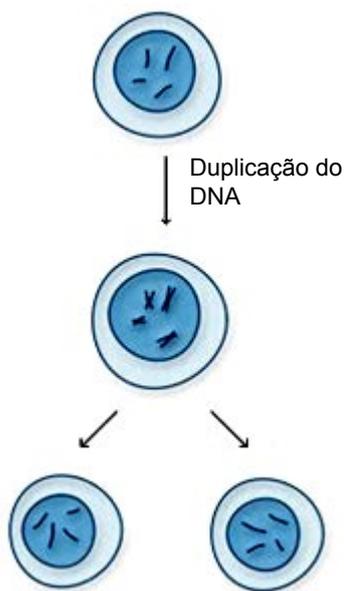


CITOGENÉTICA

Prof. Kennedy Ramos

UNIDADE 5: Mitose

É um tipo de divisão celular onde uma célula-mãe origina duas novas células-filhas com o mesmo número de cromossomos que o seu. A mitose é **considerada equacional (!)**, pois o número de cromossomos é conservado durante a divisão e as células geradas são geneticamente idênticas, sendo por isso consideradas clones.



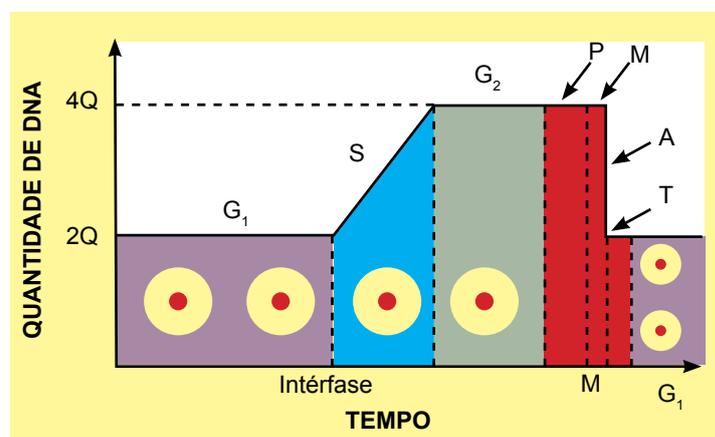
Através da mitose, muitos seres unicelulares se reproduzem assexuadamente, gerando clones.

O crescimento dos organismos pluricelulares, com a formação e a renovação de seus tecidos também são devidos a esse processo de divisão celular.

É que logo após a fecundação, a célula-ovo (zigoto) passa pela primeira mitose e depois segue dividindo-se zilhóoes de vezes por mitose até que o organismo chegue ao estágio adulto, quando seus órgãos e tecidos estejam todos formados.

O Ciclo Celular

O ciclo celular é o ciclo de vida da célula e compreende a intérfase e a mitose.



Fases da Mitose

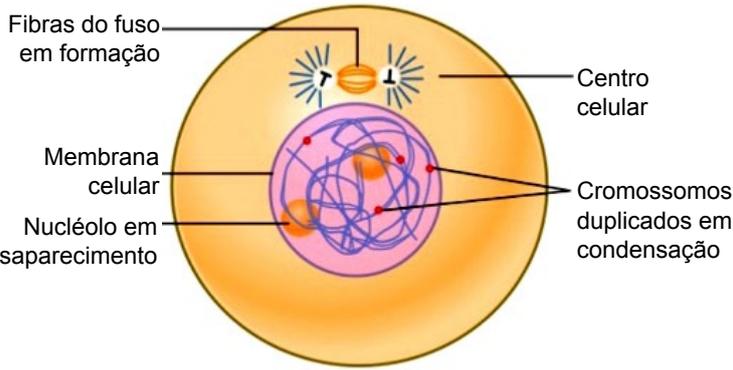
A divisão celular é um processo contínuo, visando, porém, sua melhor compreensão, é dividida em fases e, cada fase, apresenta suas próprias características.

1) Prófase

É a fase inicial e caracteriza-se pela espiralização da cromatina formando os cromossomos que apresentam-se duplicados, ou seja, constituídos por duas cromátides - irmãs unidas pelo centrômero... os centríolos, já duplicados, começam a migração em direção a pólos opostos da célula, formando-se entre eles as fibrilas que constituirão o fuso mitótico.

