

**DIVISÃO CELULAR - MITOSE****CONCEITOS INICIAIS**

Processo pelo qual as células de animais e/ou vegetais se dividem, produzindo, cada uma, duas células idênticas à original. A reprodução de células-filhas iguais à original tem como finalidade repor as células mortas no organismo, ou possibilitar o aumento do número delas nos processos de crescimento. É uma forma de divisão celular que gera células geneticamente idênticas às células iniciais. Ou seja, nela **não há variabilidade genética**. A partir de uma célula somática diplóide (célula-mãe), duas outras células somáticas diplóides (células-filhas) são formadas. O processo mitótico apresenta-se dividido em quatro etapas: **prófase, metáfase, anáfase e telófase**.

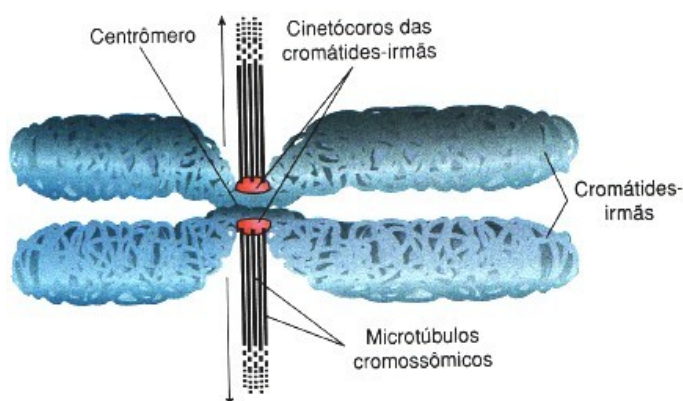
**PRÓFASE**

Esta fase caracteriza-se por ser a mais longa das fases da mitose, apresentando os seguintes eventos importantes:

**Entrada de água na célula:** Isto visa a tornar o citoplasma mais fluido promovendo a passagem de gel para sol (solação no tixotropismo). Estando o citoplasma mais fluido, os cromossomos o atravessam com maior facilidade, para que se desloquem aos pólos da célula em divisão, durante a anáfase.

**Espiralização ou condensação dos cromossomos:** Durante a intérfase os cromossomos encontram-se desespiralados (descondensados), sendo assim, extremamente longos para um espaço tão pequeno quanto o núcleo. Desta forma, para que ocorra a separação dos cromossomos na divisão celular, o início da condensação ocorre para reduzir-lhe o comprimento e aumentar o diâmetro, facilitando fenômenos como o posicionamento na placa equatorial, a ligação com o fuso e a separação dos mesmos. Nesta fase, começa a evidenciar as duas cromátides do cromossomo duplo (cromátides-irmãs).

**Formação dos cinetócoros** – Proteínas especializadas presentes no núcleo organizam-se no centrômero de cada cromátide-irmã, formando um complexo protéico denominado cinetócoro. Desta maneira, cada cromossomo duplicado passa a ter dois cinetócoros, uma para cada cromátide-irmã.



**Desorganização da carioteca** – Isto visa a permitir que os cromossomos se liguem às fibras do fuso e se dirijam aos pólos das células.

**Desaparecimento dos nucléolos** – Os nucléolos são estruturas formadas por RNAr e proteínas cuja função é produzir ribossomos (de mesma composição), que serão enviados ao citoplasma para a realização de síntese protéica. Ao eliminar ribossomos, o nucléolo vai progressivamente perdendo parte de seus elementos constituintes e desaparecendo. Entretanto, a síntese de mais RNAr pelo DNA na intérfase (a região do DNA responsável pela formação de RNAr é a região organizadora de nucléolo, também conhecida como zona SAT) repõe o RNAr que saiu com os ribossomos, de forma que o volume do nucléolo não se altera.

**Duplicação dos centríolos** – Os diplossomas se duplicam e cada um deles migra para um pólo da célula, com auxílio de microtúbulos especiais denominados fibras polares, que se estendem de um pólo a outro da célula. Lá nos pólos, os centríolos originam as fibras do áster, que vão manter o fuso acromático ancorado nessas regiões.

**Formação das fibras do fuso (aparelho mitótico ou fuso acromático):** As fibras do fuso (polares e cinetocóricas) formam-se pela polimerização de microtúbulos citoplasmáticos, e não pelo centríolo como há pouco tempo se afirmava. Algumas fibras polares se ligam a estruturas denominadas de cinetócoros, que são estruturas localizadas no centrômero do cromossomo. Cada centrômero possui dois cinetócoros. As fibras polares que se ligam aos cinetócoros passam a ser denominadas fibras cinetocóricas. O fuso não é visível em fotografias de células em divisão.

**PROMETÁFASE**

A **prometáfase** se inicia após a desorganização da carioteca, quando nucleoplasma e citoplasma se misturam. Nela, completa-se a formação do aparelho mitótico. Os microtúbulos que estão organizando as fibras do fuso começam a entrar na área que correspondia ao núcleo, onde estão os cromossomos. Estas fibras do fuso podem então se ligar ao cinetócoro do centrômero de cada uma das cromátides-irmãs, originando fibras cinetocóricas ou cromossômicas.

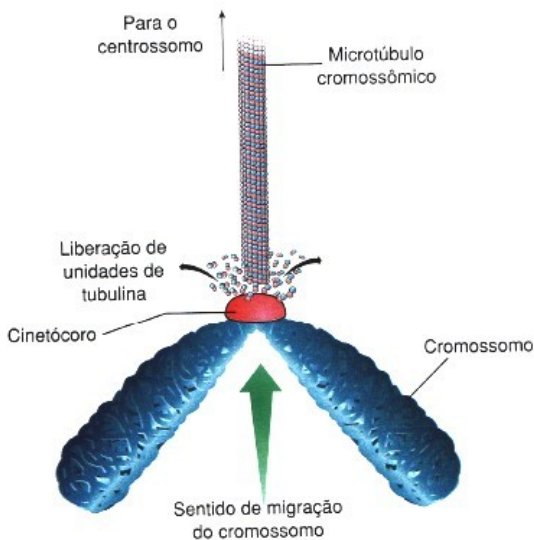
As duas fibras cinetocóricas se localizam em lados opostos do centrômero, voltadas para os polos da célula. Cada cromátide está presa, devido ao cinetócoro, aos microtúbulos do fuso acromático. Estes microtúbulos do fuso cromático começam a deslocar os cromossomos para a região equatorial da célula, num movimento denominado metacinese.

