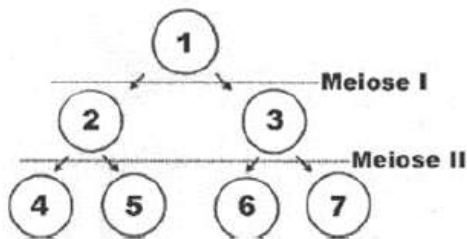


Meiose

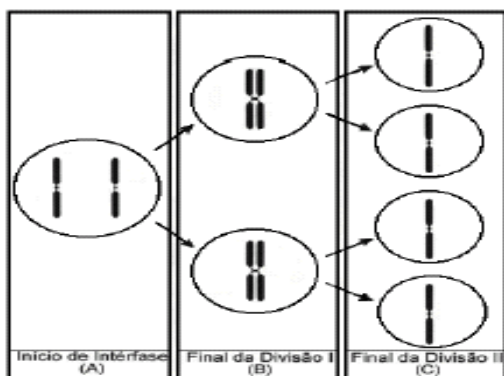
01 - (Unichristus) Na meiose, acontecem duas divisões celulares sucessivas denominadas meiose I e meiose II. Observe o esquema a seguir e considere que a célula-mãe (célula 1) apresenta 46 cromossomos ($2n = 46$).



A partir do esquema, conclui-se que

- as células 2 e 3 apresentam 46 cromossomos.
- as células 4 e 5 apresentam 92 cromossomos.
- as células 6 e 7 apresentam 23 cromossomos.
- as células 4 e 5 apresentam a metade do número de cromossomos da célula 2.
- as células 6 e 7 apresentam o mesmo número de cromossomos da célula 1.

02 - (Fuvest) A figura mostra etapas da segregação de um par de cromossomos homólogos em uma meiose em que não ocorreu permuta.



No início da intérfase, antes da duplicação cromossômica que precede a meiose, um dos representantes de um par de alelos mudou por perda de uma sequência de pares de nucleotídeos. Considerando as células que se formam no final da primeira divisão (B) e no final da segunda divisão (C), encontraremos o alelo mutante em

- uma célula em B e nas quatro em C.
- uma célula em B e em duas em C.
- uma célula em B e em uma em C.
- duas células em B e em duas em C.
- duas células em B e nas quatro em C.

03 - (Fuvest) Os dois processos que ocorrem na meiose, responsáveis pela variabilidade genética dos organismos que se reproduzem sexualmente, são:

- duplicação dos cromossomos e pareamento dos cromossomos homólogos.
- segregação independente dos pares de cromossomos homólogos e permutação entre os cromossomos homólogos.
- separação da dupla-hélice da molécula de DNA e replicação de cada uma das fitas.
- duplicação dos cromossomos e segregação independente dos pares de cromossomos homólogos.
- replicação da dupla-hélice da molécula de DNA e permutação entre os cromossomos homólogos.

04 - (Unesp) No homem, a cada ejaculação são liberados milhões de espermatozoides, cada um deles carregando um lote haploide de 23 cromossomos. Considerando-se apenas a segregação independente dos cromossomos na prófase I da meiose, podemos afirmar corretamente que, em termos estatísticos, no volume de um ejaculado estarão presentes até

- 2^{23} espermatozoides geneticamente diferentes, cada um deles carregando um conjunto cromossômico que difere do conjunto cromossômico de outro espermatozoide, uma vez que cada um deles carrega cromossomos de diferentes pares.
- 2^{23} espermatozoides geneticamente diferentes, cada um deles carregando um conjunto cromossômico que difere do conjunto cromossômico de outro espermatozoide na sua composição de alelos.
- 23^2 espermatozoides geneticamente diferentes, cada um deles carregando um conjunto cromossômico que difere do conjunto cromossômico de outro espermatozoide, uma vez que cada um deles carrega cromossomos de diferentes pares.

- d) 23^2 espermatozoides geneticamente diferentes, cada um deles com apenas um dos homólogos de cada par.
- e) 23×23 espermatozoides geneticamente diferentes, cada um deles carregando um conjunto cromossômico que difere do conjunto cromossômico de outro espermatozoide na sua composição de alelos.

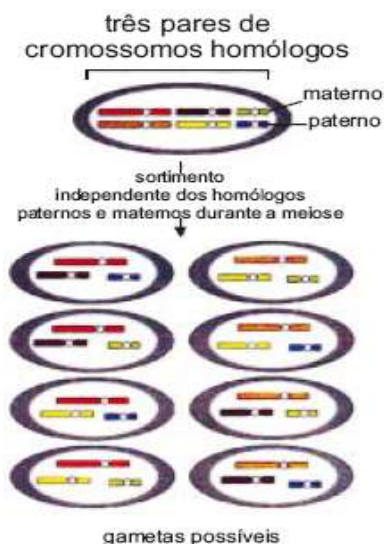
05 - (Enem) O Brasil possui um grande número de espécies distintas entre animais, vegetais e microrganismos envolvidos em uma imensa complexidade e distribuídas em uma grande variedade de ecossistemas,

SANDES, A R. R. BLASI, G. *Biodiversidade e diversidade química e genética*. Disponível em: <http://novastecnologias.com.br>. Acesso em 22 set 2015 (adaptado).

O incremento da variabilidade ocorre em razão da permuta genética, a qual propicia a troca de segmentos entre cromátides não irmãs na meiose. Essa troca de segmentos é determinante na

- produção de indivíduos mais férteis.
- transmissão de novas características adquiridas.
- recombinação genética na formação dos gametas.
- ocorrência de mutações somáticas nos descendentes.
- variação do número de cromossomos característico da espécie.