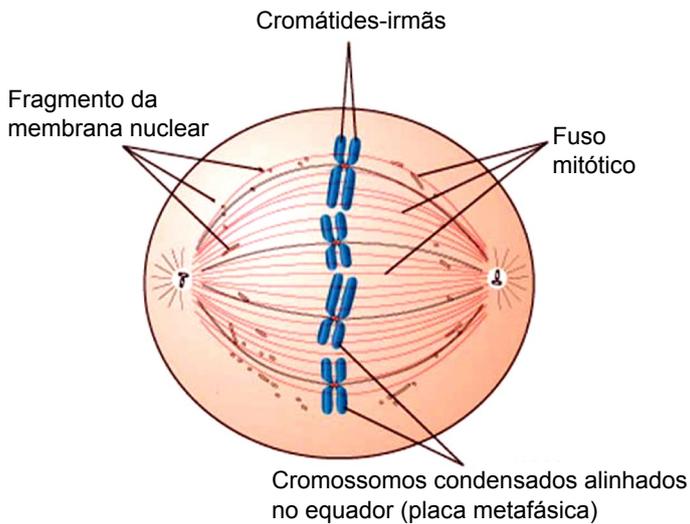
Ao redor deles forma-se um conjunto de fibras radiais denominado áster desaparecimento dos nucléolos indicando a parada na produção de RNA ribossômico...o final da prófase é marcado pela desintegração da carioteca.

Exemplificando a Prófase, teremos....



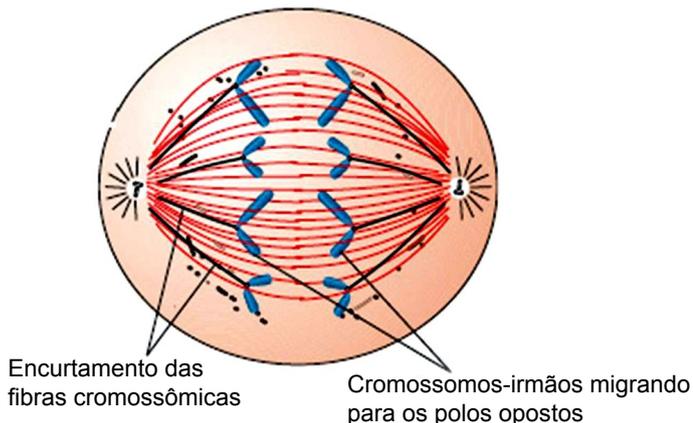
2) Metáfase

É a fase do meio e caracteriza-se pelos cromossomos prenderem-se através do centrômero nas fibras do fuso acromático dispendo-se na região equatorial da célula, formando a **placa equatorial**. Nesta fase os cromossomos estão no máximo de sua espiralização, sendo o melhor momento para sua observação.



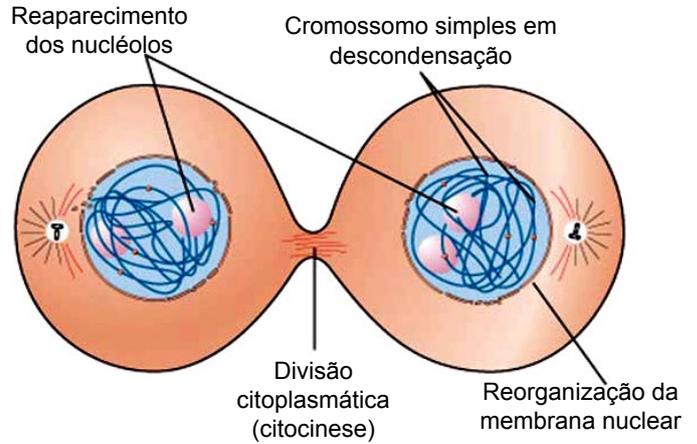
3) Anáfase

É a fase da migração dos cromossomos e inicia-se com a divisão longitudinal do centrômero e termina com a migração dos cromossomos para polos opostos da célula, pois cada um dos cromossomos-irmãos é puxado para uma das células-filhas, através do encurtamento das fibras do fuso acromático.