**A prometáfase vai do momento em que a carioteca se desorganiza, passando pela ligação das fibras do fuso aos cinetócoros, até a organização dos cromossomos na placa equatorial.** Assim que os cromossomos atingem e se organizam na placa equatorial, termina a prometáfase e começa a metáfase.

Os cromossomos encontram-se alinhados em um mesmo plano na região equatorial da célula, denominado placa metafásica ou equatorial. Enquanto os cromossomos permanecem estacionários, verifica-se no citoplasma intensa movimentação de partículas e organelas, que se dirigem equitativamente para pólos opostos da célula. Nesta fase os cromossomos encontram seu grau máximo de condensação, estando altamente espiralizados ficando assim mais curtos e espessos, facilitando sua visualização no microscópio.

**ANÁFASE**

Inicia-se no momento em que o centrômero de cada cromossomo duplicado se divide longitudinalmente, separando as cromátides- filhas. Esta ruptura do centrômero é promovida pelas fibras do fuso que começam a se despolimerizar e contraem-se. Assim que se separam, passam a ser chamados cromossomos-filhos e são puxados para os pólos opostos da célula. Quando os cromossomos-filhos atingem os pólos das células, termina a anáfase. Assim, cada pólo recebe o mesmo material cromossômico, uma vez que cada cromossomo-filho possui a mesma informação genética.



**TELÓFASE**

- Ocorre praticamente o inverso do que ocorreu na prófase. Saída de água da célula;
- A carioteca se reorganiza;
- Os cromossomos se descondensam;
- O cinetócoro e as fibras cinetocóricas desaparecem;
- Nucléolo se reorganiza, a partir das regiões organizadoras dos nucléolos ou zonas SAT;
- Os dois núcleos-filhos adquirem ao final da telófase o mesmo aspecto de um núcleo interfásico. As fibras polares não desaparecem nessa etapa, ficando restritas ao citoplasma.

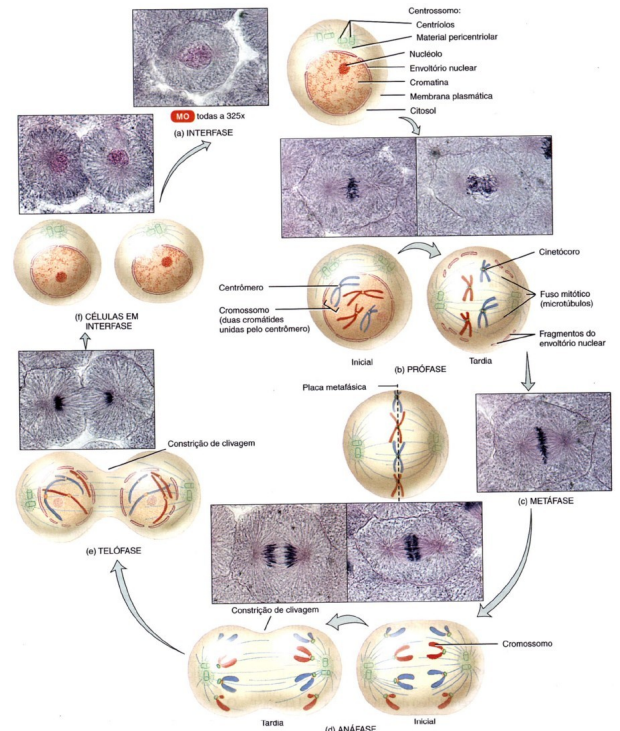
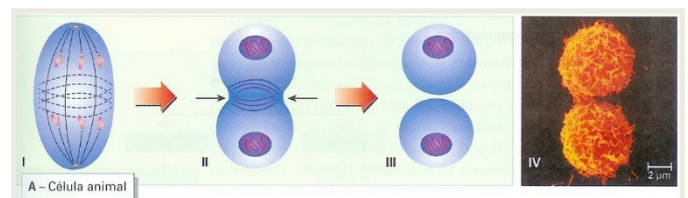


Figura – RESUMO DAS FASES DA MITOSE

**CITOCINESE**

Ao fim da telófase, mas ainda como parte dela, está completa a divisão do núcleo celular, dita cariocinese, e há dois núcleos, cada qual em um dos pólos da célula. Para completar a divisão celular, deve-se proceder à divisão do citoplasma, dita citocinese (ou citodiérese).

**Citocinese Animal**

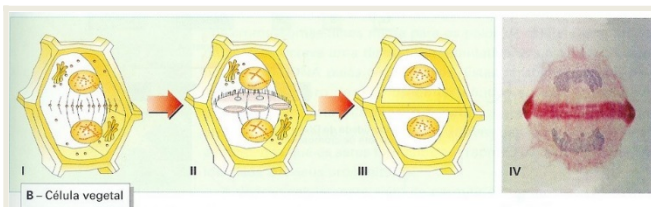


A citocinese animal ocorre por estrangulamento porque, na região de placa equatorial, existem microfilamentos de actina e miosina dispostos em forma de anel (dito anel contrátil). Estes microfilamentos contraem-se e vão promovendo o estrangulamento do citoplasma na região equatorial até que ocorra a citocinese.

