, isto é, quando não estão em divisão. A intérfase apresenta as seguintes características:

- ▶ **Carioteca Íntegra (Inteira)** – Essa membrana separa o material citoplasmático do material nuclear. Na prófase (primeira fase da divisão), a carioteca se rompe em diversos fragmentos e, com isso, misturam-se os materiais citoplasmático e nuclear, deixando de existir uma nítida separação entre o núcleo e o citoplasma. Na última fase da divisão, isto é, na telófase, uma nova carioteca será formada a partir do retículo endoplasmático.
- ▶ **Nucléolo(S) Visível(Eis)** – O nucléolo é uma formação globosa resultante da concentração de inúmeras moléculas de RNA-r, produzidas a partir da zona SAT existente em certos cromossomos. Na prófase, essas moléculas se espalham pela célula e associam-se a moléculas de proteínas, formando os ribossomos. Assim, o nucléolo deixa de ser visto (desaparecimento do nucléolo). Na telófase (última fase da divisão), formam-se novos nucléolos a partir das zonas SAT de certos cromossomos.
- ▶ **Cromatina Organizada Formando Finíssimos Filamentos** – A cromatina se organiza formando finíssimos filamentos que alguns autores denominam cromonemas. Esses filamentos apresentam regiões de eucromatina (distendida) e de heterocromatina (espiralada). Ao começar a divisão celular, as regiões de eucromatina iniciam um processo de intensa espiralização, dando origem aos cromossomos.
- ▶ **Intensa Atividade Metabólica** – Na intérfase, a célula apresenta sua maior atividade metabólica, realizando praticamente todos os processos de síntese necessários ao seu desenvolvimento e função.

Quando se prepara para sofrer um processo de divisão, a célula, ainda na intérfase, duplica o seu material genético. Assim, quando uma célula inicia um processo de divisão, ela já está com o seu material genético duplicado. Dessa forma, podemos dividir a intérfase em três subfases ou períodos: **G1**, **S** e **G2**.

► **G1**

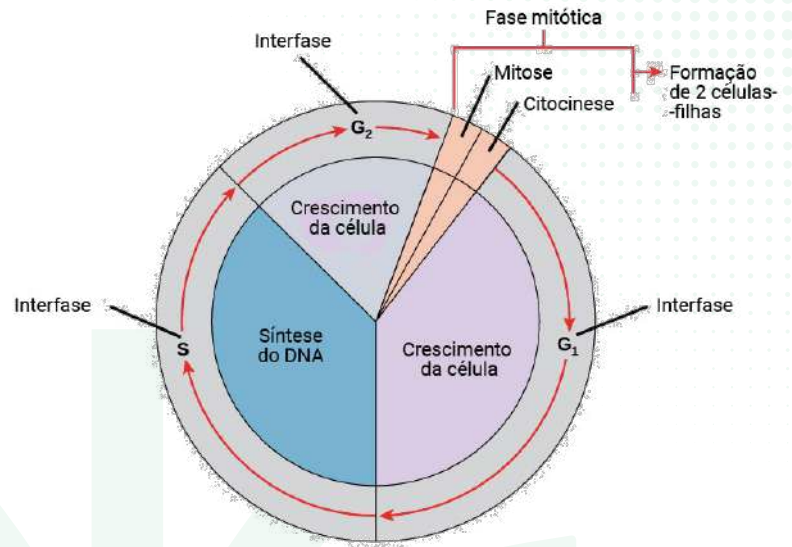
É a fase mais metabólica da célula. Em algumas células pode durar de 4 a 25 horas. É uma fase de intensa transcrição e tradução.

► **S**

É a fase que ocorre a duplicação semiconservativa do DNA. É a fase que ocorre o aparecimento das cromátides irmãs, mas, ainda não são visíveis ao microscópio.

► **G2**

É uma fase parecida com a G1, mas a intensidade metabólica diminui em decorrência do tempo, já que a célula está entrando em divisão. Nesta fase também ocorre a duplicação dos centríolos da célula.



