

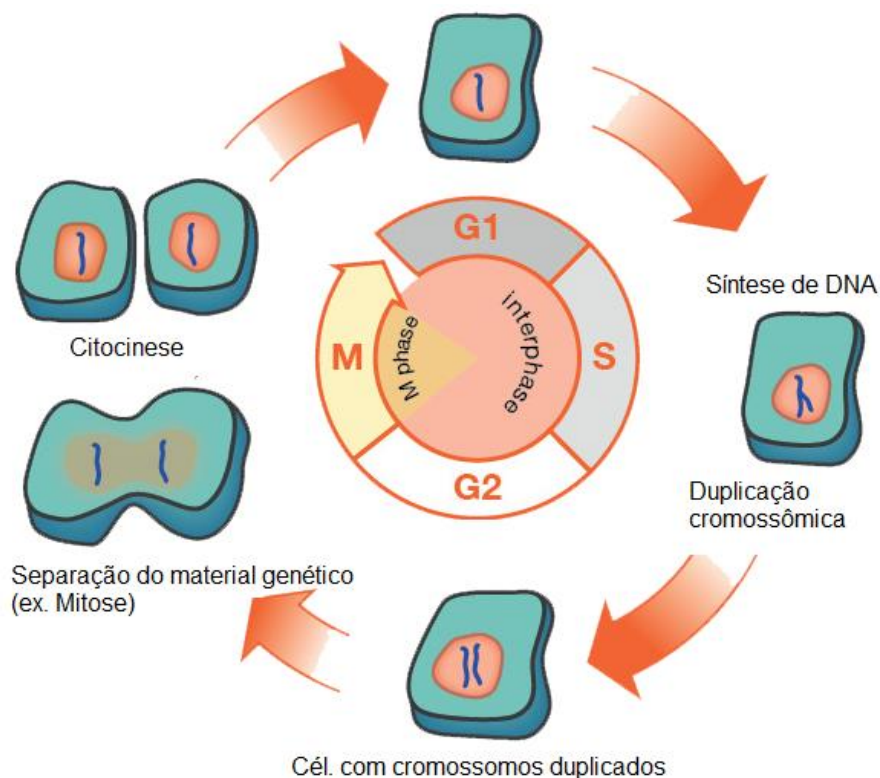
## Mitose e meiose

### Resumo

#### Divisão celular

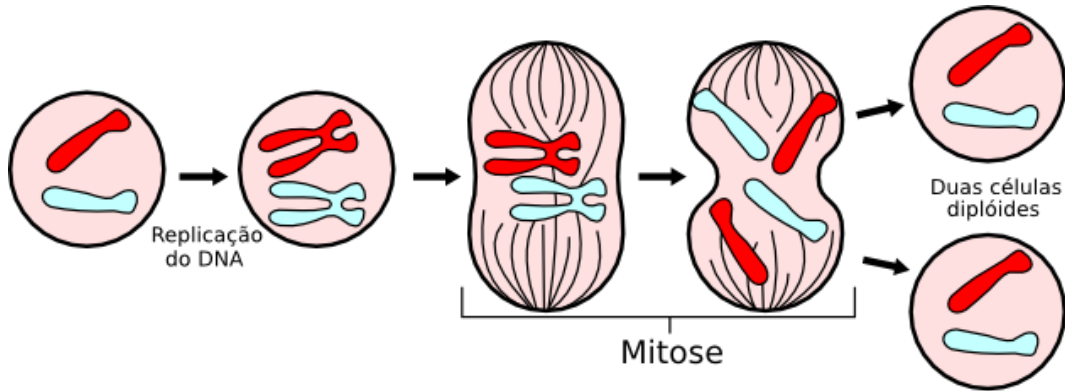
O período que antecede a divisão celular é a **intereífase**, e apresenta intensa atividade metabólica e a preparação para a divisão celular. A Intereífase é dividida nas seguintes fases:

- G1 → também chamada de fase GAP, é o período que compreende desde o final da divisão celular anterior e se estendendo até o início da duplicação do DNA. Nesse período ocorre o crescimento da célula e síntese proteica.
- S → também chamada de fase de síntese, ela se caracteriza pela duplicação das cromátides dos cromossomos, ficando cada cromossomo com duas cromátides-irmãs unidas pelo centrômero.
- G2 → nesta fase a célula continua aumentando seu tamanho e duplicando as organelas, fazendo com que o volume celular sofra um grande aumento que é necessário o início da divisão celular.