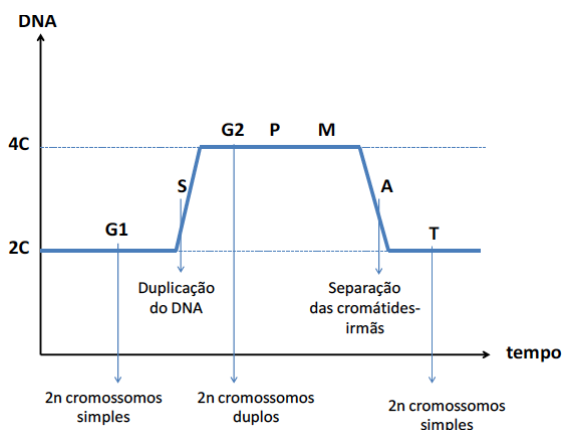
**Citocinese Vegetal**

Apesar de não haver centríolos ou áster na mitose vegetal, as fibras do fuso estão presentes. Ao contrário do que muitos pensam, as fibras do fuso não se originam a partir do microtúbulo do centríolo. Elas se originam a partir da polimerização dos microtúbulos do citoesqueleto (presentes tanto em células animais como em vegetais). Esta polimerização ocorre a partir do centríolo e do centrômero, que funcionam como centros organizadores de microtúbulos para a formação do fuso.

A citocinese vegetal não pode ocorrer por simples estrangulamento porque, se isto acontecesse, haveria divisão do citoplasma, mas as duas células-filhas não possuiriam parede celular entre elas. Para haver a formação da parede celular entre as duas células-filhas, a citocinese vegetal ocorre de maneira diferente, por um processo centrífugo. Após a cariocinese (divisão do núcleo), vesículas produzidas a partir do complexo de golgi, denominadas fragmoplastos, começam a dispor na região média entre os dois núcleos recém-formados. Estes fragmoplastos contêm um polissacarídeo denominado amilopectina. O conjunto de fragmoplastos na região média entre os dois núcleos é dito lamela média. Sobre os fragmoplastos, será depositada celulose, o que originará a parede celular propriamente dita. Os espaços entre os fragmoplastos permanecem como espaços na parede celular, formando comunicações entre os citoplasmas das células vizinhas, denominados plasmodesmos.



#### Quantidade de DNA ao longo do Ciclo Celular



Na fase S a quantidade de DNA duplica devido à síntese de DNA. Entretanto, não há aumento de cromossomos, só de cromátides. A célula passa de  $2n$  cromossomos simples (com apenas uma cromátide cada) em G1 para  $2n$  cromossomos duplos em G2 (com 2 cromátides cada).

Observe que na anáfase a quantidade de DNA reduz-se à metade devido à ruptura longitudinal dos centrômeros, o que separa as cromátides-irmãs de um cromossomo, sendo que cada cromátide passa a constituir um cromossomo-filho (considerando que, a partir daí, com a separação dos cromossomos-filhos e seu posicionamento nos pólos das células, temos duas células distintas; apenas ainda não houve a citocinese que efetiva esta divisão entre as duas células através da divisão do citoplasma). A quantidade de DNA volta a ser  $2n$  e os cromossomos voltam a ter uma cromátide cada, sendo pois cromossomos simples.

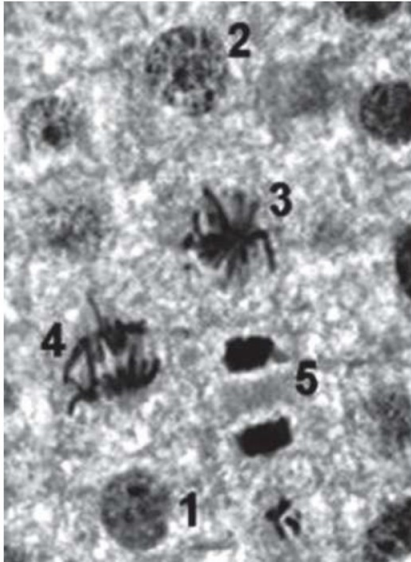
#### Inibição da Mitose

Diversas moléculas agem sobre os microtúbulos, interferindo com o papel dessas estruturas nos processos celulares dos quais elas participam. Na década de 30, observou-se que o alcalóide colchicina paralisa a mitose na metáfase, e, desde então, a colchicina tem sido usada nos estudos sobre os cromossomos e a divisão celular. Estudos posteriores mostraram que a colchicina se combina especificamente com os dímeros de tubulina e causa o desaparecimento dos microtúbulos menos estáveis, como os do fuso mitótico. Outro alcalóide que interfere com os microtúbulos é o taxol, porém seu efeito molecular é contrário ao da colchicina. O taxol acelera a formação de microtúbulos e os estabiliza. Toda a tubulina do citoplasma se polimeriza em microtúbulos muito estáveis. Deste modo, não há tubulina disponível no citoplasma para formar os microtúbulos do fuso e a mitose não se processa. Assim, o taxol é empregado no tratamento de tumores malignos, por sua capacidade de impedir a formação do fuso mitótico, atuando como poderoso antimitótico.



**EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM**

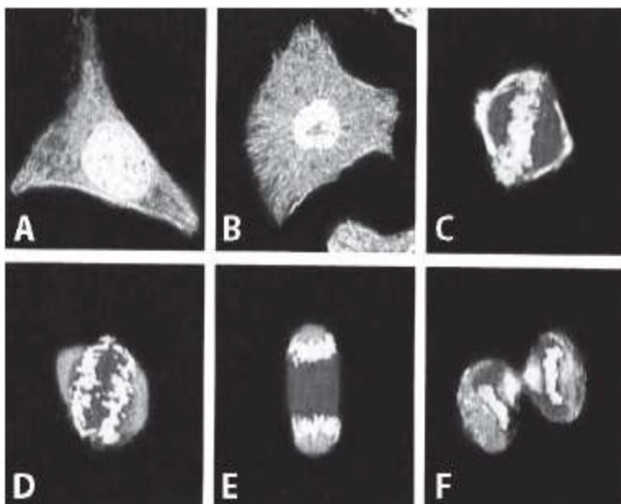
**01. (ENEM)** Para estudar os cromossomos, é preciso observá-los no momento em que se encontram no ponto máximo de sua condensação. A imagem corresponde ao tecido da raiz de cebola, visto ao microscópio, e cada número marca uma das diferentes etapas do ciclo celular.