4) Telófase

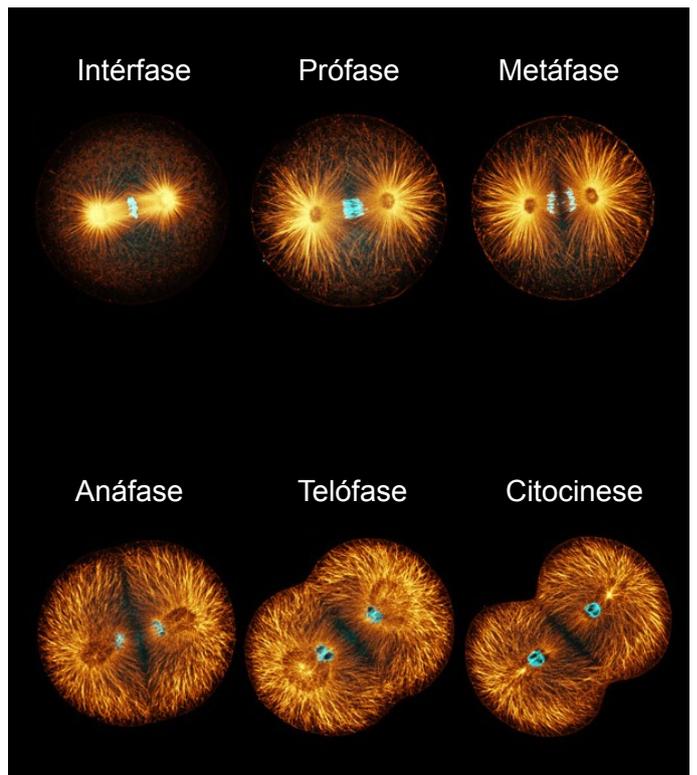
É a fase final onde os cromossomos atraídos para o mesmo pólo formam um conjunto idêntico ao da célula-mãe na fase G1 os cromossomos se desespiralizam dando origem a cromatina a carioteca reorganiza-se (cariocinese)...os nucléolos ressurgem...ocorre a divisão do citoplasma (citocinese).



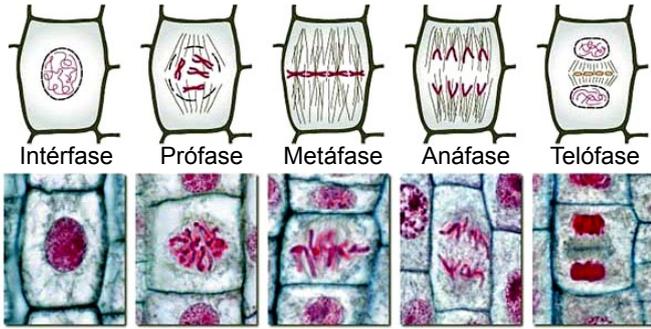
Citocinese

Nas células animais a citocinese se dá da periferia para o centro, ou seja, é centrípeta. Nas células vegetais a citocinese se dá do centro para a periferia, ou seja, é centrífuga. Além disso, as células de vegetais (angiospermas e gimnospermas) não apresentam centríolos e nem formam áster, sendo sua mitose chamada acêntrica e anastral.

Mitose em animais



Mitose em vegetais



Fase mitótica em células animais

- Os centríolos estão presentes
- Formação de um áster
- A citocinese ocorre por **estrangulamento** do citoplasma. No plano equatorial forma-se um anel contráctil de filamentos protéicos que contraem e puxam a membrana para dentro, causando um sulco de clivagem que vai estrangulando o citoplasma, até se separarem as duas células filhas.
- Ocorre na generalidade dos tecidos animais.