**Mitose**

Em uma célula eucarionte, uma célula mãe dá origem a duas células-filhas cromossômica e geneticamente idênticas. Este processo é caracterizado pela separação de cromátides-irmãs (divisão equacional) e ocorre de acordo com as seguintes etapas:

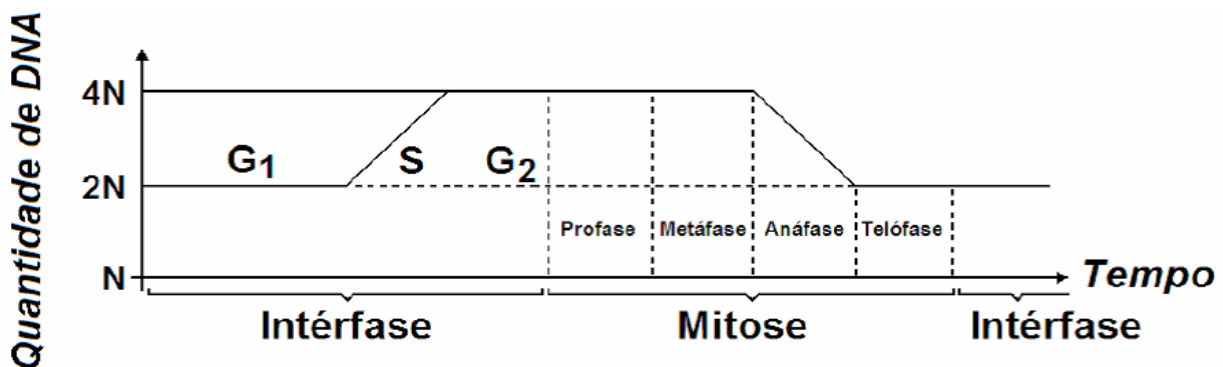


- **Prófase** → Nesta fase, os Centríolos começam a migrar para os pólos da célula, a carioteca se funde ao RER e desaparece, junto ao nucléolo e a cromatina se espiraliza formando os cromossomos
- **Metáfase** → os cromossomos atingem o máximo de espiralização e se dispõem na metade da célula formando a Placa Equatorial, os centríolos se encontram nos pólos formando o fuso acromático para que haja separação do material genético
- **Anáfase** → ocorre a separação das cromátides irmãs no fuso acromático
- **Telófase** → Reaparecem a carioteca e o nucléolo, os cromossomos se desespiralizam formando os cromatina

**Diferenças entre a divisão celular da célula animal e vegetal**

- **Animal** → Citocinese centrípeta, Cêntrica (presença de centríolos), Divisão Astral
- **Vegetal** → Citocinese centrífuga, Acêntrica (ausência de centríolos e de centrossomos), Divisão Anastral, formação da Lamela média (deposição de celulose no meio da célula pela Complexo Golgiense)