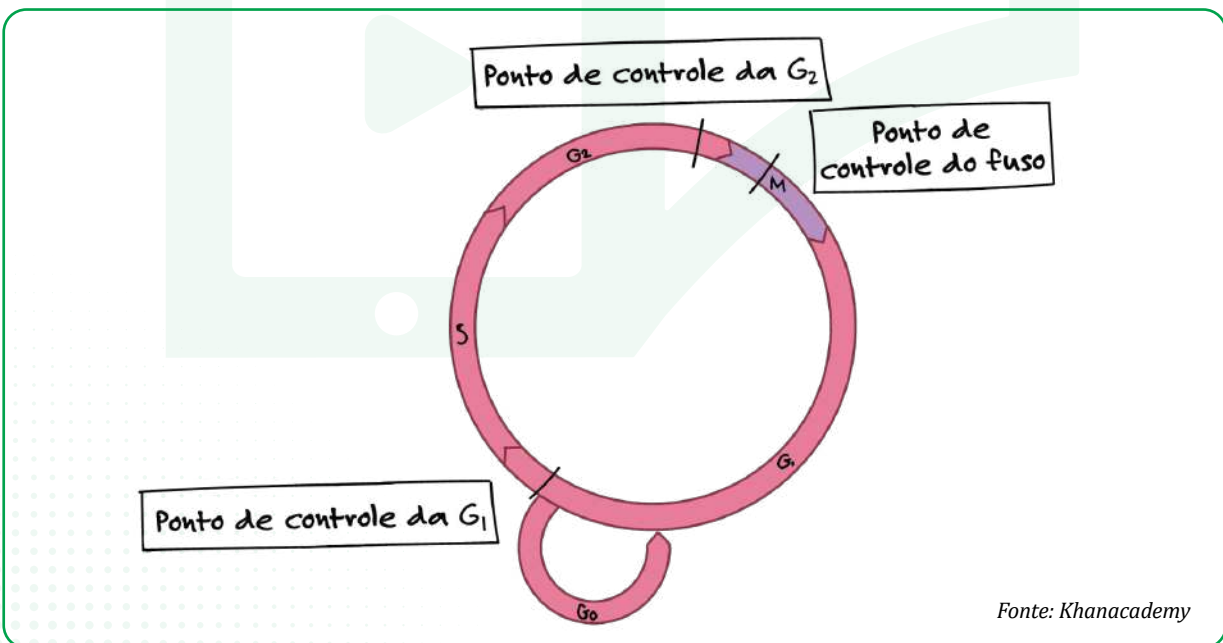
**Se liga**

**bebê**

Em casos muito especiais, como ocorre no início do desenvolvimento embrionário nas chamadas fases de segmentação, observamos que o período de intérfase é bem curto, o que promove o crescimento reduzido das células.

## PONTOS DE CHECAGEM

Durante o ciclo de vida celular, a célula identifica enzimaticamente se houve algum problema metabólico que não permita a continuidade dos processos metabólicos. O que pode provocar a apoptose celular. Em cada ponto de checagem a célula avalia se é possível avançar ou se é necessário fazer algum ajuste.



Fonte: Khanacademy

## PONTOS DE CHECAGEM DO CICLO CELULAR

O **ponto de checagem** é um estágio no ciclo celular eucarionte em que a célula examina sinais internos e externos e “decide” se irá continuar ou não a divisão celular.

Existem vários de pontos de checagem, mas os três mais importantes são:

- ▶ O ponto de checagem G1, na transição G1/S.
- ▶ O ponto de checagem G2, na transição G2/M.
- ▶ O ponto de checagem do fuso, na transição da metáfase para anáfase.

### O Câncer

O câncer é uma multiplicação desordenada das células. O câncer pode ser chamado também de neoplasia, sendo gerado por mutações do material genético. A célula cancerígena apresenta duas propriedades muito fortes, uma delas é a capacidade de formar novos vasos sanguíneos e gerar sua própria nutrição e a outra é a multiplicação desordenada de suas células podendo ou não invadir tecidos e muitas vezes os vasos sanguíneos. O processo em que uma célula normal se torna cancerígena é chamado de transformação ou carcinogênese. Os principais genes alterados durante o câncer são os **oncogenes** e genes supressores de tumores. Os **oncogenes** são responsáveis por analisar os pontos de checagem e bloquear a divisão de células que apresentam alguma alteração genética. Mutações nesses genes podem promover a multiplicação desordenada das células promovendo o aparecimento de câncer.

Os **genes supressores de tumores**, são genes que controlam a produção de proteínas como a p53 que será responsável por induzir a célula que apresenta um defeito genético a entrar em apoptose. Se os genes supressores de tumores sofrerem mutações, as células podem se dividir descontroladamente dando origem ao câncer.



**Se liga**

**mamífero**

Para que ocorra o aparecimento do câncer, é necessário que ocorra entre 3 a 20 mutações nestes genes, por isso o câncer geralmente ocorre em indivíduos mais velhos, já que para ocorrer as mutações é necessário o fator tempo.

### O glicocálix e sua função de inibição por contato

O glicocálix é uma camada de carboidratos que se localiza na face externa da membrana plasmática. Ela é responsável pelo controle da multiplicação das células. O que acontece é que as células travam a divisão celular quando uma reconhece o glicocálix da outra, este processo é chamado de inibição por contato. Nas células cancerígenas ocorre alterações do glicocálix, e essas

alterações podem promover uma desordem na inibição por contato, fazendo com que as células em multiplicação, invadam novos tecidos.

### Tumores Benignos e Malignos

O **tumores maligno** é um agrupamento de células que além de invadirem novos tecidos através das **metástases**, o que justifica o termo câncer (do grego Kancer, ‘caranguejo’, o tumor original seria o corpo do caranguejo e as metástases seriam as patas), ele produz toxinas que podem matar as células saudáveis. Células metastáticas podem invadir a corrente sanguínea e indo parar em qualquer parte do corpo do indivíduo, além dos tumores malignos consumirem nutrientes do corpo para o seu crescimento, o que pode promover falência dos órgãos. Já os tumores benignos, são menos agressivos, pois apresentam crescimento restrito. Os tumores benignos podem comprimir vasos sanguíneos e provocar isquemia em alguns tecidos pela falta de oxigenação.