Qual número corresponde à melhor etapa para que esse estudo seja possível?

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

**02. (ENEM)** A figura apresenta diferentes fases do ciclo de uma célula somática, cultivada e fotografada em microscópio confocal de varredura a laser. As partes mais claras evidenciam o DNA.



JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. Histologia básica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004 (adaptado).

Na fase representada em D, observa-se que os cromossomos encontram-se em

- a) migração.
- b) duplicação.
- c) condensação.
- d) recombinação.
- e) reestruturação.

**03. (ENEM)** O paclitaxel é um triterpeno poli-hidroxiado que foi originalmente isolado da casca de *Taxus brevifolia*, árvore de crescimento lento e em risco de extinção, mas agora é obtido por rota química semissintética. Esse fármaco é utilizado como agente quimioterápico no tratamento de tumores de ovário, mama e pulmão. Seu mecanismo de ação antitumoral envolve sua ligação à tubulina interferindo com a função dos microtúbulos.

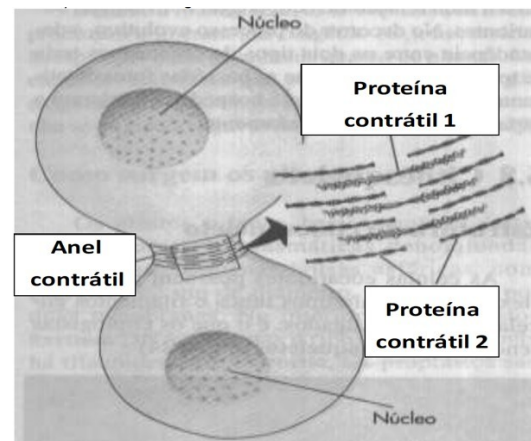
**KRETZER, I. F. Terapia antitumoral combinada de derivados do paclitaxel e etoposídeo associados à nanoemulsão lipídica rica em colesterol - LDE. Disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br).**

**Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).**

De acordo com a ação antitumoral descrita, que função celular é diretamente afetada pelo paclitaxel?

- a) Divisão celular.
- b) Transporte passivo.
- c) Equilíbrio osmótico.
- d) Geração de energia.
- e) Síntese de proteínas.

**04. (UECE)** Examine a figura abaixo.

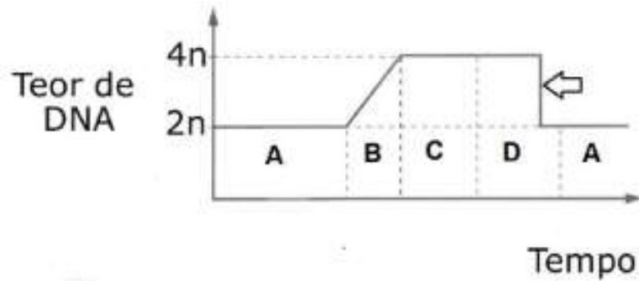


Identifique, respectivamente, as proteínas contráteis 1 e 2, as quais promovem o estrangulamento, com conseqüente separação das células, ao término da citocinese, marcando a opção correta.

- a) colágeno e queratina.
- b) tubulina e elastina.
- c) miosina e actina.
- d) dineína e flagelina.

**05. (FSM)** Crescer e reproduzir é um atributo fundamental de todas as células. Em eucariontes, a formação de novas células somáticas obedece a um padrão cíclico, começando

com o crescimento celular, e prossegue com a partição do núcleo e citoplasma em duas células-filhas que, dependendo do tipo celular, podem repetir o ciclo e aumentar exponencialmente o número de células. Esse é o chamado ciclo celular. Sobre esse processo, analise o gráfico a seguir e assinale a alternativa correta:

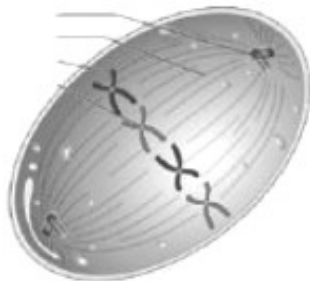


- A letra "A" representa a prófase, pois é o início do processo e o DNA ainda não está duplicado.
- A letra "B" equivale à fase S da intérfase. Nessa fase ocorre a síntese de RNA e proteínas para duplicação do DNA.
- Na fase "C" está um dos mais bem definidos pontos de checagem do ciclo celular, por ser após a replicação do DNA.
- A fase "D" é a meiose, por haver queda pela metade do teor de DNA, como mostrado no gráfico.
- A seta indica a Anáfase, onde há a completa divisão do citoplasma da célula-mãe para formação das células-filhas.

## EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

**01. (UERJ 2020)** Os microtúbulos, produzidos pelos centríolos, costumam ser comparados a trilhos, já que é por meio deles que o material genético se desloca durante a divisão celular. A imagem abaixo ilustra essas estruturas.

centríolos  
microtúbulos  
material genético  
centrômero



Adaptado de quizlet.com.

Durante o processo de divisão mitótica, os microtúbulos são responsáveis pelo processo de:

- espiralização do DNA
- recombinação dos alelos
- duplicação das cromátides
- organização dos cromossomos

**02. (CPS 2020)** A quimioterapia é um dos principais métodos para o tratamento do câncer. Como a doença se caracteriza pela multiplicação descontrolada de células, a maioria das drogas utilizadas no tratamento quimioterápico age bloqueando o mecanismo celular responsável pela produção de novas células. Por isso, tanto células cancerosas quanto saudáveis são afetadas, o que resulta em efeitos colaterais, tais como queda de cabelo e prejuízo aos tecidos que têm alta taxa de renovação celular.