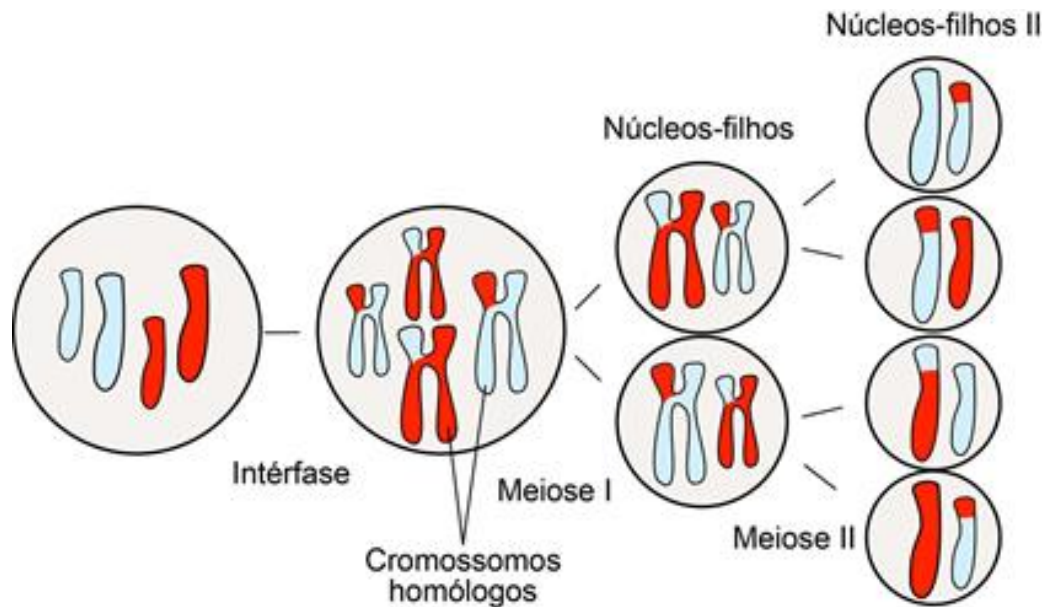
Se fôssemos colocar a mitose em gráficos, ficaria desta forma:



## Meiose

É um tipo de divisão celular em que uma célula diploide produz quatro células haploides, sendo por este motivo uma divisão reducional, onde nos animais é gamética e dos vegetais é esporica.

Neste processo, a Meiose I é reducional enquanto que a Meiose II é equacional. A meiose I gera variabilidade genética através do Crossing over e segregação independente.



Neste processo ocorre a redução cromossomial em meio a divisão celular:

- **Prófase I** → Esta fase é subdividida em algumas etapas:
  1. **Leptóteno** → cromatina espiraliza em cromossomos, nucléolo desaparece, centríolos começam a migrar para os pólos da célula
  2. **Zigóteno** → ocorre o pareamento dos cromossomos homólogos (ficam lado a lado)
  3. **Paquíteno** → nesta fase ocorre o crossing-over (permutação)
  4. **Diplóteno** → visualização dos quiasmas (ponto onde ocorreu crossing over)
  5. **Diacinese** → desaparecimento da carioteca
- **Metáfase I** → cromossomos ficam organizados em pares e há formação de fibras do fuso
- **Anáfase I** → ocorre a separação dos cromossomos homólogos
- **Telófase I** → ocorre o reaparecimento da carioteca e nucléolo, cromossomos desespiralizam formando a cromatina e ocorre a citocinese gerando duas células haploides

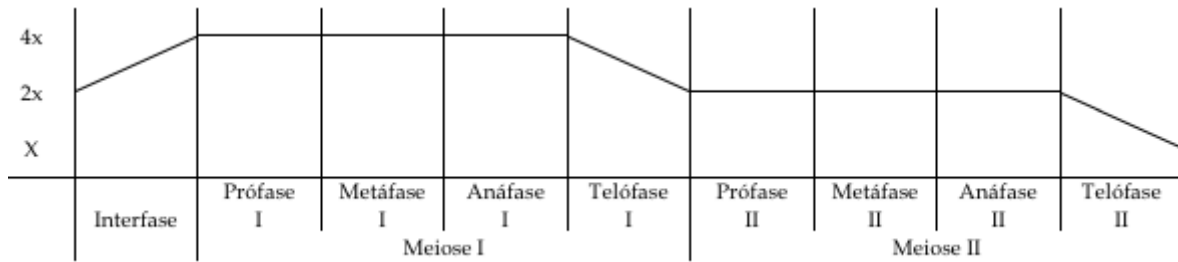
## Meiose II

Este processo é semelhante a mitose, porém com os cromossomos reduzidos:

- **Prófase II** → Centríolos começam a migrar para os polos da célula, a carioteca se funde ao RER e desaparece, junto ao nucléolo e a cromatina se espiraliza formando os cromossomos