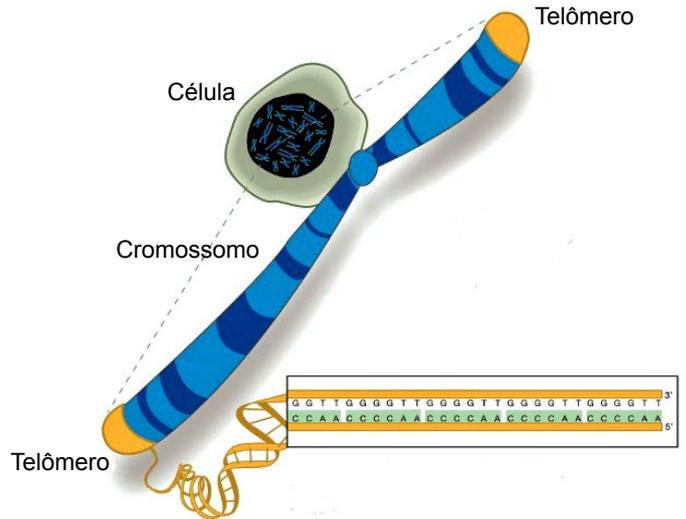
Fase mitótica em células vegetais

- Os centríolos estão ausentes nos vegetais superiores
- Não há formação de um áster
- A citocinese não pode ocorrer por estrangulamento do citoplasma, havendo formação de um septo de separação de natureza celulósica. Vesículas com origem no Complexo de Golgi alinham-se na região equatorial, unindo-se e formando uma estrutura que é a membrana citoplasmática de cada célula-filha - **fragmoplasto**. O conteúdo das vesículas origina a lamela mediana entre as células-filhas. A deposição de fibrilas de celulose constitui as paredes esqueléticas que começam a formar-se do centro para a periferia.
- Ocorre apenas em zonas específicas de crescimento - meristemas.

Os Telômeros

São regiões localizadas nas extremidades dos cromossomos onde o DNA apresenta sequências repetidas 5' TTAGGG 3'. Estas regiões funcionam como uma capa protetora do cromossomo, pois fazem a manutenção da estabilidade do material genético. Alguns o comparam à ponta de plástico dos cadarços de sapato.

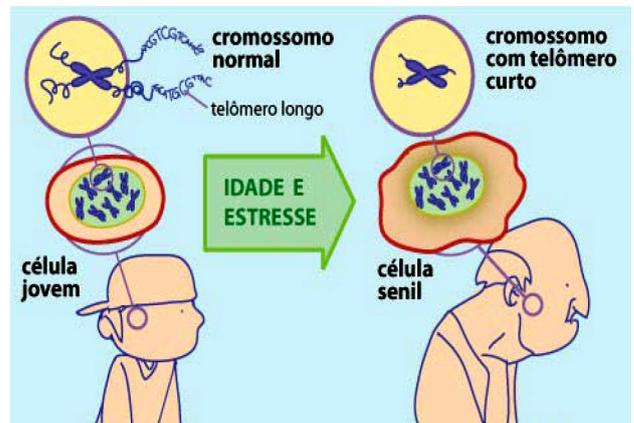
Exemplificando, teremos ...



Qual o tamanho de um Telômero?

Pesquisas demonstraram que essa região está relacionada ao número de divisões celulares que a célula pode fazer.

Acontece que a cada divisão celular o telômero fica levemente menor, até não mais permitir a cópia do DNA e, conseqüentemente, a divisão celular. A consequência deste fato é que você não pode replicar o DNA infinitamente: a cada rodada ele fica mais curto e isso pode levar a instabilidades. Sabe-se que os telômeros impedem que sequências importantes do DNA sejam perdidas e a enzima telomerase adiciona mais sequências de telômeros depois. O problema é que a produção dessa enzima vai diminuindo com o tempo, levando o DNA a ser reduzido aos poucos e à instabilidade do cromossomo. Isso explica muitos processos associados ao envelhecimento.



Portanto, quanto maior o tamanho do telômero, mais jovem é a célula.

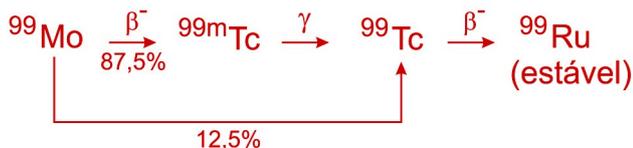
É importante saber que a contínua ativação da telomerase leva a imortalização celular. É o que ocorre no câncer.



ATIVIDADES PROPOSTAS



01. (UEPA) Vários radioisótopos são utilizados na preparação de radiofármacos, entre os quais o tecnécio-99m (^{99m}Tc), que apresenta características físicas ideais para aplicação em Medicina Nuclear Diagnóstica. O tecnécio-99m é produto do decaimento radioativo do molibdênio-99 (^{99}Mo). A equação abaixo descreve o processo de decaimento:



Quando a finalidade é terapêutica, o efeito deletério da radiação é utilizado para destruir células tumorais. Nesse caso, os radiofármacos são formados por radionuclídeos emissores de radiação particulada, que possuem pequeno poder de penetração, mas são altamente energéticas, ionizando o meio que atravessam e causando uma série de efeitos que resultam na morte das células tumorais. Sobre as células a que se refere o trecho em destaque, no texto:

- I. Dividem-se descontroladamente por meiose originando células com 46 cromossomos.
- II. Dividem-se descontroladamente por mitose originando outras células diploides.
- III. Sofrem ação dos radioisótopos que inibem suas meioses.
- IV. Sofrem ação dos radioisótopos que causam mutações no seu material gênico.