#### **Fatores de risco:**

- ▶ Predisposição genética
- ▶ Fumo
- ▶ Álcool
- ▶ Alimentação inadequada
- ▶ Radiação ionizante
- ▶ Vírus oncogênicos

## DIVISÃO CELULAR

### MITOSE

Os biólogos costumam destacar, dentro do processo de divisão celular, dois momentos: um que corresponde à formação de dois núcleos filhos, a mitose propriamente dita, e outro em que o citoplasma celular é dividido em dois, completando o processo de divisão da célula, a citocinese.

O termo “mitose” deriva da palavra grega mitos, que significa “tecer com fios” e é uma alusão ao fato de os fios cromossômicos se tornarem visíveis ao microscópio, no decorrer do processo de divisão celular. A mitose é um processo contínuo, com duração aproximada de uma hora, durante os quais a célula passa por profundas transformações, que culminam com sua divisão em duas células filhas. Ao longo desse processo, é possível reconhecer eventos marcantes que ocorrem nas células, escolhidos pelos cientistas para dividir a mitose em quatro fases. Estas são, em sequência: **PRÓFASE, METÁFASE, ANÁFASE E TELÓFASE**.

### Objetivos da Mitose

- ▶ Reprodução de seres unicelulares;
- ▶ Crescimento dos seres pluricelulares;
- ▶ Renovação de tecidos;
- ▶ Regeneração, reposição e cicatrização de tecidos;
- ▶ Formação de gametas nos vegetais;

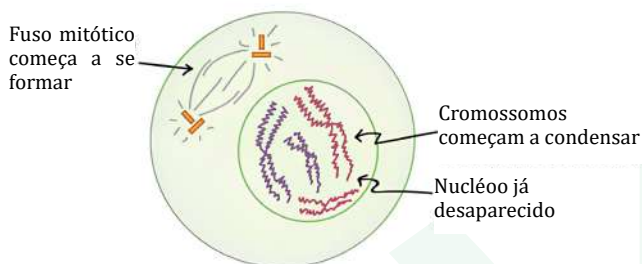


## Fases da Divisão Celular Mitótica

### Prófase

É a primeira fase da mitose. Nela, observamos as seguintes características:

#### Estágio inicial da Prófase



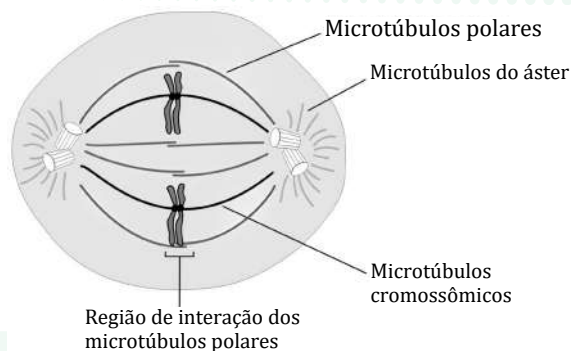
Fonte: Khanacademy

- ▶ **Início da espiralização (condensação) dos cromossomos** – Os cromossomos já duplicados (lembre-se de que a duplicação ocorre na intérfase) começam a se espiralizar (condensar) e, à medida que vão se espiralizando, tornam-se mais curtos, porém mais grossos e, portanto, mais visíveis, tudo graças a ação da CONDENSINA, uma proteína que promove a condensação cromossômica. O início da prófase é marcado pelo início da condensação dos cromossomos.
- ▶ **Desaparecimento do(s) nucléolo(s)** – As moléculas de RNA-r que formam o nucléolo começam a se espalhar pela célula e se associam a moléculas de proteínas, formando os ribossomos. Assim, à medida que a prófase progride, o(s) nucléolo(s), gradualmente, vai (vão) deixando de ser visto(s), até desaparecer(em) por completo ao final da prófase.
- ▶ **Início da formação do fuso** – O fuso mitótico (fuso acromático, aparelho mitótico) é um conjunto de fibras proteicas, formadas por microtúbulos, resultantes da polimerização de proteínas citoplasmáticas denominadas tubulinas. Quando a célula possui diplossomo, na intérfase, dá-se a duplicação dessas organelas e, na prófase, as fibras do fuso organizam-se entre os pares de centríolos. Assim, à medida que as fibras do fuso vão se alongando, os diplossomos são empurrados para os polos celulares. Ao redor de cada par de diplossomos, surgem também fibras de proteínas que, dispostas radialmente, formam o áster.



Se liga

mamífero



Fonte: CECIERJ.com

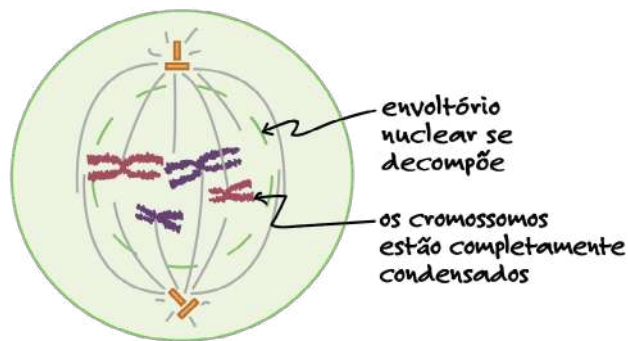
Devido à presença dos diplossomos e, conseqüentemente, do áster, fala-se que nessas células a mitose é centríca e astral.