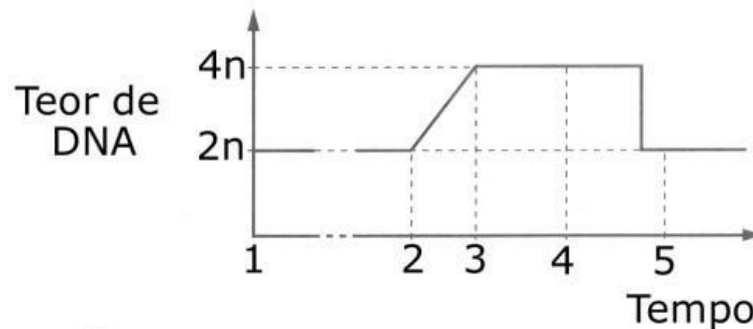
- Metáfase II → os cromossomos atingem o máximo de espiralização e se dispõem na metade da célula formando a Placa Equatorial, os centríolos se encontram nos polos formando o fuso acromático para que haja separação do material genético
- Anáfase II → ocorre a separação das cromátides irmãs no fuso acromático
- Telófase II → Reaparecem a carioteca e o nucléolo, os cromossomos se desespiralizam formando os cromatina

Se fôssemos colocar a mitose em gráficos, ficaria desta forma:



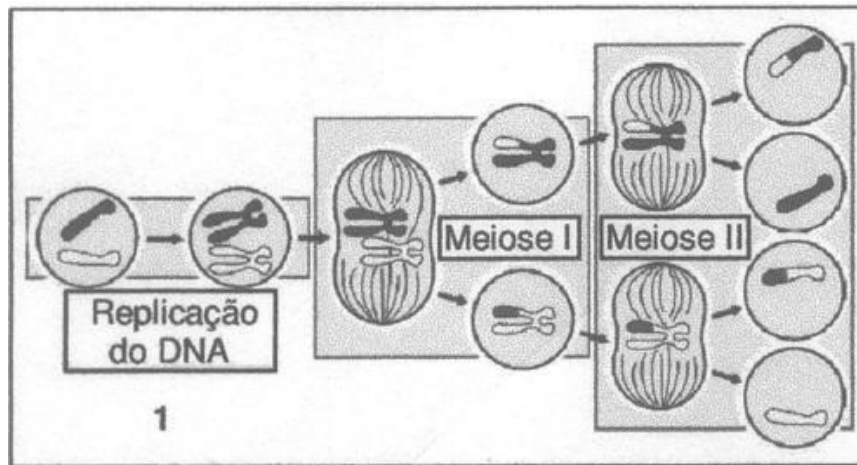
## Exercícios

1. No gráfico abaixo, relativo ao ciclo celular, a mitose está representada pelo intervalo:



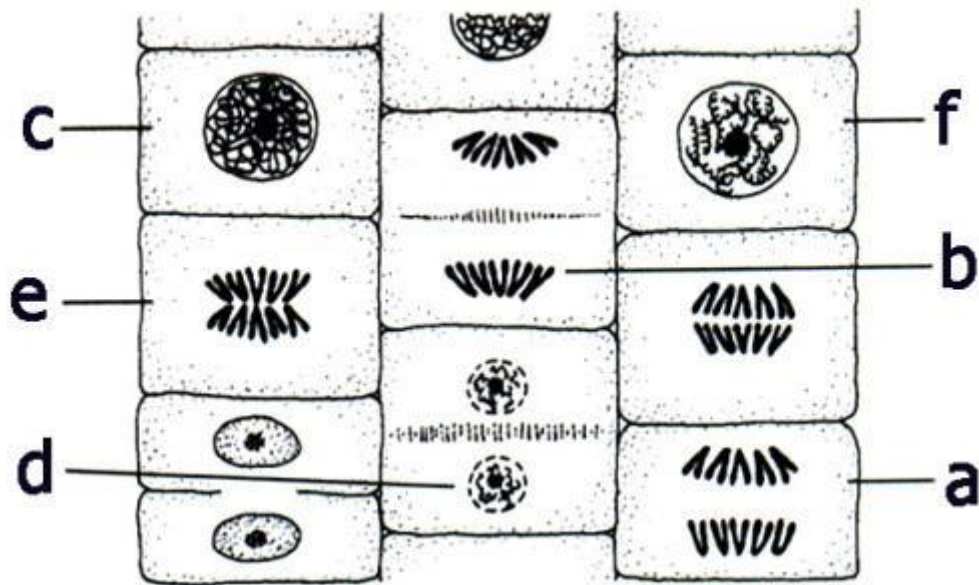
- a) 1 – 2.
- b) 2 – 3.
- c) 1 – 3.
- d) 3 – 4.
- e) 4 – 5.
2. Quando adquirimos frutas no comércio, observamos com mais frequência frutas sem ou com poucas sementes. Essas frutas têm grande apelo comercial e são preferidas por uma parcela cada vez maior da população. Em plantas que normalmente são diploides, isto é, apresentam dois cromossomos de cada par, uma das maneiras de produzir frutas sem sementes é gerar plantas com uma ploidia diferente de dois, geralmente triploide. Uma das técnicas de produção dessas plantas triploides é a geração de uma planta tetraploide (com 4 conjuntos de cromossomos), que produz gametas diploides e promove a reprodução dessa planta com uma planta diploide normal. A planta triploide oriunda desse cruzamento apresentará uma grande dificuldade de gerar gametas viáveis, pois como a segregação dos cromossomos homólogos na meiose I é aleatória e independente, espera-se que
- a) os gametas gerados sejam diploides.
- b) as cromátides irmãs sejam separadas ao final desse evento.
- c) o número de cromossomos encontrados no gameta seja 23.
- d) um cromossomo de cada par seja direcionado para uma célula filha.
- e) um gameta raramente terá o número correto de cromossomos da espécie.

3. A reprodução sexuada gera variabilidade genética dentre os seres vivos. Para tanto, durante a formação dos gametas sexuais, um processo de meiose forma células filhas com metade do número de cromossomos da célula mãe. Sobre este processo, ilustrado na figura abaixo, é correto afirmar que:

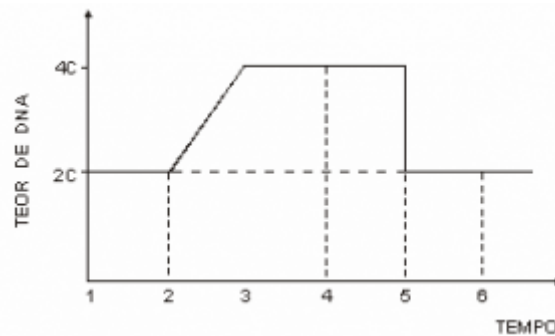


- a) Em "1", é mostrada a prófase I, onde a condensação dos cromossomos os torna visíveis ao microscópio ótico.
- b) Na fase de diplóteno da Meiose I, os cromossomos homólogos iniciam sua separação, cujas cromátides se cruzam originando quiasmas.
- c) Na anáfase I, os pares de cromossomos homólogos prendem-se ao fuso acromático dispondo-se na região equatorial da célula.
- d) Na metáfase II, os microtúbulos do fuso acromático puxam as cromátides-irmãs para os polos opostos da célula.
- e) Na telófase II, desaparecem os nucléolos e a célula se divide (citocinese II).

4. A figura a seguir representa o tecido meristemático de uma planta, onde podem ser observadas células em diferentes fases de divisão. Qual das alternativas corresponde à sequência do processo mitótico?