Com base nessas informações, podemos afirmar corretamente que a quimioterapia atua

- bloqueando a digestão celular realizada pelos lisossomos.
- impedindo a respiração celular realizada pelas mitocôndrias.
- dificultando a eliminação de substâncias tóxicas do organismo.
- acelerando os processos de renovação celular dos tecidos saudáveis.
- inibindo a ocorrência de mitoses responsáveis pela proliferação celular.

**03. (UFRGS 2019)** Pessoas que apresentam Síndrome de Down são em geral trissômicas para o cromossomo 21. Esse problema ocorre predominantemente devido à não disjunção do par cromossômico na

- anáfase I da meiose.
- prófase II da meiose.
- metáfase da mitose.
- telófase I da meiose.
- metáfase II da meiose.

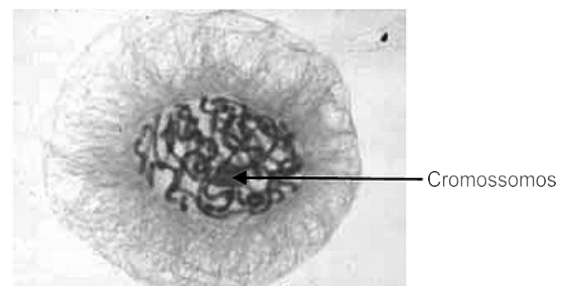
**04. (UECE 2019)** No que diz respeito ao ciclo celular, é correto afirmar que

- a divisão celular é necessária para a reprodução celular, o crescimento e o reparo de um organismo; nos organismos unicelulares, ela tem finalidade essencialmente reprodutiva.
- células eucariontes se reproduzem por um processo chamado de fissão enquanto as células procariontes se reproduzem pelos processos chamados de mitose e meiose.
- a citocinese é uma etapa da divisão celular semelhante em células vegetais e células animais.
- interfase é uma etapa de preparação para a divisão celular, que consiste das subfases G1, S e G2. Na subfase G1 da interfase, ocorre a síntese do DNA.

**05. (IFPE 2018)** Na doença de Alzheimer, as alterações na proteína "tau" levam à desintegração dos "microtúbulos" existentes nas células do cérebro, destruindo o sistema de transporte dos neurônios, ou seja, inicialmente provoca disfunções na comunicação bioquímica entre os neurônios e, numa fase posterior, a morte destas células. Na divisão celular os "microtúbulos" são responsáveis

- pela organização do fuso mitótico.
- pela contração muscular.
- pela atividade de endocitose.
- pela atividade de exocitose.
- pelo estrangulamento da célula na citocinese.

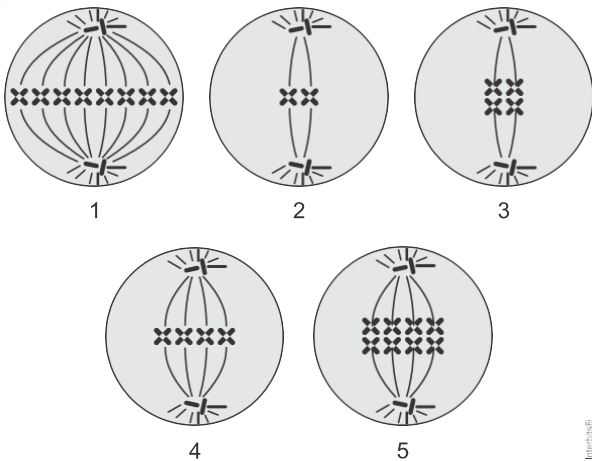
**06. (FGV 2018)** A figura ilustra a prófase do processo de divisão celular.



Considerando que se trata de uma divisão equacional, os cromossomos estão

- duplicados, pareados e posicionados no plano equatorial da célula.
- não duplicados, pareados e posicionados no interior do núcleo em degeneração.
- duplicados, não pareados e posicionados no interior do núcleo em degeneração.
- não duplicados, não pareados e posicionados no plano equatorial da célula.
- duplicados, pareados e posicionados no interior do núcleo em degeneração.

**07. (UEFS 2018)** Cada célula a seguir está em uma fase da divisão celular.



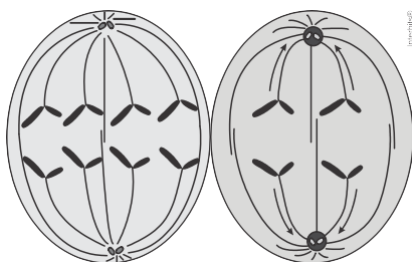
A célula que está se dividindo por mitose e que se originou de uma célula-mãe cuja ploidia era está indicada em

- a) 1.
- b) 2.
- c) 3.
- d) 4.
- e) 5.

**08. (UEMG 2018)** No século XVII, o cientista inglês Robert Hooke dedicou-se à observação da estrutura da cortiça e constatou que ela era formada por um grande número de cavidades preenchidas com ar, as quais chamou de células. Hoje, sabemos que as células são preenchidas pelo citoplasma e mantêm seu formato devido ao citoesqueleto, que também é responsável pelos movimentos celulares, formação de pseudópodos e deslocamentos de organelas. Considerando a participação do citoesqueleto na mitose, é correto afirmar que fármacos que interferem na formação de microtúbulos, como a colchicina, interrompem a mitose em qual das seguintes fases?

- a) Metáfase.
- b) Intérfase.
- c) Telófase.
- d) Citocinese.