Quando as células não possuem diplossomo, como nos vegetais superiores, o fuso forma-se com a mesma eficiência. Quando não têm diplossomo, também não terão áster e, nesse caso, fala-se que a mitose é acêntrica e anastral.

**Desaparecimento da carioteca** – Ao final da prófase, a membrana nuclear (carioteca) fragmenta-se em diversos pedaços e, com isso, o material citoplasmático mistura-se com o material nuclear. Conforme vimos, o sistema de fibras que constitui o fuso mitótico, cuja função é separar os cromossomos e encaminhá-los para os polos celulares, começa a se formar na prófase. Uma vez que o fuso se forma no citoplasma, é necessário que a carioteca desapareça para permitir que os cromossomos entrem em contato com as fibras do fuso. Essa fragmentação da carioteca marca o fim da prófase e o início da metáfase. Para alguns autores, essa fragmentação caracteriza uma outra fase da divisão celular que eles denominam de prometáfase.

### Prometáfase

#### PRÓFASE AVANÇADA (PROMETÁFASE)



Fonte: Khanacademy

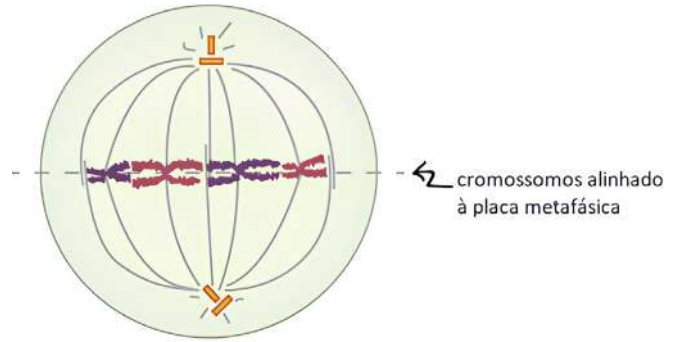


Anote aqui

## Metáfase

O termo metáfase (do grego meta, meio) faz alusão ao fato de os cromossomos, nessa fase, arranjam-se na região mediana (equatorial) da célula. A metáfase mitótica apresenta as seguintes características:

**Máximo desenvolvimento do fuso** – Os microtúbulos do fuso mitótico, que começaram a se formar na prófase, atingem na metáfase o seu máximo desenvolvimento. Nesse fuso, distinguimos os microtúbulos polares (ou fibras contínuas) que se dispõem de um polo celular a outro e os microtúbulos cinetocóricos (ou fibras cromossômicas centroméricas) que se ligam aos cinetócoros de cada cromátide-irmã. Nas células que possuem centríolos, também existem microtúbulos dispostos radialmente a partir de cada diplosomo, formando áster.

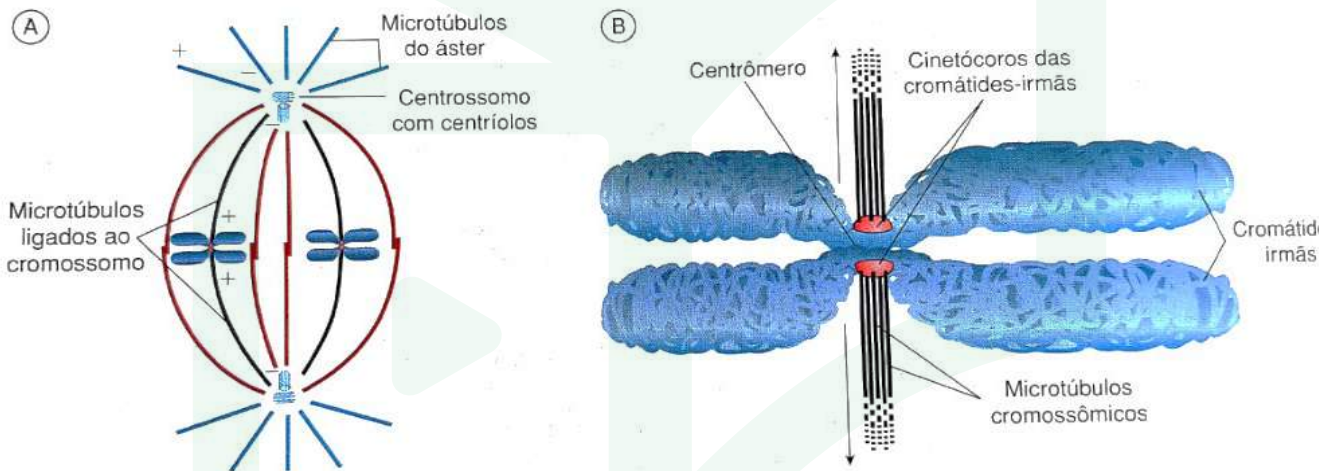


Fonte: Khanacademy.com

## Máxima espiralização dos cromossomos

A espiralização dos cromossomos, que teve início na prófase, atinge o seu grau máximo na metáfase. Essa máxima espiralização dos cromossomos faz com que essas estruturas se tornem mais curtas, porém mais grossas. Por isso, a metáfase é a melhor fase para visualização e estudo dos cromossomos.