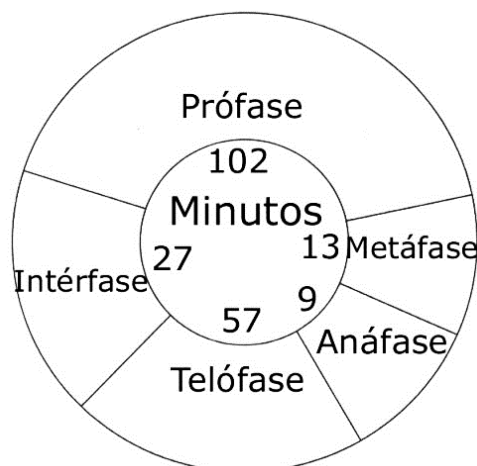
- a)  $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f$ .  
 b)  $c \rightarrow f \rightarrow e \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow d$ .  
 c)  $f \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow e \rightarrow d \rightarrow c$ .  
 d)  $e \rightarrow f \rightarrow c \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow d$ .  
 e)  $f \rightarrow e \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow a$ .
5. O gráfico mostra a variação da quantidade de DNA de uma célula somática durante as diversas fases de sua vida.



No gráfico, a mitose propriamente dita e a interfase correspondem, respectivamente, aos períodos de tempo:

- a) 4 a 6 e 1 a 4.  
 b) 2 a 4 e 3 a 5.  
 c) 3 a 5 e 1 a 3.  
 d) 1 a 3 e 4 a 6.  
 e) 2 a 5 e 3 a 5.

6. No processo de divisão celular por mitose, chamamos de célula-mãe aquela que entra em divisão e de células-filhas, as que se formam como resultado do processo. Ao final da mitose de uma célula, têm-se:
- Duas células, cada uma portadora de metade do material genético que a célula-mãe recebeu de sua genitora e a outra metade, recém-sintetizada.
  - Duas células, uma delas com o material genético que a célula-mãe recebeu de sua genitora e a outra célula com o material genético recém-sintetizado.
  - Três células, ou seja, a célula-mãe e duas células-filhas, essas últimas com metade do material genético que a célula-mãe recebeu de sua genitora e a outra metade, recém-sintetizada.
  - Três células, ou seja, a célula-mãe e duas células-filhas, essas últimas contendo material genético recém-sintetizado.
  - Quatro células, duas com material genético recém-sintetizado e duas com o material genético que a célula-mãe recebeu de sua genitora.
7. O esquema a seguir mostra a duração das fases da mitose em células de embrião de gafanhoto, mantido a 38°C.



Adaptado de Carl P. Swanson. THE CELL. Foundations of Modern Biology. New Jersey: Prentice-Hall Inc. p.52)

De acordo com esses dados, a etapa mais rápida é aquela em que ocorre:

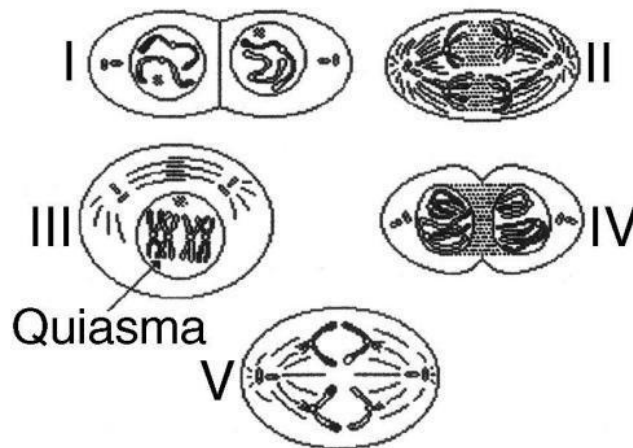
- Fragmentação da carioteca.
- Afastamento das cromátides-irmãs.
- Reorganização dos núcleos.
- Duplicação das moléculas de DNA.
- Alinhamento dos cromossomos na placa equatorial.



8. Alguns indivíduos podem apresentar características específicas de Síndrome de Down sem o comprometimento do sistema nervoso. Este fato se deve à presença de tecidos mosaicos, ou seja, tecidos que apresentam células com um número normal de cromossomos e outras células com um cromossomo a mais em um dos pares (trissomia). Este fato é devido a uma falha no mecanismo de divisão celular denominada de não-disjunção. Assinale a alternativa que identifica a fase da divisão celular em que esta falha ocorreu.