De acordo com as afirmativas acima, pode-se inferir que:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e IV.
- d) III e IV.
- e) I, II, III e IV.



02. (Ufla) Apresentam-se a seguir eventos que ocorrem durante o processo de divisão celular mitótico. Com base no evento, pode-se inferir que:

- I. Condensação máxima dos cromossomos.
- II. Segregação cromatídica.
- III. Cromossomos no equador da célula.
- IV. Desestruturação da carioteca.

Na metáfase:

- a) ocorrem somente os eventos I e III
- b) ocorrem somente os eventos I e II
- c) ocorrem somente os eventos II e IV
- d) ocorrem somente os eventos II e III
- e) ocorrem somente o evento I.

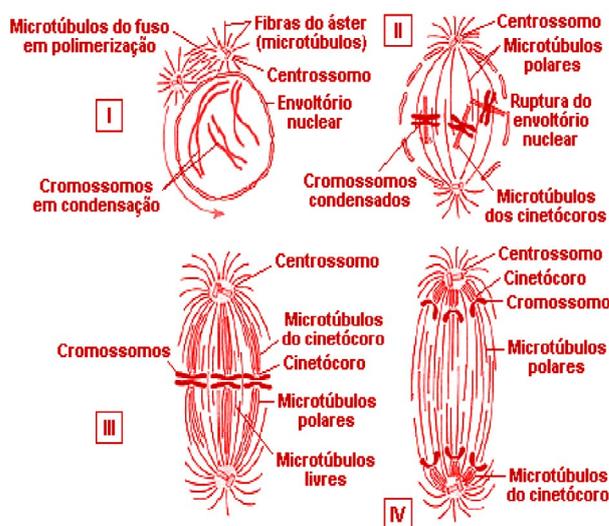


03. (cftce) Leia a seguinte descrição de uma fase componente da mitose celular: "Há formação da placa equatorial, ou seja, os cromossomos se dispõem na posição mediana da célula, possibilitando a distribuição equitativa da informação genética. Os cromossomos estão bem individualizados e fortemente condensados." Essa descrição corresponde à:

- a) metáfase
- b) interfase
- c) anáfase
- d) telófase.
- e) prófase.



04. (Uel) Analise as figuras a seguir.

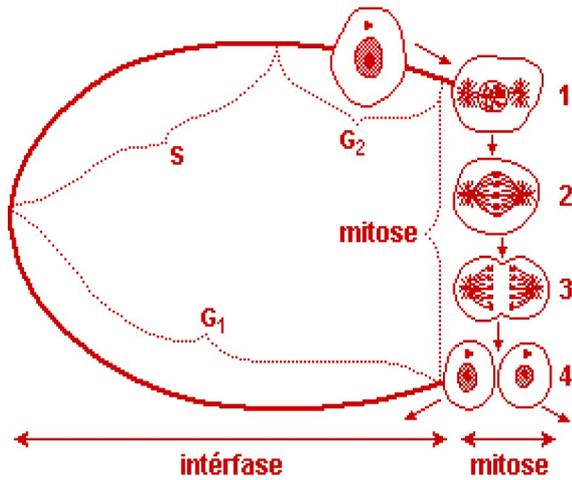


As figuras I, II, III e IV dizem respeito, respectivamente, às seguintes fases da mitose.

- a) Anáfase, metáfase, início da prófase, fim da prófase.
- b) Início da prófase, fim da prófase, metáfase, anáfase.
- c) Início da prófase, fim da prófase, anáfase, metáfase.
- d) Metáfase, início da prófase, fim da prófase, anáfase.
- e) Metáfase, anáfase, início da prófase, fim da prófase.