Estes, altamente condensados (espiralados), ligam-se às fibras do fuso por meio dos centrômeros. Como na metáfase, os cromossomos que se encontram no máximo de sua espiralização são mais facilmente visualizados.



Fonte: Googleimagens



Se liga

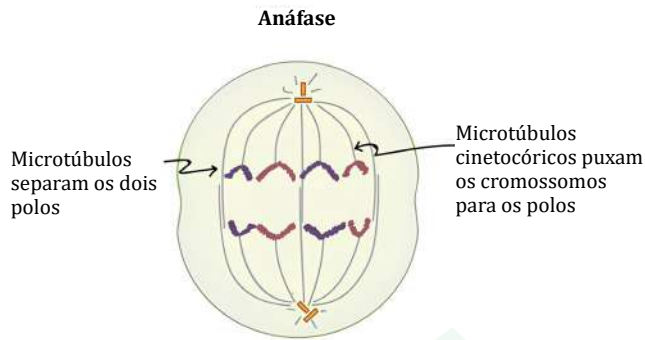
**mamífero**

Algumas substâncias, como a colchicina, podem ser utilizadas experimentalmente para interromper a mitose nessa fase. Com isso, é possível estudar melhor o número, a forma e o tamanho dos cromossomos. A colchicina age impedindo a organização dos microtúbulos do fuso sem, contudo, impedir a condensação dos cromossomos.

**Ordenação (alinhamento) dos cromossomos no plano equatorial** – Todos os cromossomos se dispõem no mesmo plano, no equador (região mediana) da célula, formando a chamada placa equatorial ou placa metafásica. A ligação dos cromossomos ao fuso permite que as cromátides-irmãs (cromátides unidas pelo centrômero) fiquem corretamente direcionadas, cada uma voltada para um dos polos da célula.

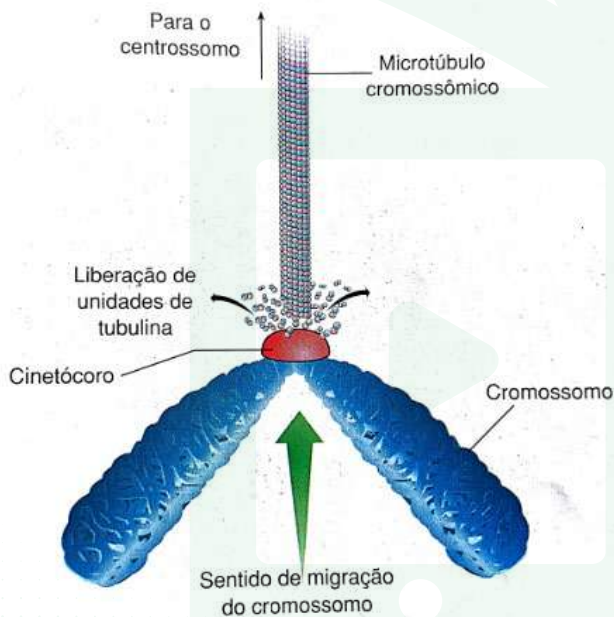
## Anáfase

O termo anáfase (do grego ana, separação) refere-se à separação das cromátides-irmãs de cada cromossomo para os polos opostos da célula. Essa fase caracteriza-se por:



Fonte: Khanacademy

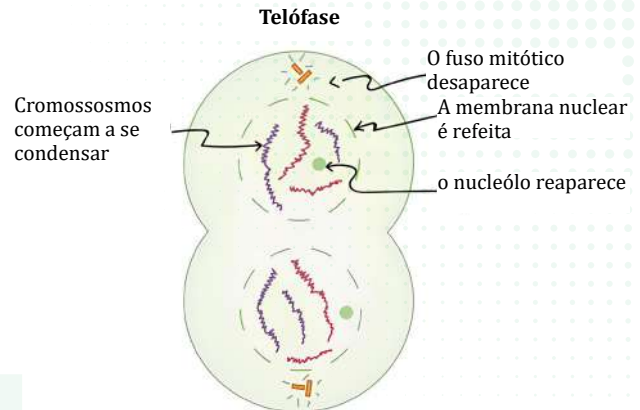
**Encurtamento das fibras do fuso** – As fibras do fuso, às quais se prendem os centrômeros, sofrem um encurtamento ou retração, puxando as cromátides (que agora já são cromossomos simples) para os polos celulares.