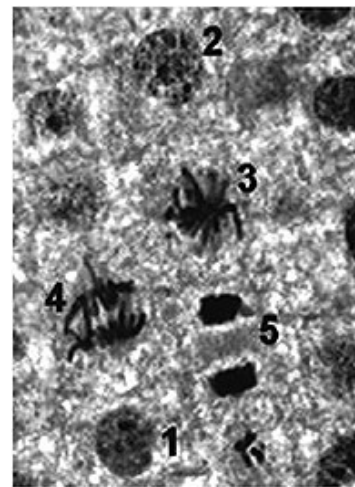
**09. (UPF 2017)** A figura abaixo representa duas células de um mesmo indivíduo em processo de divisão celular.



Com base na figura, assinale a alternativa correta:

- a) A célula A representa a anáfase mitótica, e a célula B, a anáfase II da meiose.
- b) A célula A representa a anáfase I, e a célula B, a anáfase II, ambas da meiose.
- c) Nessa espécie, o número diploide de cromossomos é oito.
- d) O número de cromossomos no gameta masculino dessa espécie é quatro.
- e) A célula A representa anáfase II, e a célula B, a anáfase I, ambas da meiose.

**10. (ENEM PPL 2017)** Para estudar os cromossomos, é preciso observá-los no momento em que se encontram no ponto máximo de sua condensação. A imagem corresponde ao tecido da raiz de cebola, visto ao microscópio, e cada número marca uma das diferentes etapas do ciclo celular.



Disponível em: [www.histologia.icb.ufg.br](http://www.histologia.icb.ufg.br). Acesso em: 6 mar. 2015 (adaptado).

Qual número corresponde à melhor etapa para que esse estudo seja possível?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

**11. (COL. NAVAL 2017)** A divisão celular é o processo que ocorre nos seres vivos por meio do qual uma célula, chamada célula-mãe, divide-se em células-filhas, com informações genéticas relativas à espécie. Dependendo do tipo de célula, esta se dividirá por mitose ou por meiose, eventos complexos que fazem parte do ciclo celular.

A mitose é importante por diversos motivos, EXCETO porque

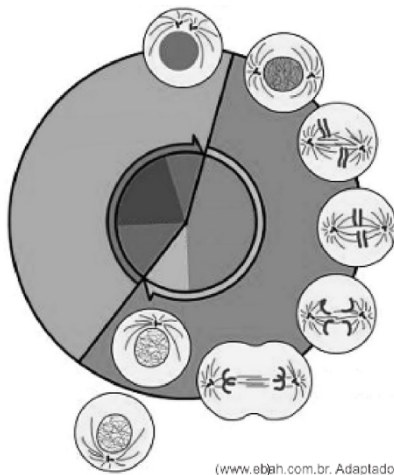
- a) substitui células mortas por outras novas.
- b) regenera as partes lesadas do organismo.
- c) as células-filhas são geneticamente diferentes da célula-mãe.
- d) são células somáticas que fazem esse tipo de divisão celular.
- e) ocorre tanto com células haploides quanto com células diploides.



**12. (IFCE 2016)** É uma característica da mitose

- a) originar células-filhas com o dobro do número de cromossomos da célula-mãe.
- b) originar células-filhas com metade do número de cromossomos da célula-mãe.
- c) a divisão celular utilizada na formação dos gametas.
- d) originar células-filhas com o mesmo número de cromossomos da célula-mãe.
- e) a divisão celular utilizada apenas na formação dos espermatozoides.

**13. (FGV 2016)** O esquema a seguir ilustra um ciclo celular no qual a célula realiza uma divisão mitótica.



Com relação aos eventos característicos ocorridos durante esse ciclo celular, é correto afirmar que

- a) a condensação dos cromossomos ocorre conjuntamente com o pareamento dos homólogos.
- b) a separação das cromátides ocorre imediatamente após a reorganização da membrana nuclear.
- c) a duplicação do DNA é condição obrigatória para a manutenção da ploidia celular original.
- d) o posicionamento dos cromossomos no plano mediano (equatorial) da célula ocorre durante a intérfase.
- e) a mitose é o período de maior atividade celular tendo em vista a expressão gênica nos cromossomos.

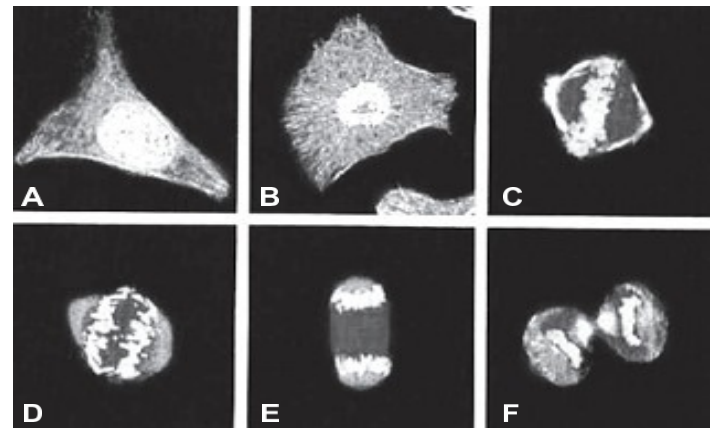
**14. (ENEM 2ª APLICAÇÃO 2016)** O paclitaxel é um triterpeno poli-hidroxilado que foi originalmente isolado da casca de *Taxus brevifolia*, árvore de crescimento lento e em risco de extinção, mas agora é obtido por rota química semissintética. Esse fármaco é utilizado como agente quimioterápico no tratamento de tumores de ovário, mama e pulmão. Seu mecanismo de ação antitumoral envolve sua ligação à tubulina, interferindo na função dos microtúbulos.

**KRETZER, I. F. Terapia antitumoral combinada de derivados do paclitaxel e etoposídeo associados à nanoemulsão lipídica rica em colesterol – LDE. Disponível em: [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br). Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).**

De acordo com a ação antitumoral descrita, que função celular é diretamente afetada pelo paclitaxel?