05. (Uel) Analise a figura a seguir:



Com base na figura e nos conhecimentos sobre os eventos da mitose, pode-se inferir que:

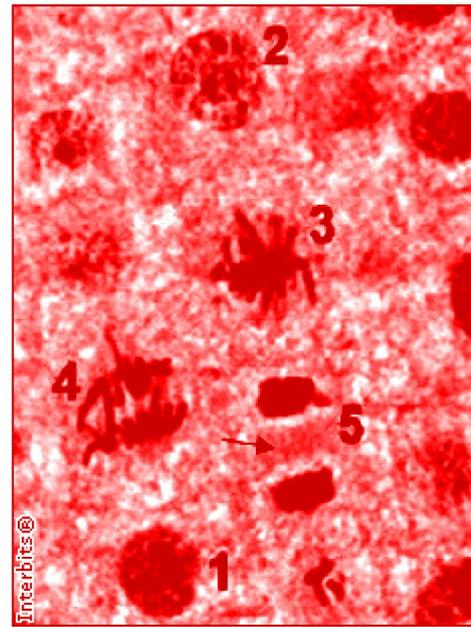
- a) A fase 1 corresponde à Prófase, onde cada cromátide diminui de diâmetro.
- b) A fase 2 mostra cromossomos homólogos pareados em Metáfase.
- c) A fase 3 evidencia a atividade cinética dos microtúbulos.
- d) A fase 4 evidencia a ausência de citocinese em Telófase.
- e) A fase 4 evidencia a progressiva eliminação dos centríolos.

Considerando que, em G₁, existe um par de alelos Bb, quantos representantes de cada alelo existirão ao final de S e de G₂ e em cada C?

- a) 4, 4 e 4.
- b) 4, 4 e 2.
- c) 4, 2 e 1.
- d) 2, 2 e 2.
- e) 2, 2 e 1.



07. (MODELO ENEM) A figura abaixo representa um corte histológico de raiz de cebola, na qual estão enumeradas diferentes fases do ciclo celular.



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

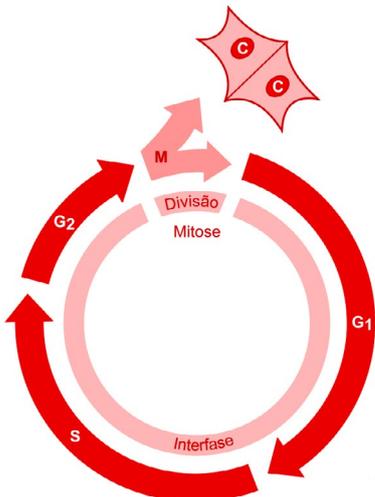
- a) A interfase está subdividida nas fases S, G₁ e G₂. A estrutura apontada é o cloroplasto.
- b) Na metáfase, os cromossomos estão alinhados na placa equatorial. A estrutura apontada é o cloroplasto.
- c) Na metáfase, os cromossomos estão alinhados na placa equatorial. A estrutura apontada é a parede 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.



ATIVIDADES ENEM

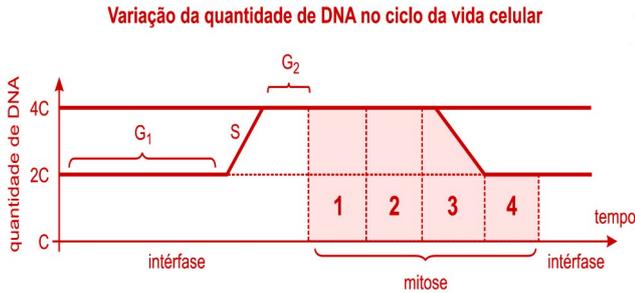


06. (MODELO ENEM) Na figura abaixo, está representado o ciclo celular. Na fase S, ocorre síntese de DNA; na fase M, ocorre a mitose e, dela, resultam novas células, indicadas no esquema pelas letras C.





08. (MODELO ENEM) A questão refere-se ao gráfico a seguir.



Um pesquisador, com a finalidade de estudar a forma e o tamanho dos cromossomos de uma célula, interrompeu a divisão celular na fase em que eles se encontravam na máxima condensação. Analisando esse processo, pode-se deduzir, corretamente, que a fase em questão é a de número:

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



09. (MODELO ENEM) Gêmeos univitelinos ou monozigóticos são aqueles formados a partir de um único zigoto, o qual se divide em blastômeros que permanecem separados e se desenvolvem em dois indivíduos. A divisão celular em questão é a

- a) meiose, e cada blastômero tem a metade do número de cromossomos do zigoto.
- b) meiose, e cada blastômero tem o mesmo número de cromossomos do zigoto.
- c) mitose, e cada blastômero tem a metade do número de cromossomos do zigoto.
- d) mitose, e cada blastômero tem o mesmo número de cromossomos do zigoto.
- e) mitose, e cada blastômero tem o dobro do número de cromossomos do zigoto.