Fonte: Googleimagens

**Ascensão polar dos cromossomos ou migração dos cromossomos-irmãos para os polos** – Os cromossomos-irmãos (resultantes da separação das cromátides-irmãs) separam-se, sendo puxados pelas fibras do fuso para os polos celulares opostos. Assim, cada polo da célula recebe o mesmo material cromossômico. A anáfase termina quando os cromossomos chegam aos polos.

## Telófase



Fonte: Khanacademy

É a fase final (do grego telos, fim) da mitose. Suas principais características são:

- **Descondensação ou desespiralização dos cromossomos** – Os cromossomos simples, já situados nos polos celulares, desespiralizam-se.
- **Desaparecimento das fibras do fuso** – As moléculas de tubulina que formam as fibras do fuso (microtúbulos) sofrem despolimerização e espalham-se pela célula.
- **Reorganização (reaparecimento) da carioteca** – Em cada polo celular, em torno de cada conjunto cromossômico, organiza-se uma carioteca, formada a partir das membranas do retículo endoplasmático. Começa, então, a organização de um núcleo em cada polo celular.
- **Constituição (reaparecimento) do(s) nucléolo(s)** – Em cada núcleo que se organiza em cada polo da célula, reaparece(m) o(s) nucléolo(s), formado(s) a partir da zona SAT existente em certos cromossomos.
- **Citocinese** – O citoplasma celular divide-se em duas metades iguais, surgindo, assim, duas células-filhas. Quando ocorre essa divisão, há também uma distribuição equitativa dos orgânulos citoplasmáticos entre as duas células-filhas. Muitas vezes a citocinese tem início na anáfase e termina ao final da telófase.

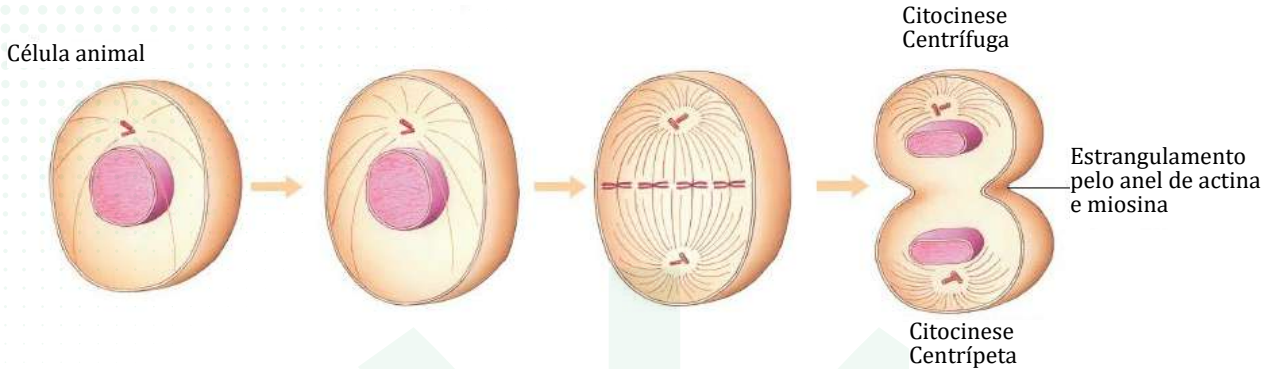


**Anote aqui**



## Citocinese Centrípeta

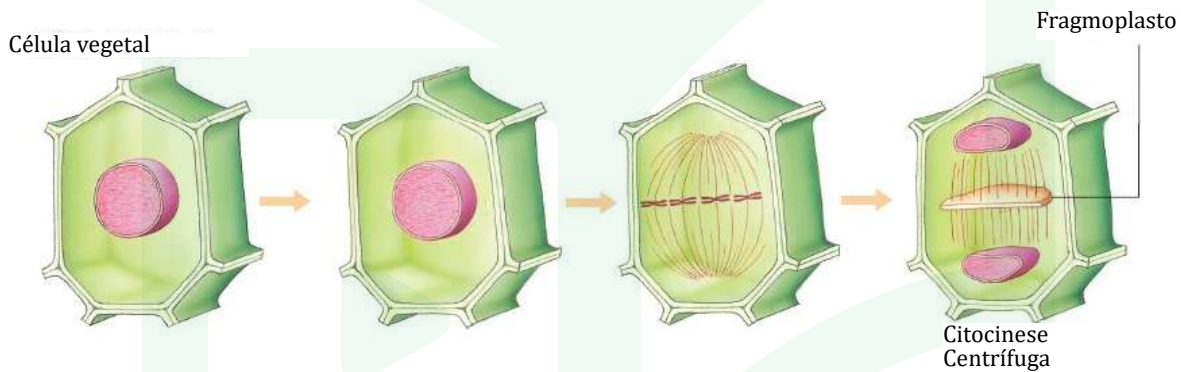
Nas células animais, a citocinese é centrípeta (de fora para dentro) e decorre da invaginação da membrana plasmática que divide a célula em duas outras. Este tipo de citocinese depende de um anel proteico de actina e miosina que vão estrangular o citoplasma até a célula de dividir por completo.