- a) Divisão celular.
- b) Transporte passivo.
- c) Equilíbrio osmótico.
- d) Geração de energia.
- e) Síntese de proteínas.

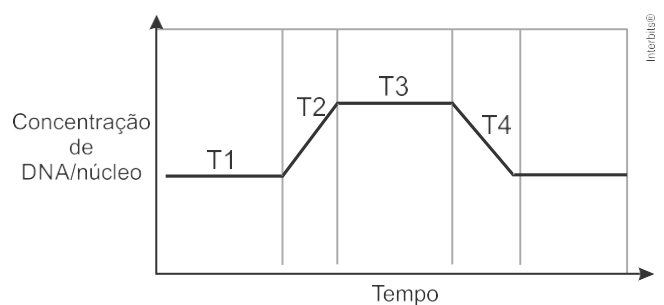
**15. (ENEM PPL 2016)** A figura apresenta diferentes fases do ciclo de uma célula somática, cultivada e fotografada em microscópio confocal de varredura a laser. As partes mais claras evidenciam o DNA.



Na fase representada em D, observa-se que os cromossomos se encontram em

- a) migração.
- b) duplicação.
- c) condensação.
- d) recombinação.
- e) reestruturação.

**16. (UFU 2015)** O gráfico a seguir mostra variações da quantidade de DNA por núcleo durante o ciclo celular de uma célula animal.



Em qual dos períodos encontramos o cromossomo constituído por duas cromátides-irmãs, cada uma contendo uma molécula de DNA, e a ocorrência da migração das cromátides-irmãs para os polos da célula, respectivamente?

- a) T2 e T3.
- b) T1 e T3.
- c) T3 e T4.
- d) T1 e T4.



**17. (UEL 2015)** Leia o texto a seguir.

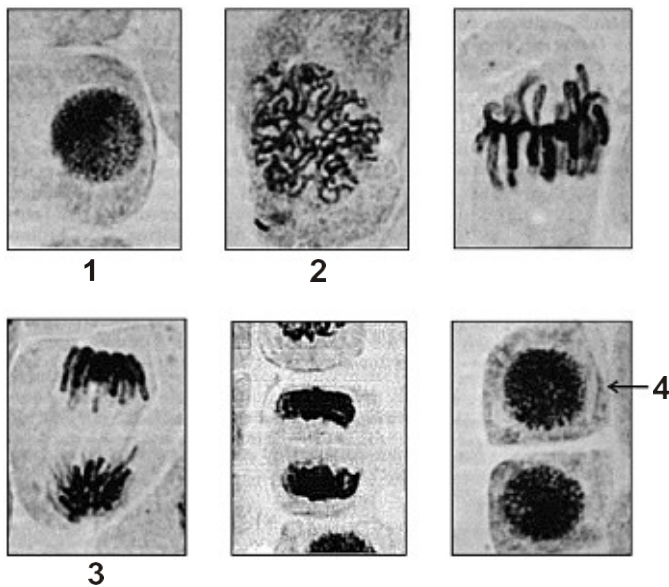
Quando se fala em divisão celular, não valem as regras matemáticas: para uma célula dividir significa duplicar. A célula se divide ao meio, mas antes duplica o programa genético localizado em seus cromossomos. Isso permite que cada uma das células-filhas reconstitua tudo o que foi dividido no processo.

**AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia*. v.1. São Paulo: Moderna, 1994. p.203.**

Considerando uma célula haploide com 8 cromossomos ( $n=8$ ), assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a constituição cromossômica dessa célula em divisão na fase de metáfase da mitose.

- a) 8 cromossomos distintos, cada um com 1 cromátide.
- b) 8 cromossomos distintos, cada um com 2 cromátides.
- c) 8 cromossomos pareados a 2 cada um com cromátide.
- d) 8 cromossomos pareados 2 a 2, cada um com 2 cromátides.
- e) 8 cromossomos pareados 4 a 4, cada um 2 com cromátides.

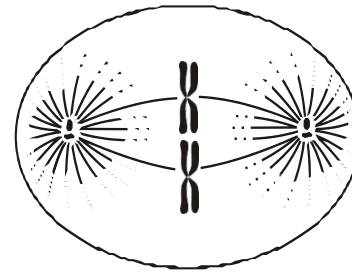
**18.**



Considerando que o conjunto haploide de cromossomos corresponde à quantidade  $N$  de DNA, a quantidade de DNA das células indicadas pelos números 1, 2, 3 e 4 é, respectivamente,

- a)  $N$ ,  $2N$ ,  $2N$  e  $N$ .
- b)  $N$ ,  $2N$ ,  $N$  e  $N/2$ .
- c)  $2N$ ,  $4N$ ,  $2N$  e  $N$ .
- d)  $2N$ ,  $4N$ ,  $4N$  e  $2N$ .
- e)  $2N$ ,  $4N$ ,  $2N$  e  $2N$ .

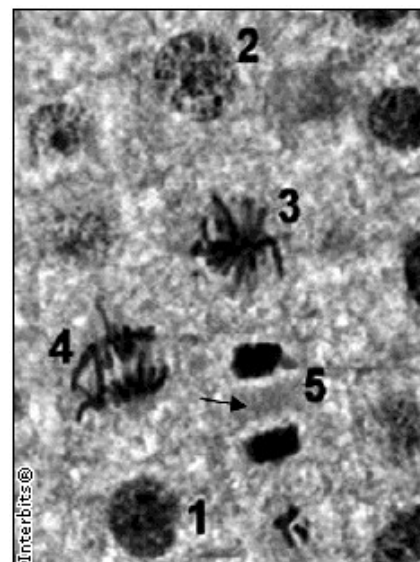
**19. (CFTMG 2013)** Observe a fase do processo de divisão celular de uma célula, cuja ploidia é  $2n = 2$ , conforme a figura.