10. (MODELO ENEM) O ciclo celular envolve a interfase e as divisões celulares, que podem ser mitose ou meiose. Durante as fases de divisões celulares, ocorrem vários eventos importantes que envolvem o material genético, as organelas e as estruturas celulares.

O ciclo celular mitótico garante a reposição celular, o crescimento dos organismos multicelulares e a reprodução assexuada, enquanto o ciclo celular meiótico é um processo importante para a reprodução sexuada.

Com base no texto e em seus conhecimentos, pode-se inferir que

- a) a interfase é um período do ciclo celular que apenas antecede a mitose ou a meiose; nela não ocorrem eventos importantes para a geração de novas células.
- b) ocorre, tanto na anáfase mitótica quanto na anáfase I meiótica, a separação das cromátides irmãs, as quais são puxadas para os polos opostos da célula.
- c) são formadas duas células diploides no final da mitose masculina, enquanto que, no final da meiose, são formadas quatro células diploides, considerando a espécie humana.
- c) nucléolos portadores de genes alelos.
- d) todas as células animais e vegetais iniciam a citocinese (divisão do citoplasma) da mesma forma, pela invaginação da membrana plasmática (movimento centrípeto).
- e) ocorre, na fase da telófase mitótica, a reorganização do envoltório nuclear e do nucléolo, que foram desorganizados no início do processo de divisão.



GABARITOS

QUESTÃO 01: Gabarito: [C]

Comentário:

- I. Falso: As células cancerosas dividem-se descontroladamente por mitose.
- III. Falso: Os radioisótopos inibem as divisões mitóticas das células cancerosas

QUESTÃO 02: Gabarito: [A]

Comentário:

Durante a mitose, os processos de desestruturação da carioteca e segregação cromatínica ocorrem, respectivamente, durante a prófase a anáfase.

QUESTÃO 03: Gabarito: [A]

Comentário:

A metáfase ocorre o máximo de condensação dos cromossomos e são encontrados na placa equatorial.

QUESTÃO 04: Gabarito: [B]

Comentário:

(I) Início da prófase, (II) fim da prófase, (III) metáfase, (IV) anáfase.

QUESTÃO 05: Gabarito: [C]

Comentário: em 3, ocorre o movimento dos microtúbulos, fase de anáfase.

QUESTÃO 06: Gabarito: [E]

Comentário: Durante o período S e no período G2 da interfase, os alelos B e b estão duplicados, apresentando, portanto, dois representantes de cada. Em C, ao final da mitose, cada célula filha possuirá um representante de cada alelo.

QUESTÃO 07: Gabarito: [E]

Comentário: 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.

QUESTÃO 08: Gabarito: [B]

Comentário: A fase da mitose em que os cromossomos encontram-se na máxima condensação é a metáfase, representado pelo número 2. As fases da mitose são: prófase (1), metáfase (2), anáfase (3) e telófase (4).

QUESTÃO 09: Gabarito: [D]

Comentário: A divisão celular que forma os primeiros blastômeros do embrião é a mitose. Durante esse processo de multiplicação celular o número de cromossomos é mantido constante nas células filhas originadas de um mesmo zigoto.

QUESTÃO 10: Gabarito: [E]

Comentário: Na telófase, o envoltório nuclear ou carioteca volta, o nucléolo reaparece e a cromatina se descondensa.

REFERENCIAL TEÓRICO

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS; WALTER, P.; *Biologia Molecular da Célula*. Porto Alegre: Artmed, 5ed. 2008.

COOPER G.M. & HAUSMAN R.E. *A Célula: uma abordagem molecular*. 3ed. Porto Alegre, Artmed, 2007

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

JUNQUEIRA L.C.U., CARNEIRO J. *Biologia Celular e Molecular*. 6ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2005.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. *Biologia VOL 1 – 9º Ed*. São Paulo, Saraiva, 2010.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. *Biologia VOL 2 – 9º Ed*. São Paulo, Saraiva, 2010

LOPES, S.; ROSSO, S.; *BIO volume 2*. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; *Biologia volume 1: Biologia das Células 2*. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; *Biologia volume 1: Biologia das Células 2*. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; *Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3*. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; *Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3*. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; *Biologia, volume único 1*. Ed. São Paulo: Ática, 2011.