Fonte: Rumoamedicina

## Citocinese Centrífuga

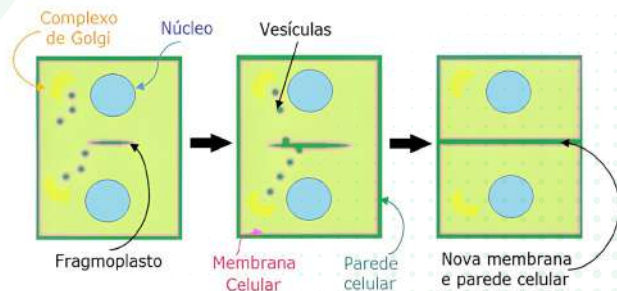
Nas células dos vegetais, a citocinese é centrífuga (de dentro para fora) e decorre da formação de microvesículas, denominadas fragmoplastos, oriundas do sistema golgiense e repletas de substâncias pécticas (pectinas) que se organizam na região central do citoplasma. Ao se fundirem, essas microvesículas vão dividindo a célula do centro para a periferia até separá-las em duas metades (duas células-filhas). Com essa divisão, as substâncias pécticas se dispõem entre as duas células-filhas, formando a lamela média.



Fonte: Rumoamedicina

### Se liga mamífero

O fragmoplasto, uma estrutura vital na divisão celular das plantas, forma-se durante a telófase da mitose ou meiose. Originado a partir de vesículas do complexo golgiense, migra para o plano equatorial da célula, guiado por microtúbulos. Sua função principal é orientar a deposição de novos componentes da parede celular, facilitando a formação da placa celular entre as células filhas. Ao organizar a deposição de polissacarídeos e outros materiais celulares, o fragmoplasto garante a correta separação das células após a divisão, contribuindo para a formação de tecidos e órgãos saudáveis nas plantas. Esta estrutura dinâmica pode se ajustar para acomodar diferentes formas e tamanhos celulares, garantindo uma divisão precisa e eficiente em uma ampla gama de condições ambientais.



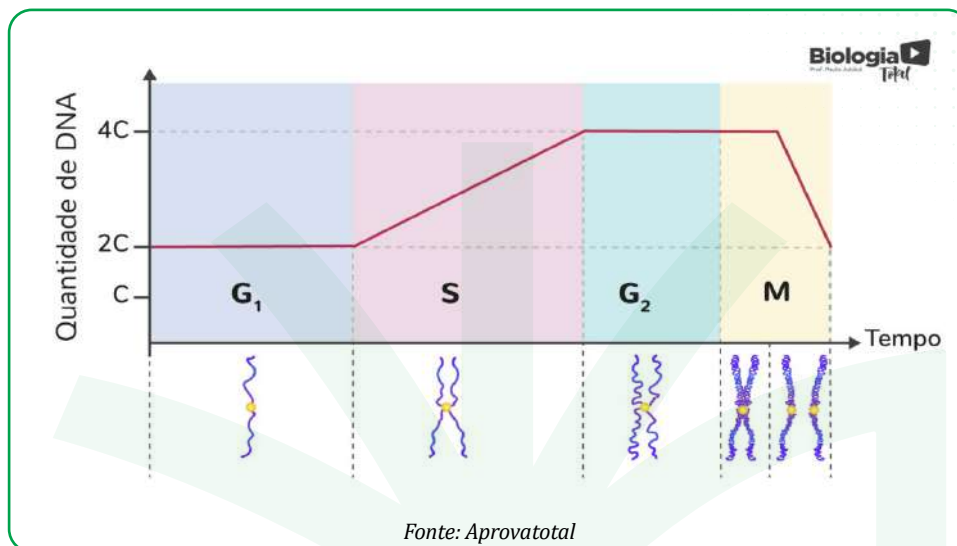
Fonte: Museu Escola - Unesp Botucatu /SP



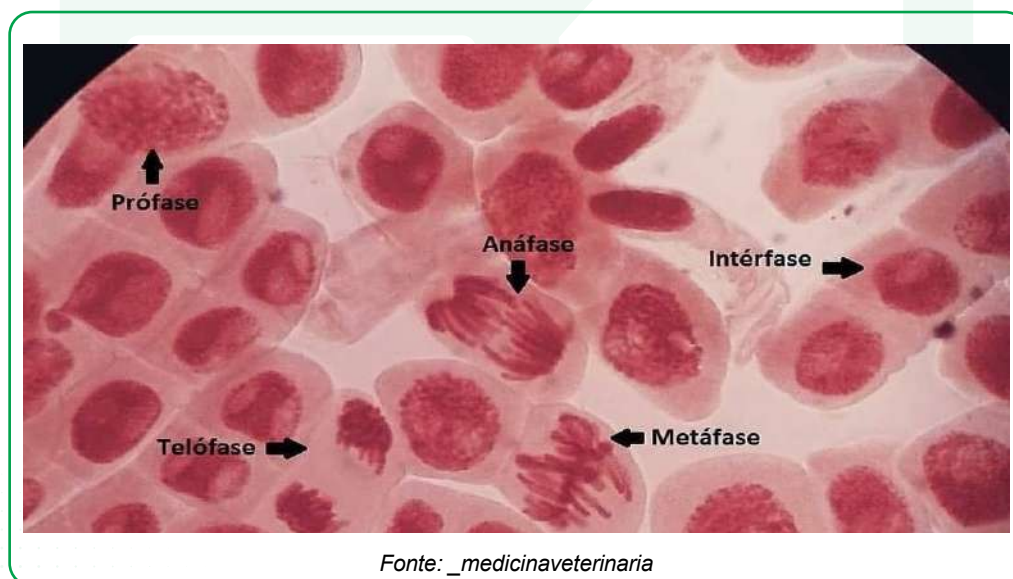
## DIFERENÇAS ENTRE A MITOSE DE CÉLULAS ANIMAIS E VEGETAIS