- a) anáfase II da meiose
- b) anáfase I da meiose
- c) anáfase da mitose
- d) metáfase da mitose
- e) metáfase II da meiose

9. As figuras abaixo mostram fases de um tipo de divisão celular.



Assinale a alternativa que identifica corretamente o tipo de divisão e a sequência correta na qual essas fases ocorrem.

- a) Mitose: II → I → III → IV → V.
- b) Mitose: III → IV → II → V → I.
- c) Meiose: III → II → IV → V → I.
- d) Meiose: IV → III → II → V → I.
- e) Meiose: V → I → IV → II → III.

- 10.** O ciclo celular envolve a interfase e as divisões celulares, que podem ser mitose ou meiose. A meiose é um tipo de divisão celular que originará quatro células com o número de cromossomos reduzido pela metade. Com base no texto e em seus conhecimentos sobre o assunto, é correto afirmar que:
- a) interfase é um período em que ocorre apenas a duplicação do material genético.
  - b) na anáfase I cada cromossomo de um par de cromossomos homólogos é puxado para um dos polos da célula.
  - c) o crossing-over ocorre em todos os cromossomos não homólogos.
  - d) na telófase I os cromossomos separados em dois lotes sofrem duplicação do material genético e as membranas nucleares se reorganizam.
  - e) quiasmas são as permutas que ocorrem entre cromátides irmãs que permitem a variedade de gametas.

## Gabarito

---

1. **E**  
A mitose é a última etapa, quando retorna o número de cromossomos para  $2n$ . Além disso, a duplicação dos cromossomos se dá na fase S da interfase.
2. **E**  
A planta triploide, para não gerar sementes, dificilmente terá o número correto de cromossomos, fazendo com que não se desenvolvam seus gametas.
3. **B**  
Na fase de diplóteno, dentro de prófase 1, há a formação dos quiasmas, regiões onde ocorreu o crossing over na fase de paquíteno.
4. **B**  
Inicialmente, ocorre condensação da cromatina (c e f). Na prófase, ocorre o desaparecimento da carioteca e o início da migração dos cromossomos (a), até se alinharem no centro na metáfase (e). Na anáfase ocorre a separação das cromátides irmãs (b). Por fim, na telófase, há o retorno da carioteca e a separação em duas células.
5. **A**  
O ciclo celular pode ser dividido em duas etapas: divisão celular e intérfase. Em geral, a mitose dura 5% da duração total do ciclo celular, enquanto no tempo restante (95%) a célula permanece em intérfase. Nessa fase, os cromossomos estão descondensados no interior do núcleo, constituindo a cromatina. É durante a intérfase que o DNA está em plena atividade e é também nessa fase que as moléculas de DNA se duplicam, preparando a célula para a próxima divisão. Portanto, a intérfase corresponde ao período de tempo de 1 a 4, onde podemos notar no gráfico a duplicação do teor de DNA na célula (de 2C para 4C). Já a mitose corresponde ao período de 4 a 6, onde podemos notar o retorno do teor de DNA da célula ao nível original (de 4C para 2C).
6. **A**  
Ao final da mitose, formam-se duas células. A replicação do material genético é dita semiconservativa, fazendo com que cada receba metade recém sintetizada e a outra metade pré-existente.
7. **B**  
A etapa mais rápida (9 min), de acordo com o esquema, é a anáfase. Nessa fase, ocorre a separação e o afastamento das cromátides irmãs
8. **C**  
Para indivíduos apresentarem a síndrome de Down na forma de mosaico, algumas células na fase de mórula deveriam estar com o número normal de cromossomos. Assim, pode-se afirmar que a síndrome não se originou da meiose, na formação dos gametas, mas da mitose durante o desenvolvimento embrionário
9. **C**  
A presença do quiasma indica que o processo é a MEIOSE, pois ocorreu crossing over. Esse processo ocorre na fase de prófase I, assim, o número III é o primeiro a acontecer. A separação inicial é de cromossomos

homólogos, na anáfase I (figura II), enquanto que a separação das cromátides irmãs ocorre na anáfase II (figura V). Por fim, há a separação da célula com um número haploide de cromossomos.

## 10. B

A anáfase I (meiose) é a fase na qual os cromossomos homólogos são separados.