Conclui-se que a fase mostrada na figura refere-se à mitose, pois se fosse meiose

- a) as cromátides irmãs estariam afastando-se em direção aos polos da célula.
- b) a visualização dos cromossomos seria impossível.
- c) os cromossomos mudariam de formato.
- d) o número cromossômico seria diferente.

**20. (UPE 2011)** A figura abaixo representa um corte histológico de raiz de cebola, na qual estão enumeradas diferentes fases do ciclo celular.



[http://www.mundoeducacao.com.br/upload/conteudo\\_legenda/46bb800fb7c29b4228969b92cbdbc1b5.jpg](http://www.mundoeducacao.com.br/upload/conteudo_legenda/46bb800fb7c29b4228969b92cbdbc1b5.jpg)

Assinale a frase que identifica corretamente a fase 5 (cinco) e a estrutura apontada com uma seta.

- a) A interfase está subdividida nas fases S, G1 e G2. A estrutura apontada é o cloroplasto.
- b) Na metáfase, os cromossomos estão alinhados na placa equatorial. A estrutura apontada é o cloroplasto.
- c) Na metáfase, os cromossomos estão alinhados na placa equatorial. A estrutura apontada é a parede celular.
- d) Na telófase, ocorre a descondensação dos cromossomos e a citocinese centrípeta. A estrutura apontada é o fragmoplasto.
- e) Na telófase, ocorre a descondensação dos cromossomos e a citocinese centrífuga. A estrutura apontada é o fragmoplasto.

## GABARITOS E PADRÕES DE RESPOSTAS

## EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM

- 01.
- 02.
- 03.
- 04.
- 05.

## EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

## 01. [D]

Durante a mitose, os microtúbulos são os responsáveis pela correta distribuição dos cromossomos para as células filhas.

## 02. [E]

A quimioterapia, no tratamento de câncer, inibe a multiplicação celular através da mitose, causando problemas em tecidos saudáveis.

## 03. [A]

A síndrome de Down causada pela trissomia do cromossomo 21, geralmente, é causada pela não disjunção desse cromossomo na anáfase I da meiose.

## 04. [A]

A mitose é uma multiplicação celular equacional importante para o desenvolvimento embrionário, crescimento e reparo do organismo, produção de gametas nas plantas e também envolvida no crescimento de tumores e reprodução assexuada em unicelulares eucariontes.

## 05. [A]

Durante os processos de divisão celular, os microtúbulos de tubulina são responsáveis pela organização do fuso mitótico.

## 06. [C]

A figura mostra uma célula em mitose na qual os cromossomos estão duplicados, não parecidos e posicionados no interior do núcleo em degeneração.

## 07. [D]

Considerando que a célula está em metáfase da mitose, o material genético já foi duplicado, indicando que a divisão da célula 4 se originou de uma célula-mãe

pois há quatro cromossomos duplicados, que serão divididos e formarão duas células-filhas idêntica à célula-mãe. As células 3 e 5 estão, obrigatoriamente, em divisão meiótica.

## 08. [A]

O alcaloide colchicina é capaz de interromper a mitose durante a metáfase, por causar a despolimerização dos

microtúbulos que formam o fuso mitótico. Dessa forma, não ocorrem os períodos de anáfase e telófase.

## 09. [A]

A célula A representa a anáfase mitótica, pois não há pareamento de cromossomos homólogos e a separação é de cromátides-irmãs. A célula B representa a anáfase II meiótica, pois há separação de cromátides-irmãs após a separação dos cromossomos homólogos.

## 10. [C]

A melhor fase para se observar e estudar os cromossomos é a metáfase (3), porque nesse período, os cromossomos atingem o maior grau de condensação de sua cromátides irmãs.

## 11. [C]

A mitose forma células geneticamente idênticas à célula-mãe.

## 12. [D]

A mitose é um tipo de divisão celular que origina células-filhas com o mesmo número de cromossomos da célula-mãe.

## 13. [C]

A síntese de DNA durante o período 5 da interfase determina a duplicação cromossômica, condição fundamental para a manutenção da ploidia das células-filhas.

## 14. [A]

O fármaco atua na divisão celular mitótica das células, pois interfere na função dos microtúbulos, evitando-se a formação das fibras do fuso.

## 15. [A]

A célula somática apresentada está em divisão celular mitótica e, na fase D, os cromossomos estão em anáfase, migrando para os polos.

## 16. [C]

O período em que a célula animal possui cromossomos duplicados e constituídos por duas cromátides-irmãs, cada uma formada por uma molécula de DNA de cadeia dupla é o T3. A migração das cromátides-irmãs ocorre em T4.

## 17. [B]

Durante a metáfase da mitose serão observados 8 cromossomos distintos, cada um com 2 cromátides-irmãs unidas pelo centrômero.

## 18. [D]

Considerando que a célula 1 é diploide (2N) e está no período G1 da interfase, pode-se afirmar que a célula 2 acha-se na prófase da mitose e possui 4N de DNA; a célula 3, em anáfase também apresenta 4N de DNA e a célula 4, no final da telófase, possui 2N de DNA em seu núcleo.

**19.** [D]

Caso a célula  $2n = 2$  estivesse em metáfase meiótica I, o arranjo cromossômico seria diferente e os cromossomos homólogos estariam pareados. Se estivesse em metáfase meiótica II, o número de cromossomos seria diferente. Nesse caso, observaríamos apenas um cromossomo duplicado preso à região meridiana do fuso de microtúbulos.

**20.** [E]

A fase identificada corresponde à telófase da mitose, que ocorre nas células da raiz da cebola. Nessa fase, os cromossomos sofrem descondensação e a célula se divide por meio da formação da lamela média, a partir de fragmoplastos arranjados de forma centrífuga na região equatorial do citoplasma.