- ▶ Nos animais, a mitose é **cêntrica** (presença de centríolos), enquanto, nos vegetais superiores, é acêntrica (ausência de centríolos).
- ▶ Nos animais, a mitose é **astral** (presença do áster ao redor dos diplossomos), enquanto, nos vegetais superiores, é anastral (ausência de áster).
- ▶ Nos animais, a citocinese é centrípeta, enquanto, nos vegetais, é centrífuga.

## QUANTIDADE DE DNA NA MITOSE



## MITOSE EM FOTOGRAFIAS



- ▶ A célula em interfase pode ser distinguida pela presença de um núcleo uniforme, indicando a existência da carioteca, e pelo material genético homogêneo, sugerindo que os cromossomos não estão individualizados e que o material genético está descondensado.
- ▶ Durante a prófase, a célula exibe um núcleo irregular devido à desorganização da carioteca, enquanto o material genético começa a adquirir heterogeneidade à medida que se condensa.
- ▶ Na metáfase, os cromossomos se encontram bem individualizados e espiralizados, posicionando-se aproximadamente na região central da célula, formando a placa equatorial.
- ▶ Durante a anáfase, os cromossomos assumem uma configuração em forma de "V" deitada, com os vértices direcionados para os polos da célula, indicando que os cromossomos-filhos estão migrando em direção a esses polos opostos.
- ▶ Por fim, na telófase, a célula apresenta dois núcleos menores em comparação com o núcleo presente na célula em interfase, sugerindo que a cariocinese (divisão do núcleo) foi completada.

# REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

- AMABIS, Jose Mariano. Fundamentos da Biologia Moderna. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2002.
- BURNIE, David. Dicionário Temático de Biologia. São Paulo: Scipione, 2001.
- CORSON, Walter H. ed. Manual Global de Ecologia: o que você pode fazer a respeito da crise do meio ambiente. São Paulo: Augustos, 1996.
- FAVARETTO, Jose Arnaldo. Biologia. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2003.
- MORANDINI, Clezio & BELLINELLO, Luiz Carlos. São Paulo: Atual, 1999.
- PAULINO, Wilson Roberto. Biologia. São Paulo: Ática, 1998.
- SILVA Jr, Cesar da & SASSON, Sezar. Biologia. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- SOARES, Jose Luis. Biologia. São Paulo: Scipione, 1997.
- UZUNIAN, Armenio. Biologia. 2 ed. São Paulo: Harbra, 2004.
- ZAMPERETTI, Kleber Luiz. Biologia Geral. Rio Grande do Sul: Sagra-dc Luzzatto, 2003.
- FUTUYMA, Douglas J. Biologia Evolutiva. 2 ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1993.
- GOWDAK, Demetrio. Biologia. São Paulo: FTD, 1996.
- MORANDINI, Clezio & BELLINELLO, Luiz Carlos. São Paulo: Atual, 1999.
- PAULINO, Wilson Roberto. Biologia. São Paulo: Ática, 1998.
- SILVA Jr, Cesar da & SASSON, Sezar. Biologia. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- SOARES, Jose Luis. Biologia. São Paulo: Scipione, 1997.
- UZUNIAN, Armenio. Biologia. 2 ed. São Paulo: Harbra, 2004.
- ZAMPERETTI, Kleber Luiz. Biologia Geral. Rio Grande do Sul: Sagra-dc Luzzatto, 2003.
- FAVARETTO, J. A . e MERCADANTE, C.. Biologia, Vol. Único. São Paulo, Moderna, 2000.
- LINHARES, S. e GEWANDSZNAJDER. Biologia Hoje. Vols. 1, 2 e 3. Editora Ática, 1996.
- LOPES, S., Bio, Volumes 1, 2 e 3., Saraiva, 1997.
- SOARES, J. L.. Biologia no Terceiro Milênio, vols. 1, 2 e 3., São Paulo, 1998.
- EDITORA
- CHEIDA, L.E. Biologia Integrada, Vol. 1, 2, 3 , São Paulo, Moderna, 2002.
- AMABIS e MARTHO, Fundamentos da Biologia Moderna, vol. Único, Moderna, São Paulo, 2003.
- PAULINO, W. R., Biologia, Vols. 1, 2, 3, Ática, São Paulo, 2002





*Estamos juntos nessa!*



CURSO  
**FERNANDA PESSOA**  
ONLINE

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.