06 - (Uff) A diversidade biológica dos seres vivos está relacionada, principalmente, com a reprodução sexuada. O principal evento responsável por essa diversidade ocorre durante a formação dos gametas. A figura ao lado demonstra a distribuição independente de cromossomos maternos e paternos, que ocorre durante a meiose, em um organismo onde o número haploide (n) é igual a 3. Nessas condições, podemos observar que o número possível de gametas (w) em uma espécie é igual a 2^n .



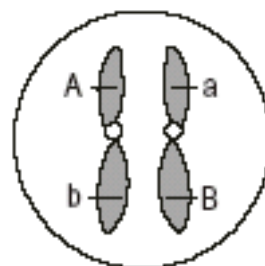
Levando-se em consideração que na espécie humana ocorre a permuta gênica, pode-se afirmar que a melhor expressão para o número (w) de gametas possíveis está representada em:

- $w = 2^{23}$.
- $w > 2^{23}$.
- $w < 2^{23}$.
- $w = 2^{13}$.
- $w > 2^{13}$.

07 - (Unp) Durante a prófase I da meiose, ocorre a permutação gênica, isto é, a troca de sequências de DNA entre cromossomos homólogos. Identifique, nas alternativas abaixo, o cromossomo humano com menor taxa de recombinação e sua respectiva justificativa.

- O cromossomo X, pelo fato de possuir genes predominantemente femininos.
- O cromossomo 23, pelo fato de ser o menor cromossomo do genoma.
- O cromossomo Y, pelo fato de não possuir um cromossomo completamente homólogo com ele.
- O cromossomo 21, pelo fato de ele não emparelhar perfeitamente na meiose.

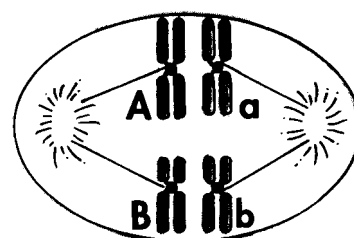
08 - (Unifor) A figura abaixo representa uma célula com um par de cromossomos homólogos.



A partir dessa célula, na ausência de permutação gênica, poderão ser formados gametas

- Aa e Bb, somente.
- Ab e aB, somente.
- AB e ab, somente.
- AB, Ab, aB e ab.
- AB, Aa, Bb e ab.

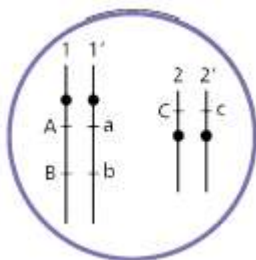
09 - (Unifor) A figura abaixo esquematiza uma célula meiótica em metáfase I.



A partir dessa célula, é possível prever-se a formação de gametas

- AB e ab, somente.
- Aa e Bb, somente.
- Ab e aB, somente.
- AB, Ab, aB e ab.
- AB e ab ou Aa e Bb.

10 - (Pucsp) A célula a seguir pertence a uma espécie que apresenta quatro cromossomos ($2n = 4$):

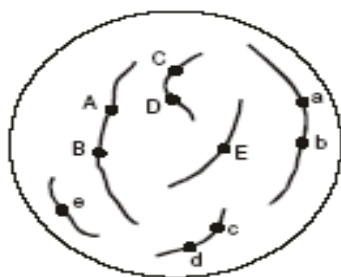


1. é cromossomo homólogo de 1'.
2. é cromossomo homólogo de 2'.

Um indivíduo heterozigoto para três pares de genes (AaBbCc) tem esses genes localizados nos cromossomos, conforme é mostrado na figura. Se uma célula desse indivíduo entrar em meiose e não ocorrer *crossing-over*, podem ser esperadas, ao final da divisão, células com constituição

- AbC; aBc ou Abc; aBC.
- ABC; abc ou ABc; abC.
- apenas ABC e abc.
- apenas Abc e abC.
- apenas AaBbCc.

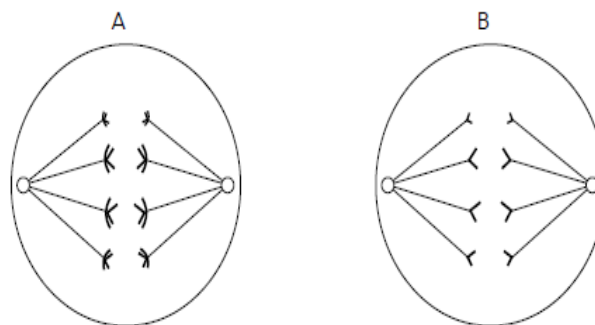
11 - (Unifor) O esquema abaixo representa genes e cromossomos de um oócito primário de uma fêmea diploide.



Sabendo-se que, nessa fêmea, a recombinação gênica ocorre somente entre os não-alelos situados em diferentes cromossomos, conclui-se que o número de tipos de óvulos que ela forma é

- 3.
- 4.
- 8.
- 16.
- 32.

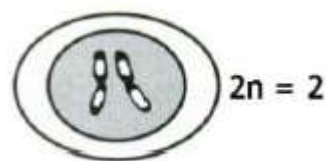
12 - (Uerj) Considere um animal que possui oito cromossomos em suas células diploides. Nos esquemas A e B, estão representadas duas células desse animal em processo de divisão celular.



Com base nos esquemas, são identificados os seguintes tipos de divisão celular em A e B, respectivamente:

- meiose e mitose.
- mitose e meiose.
- mitose e mitose.
- meiose e meiose.

13 - (Unichristus) Considere a seguinte célula.



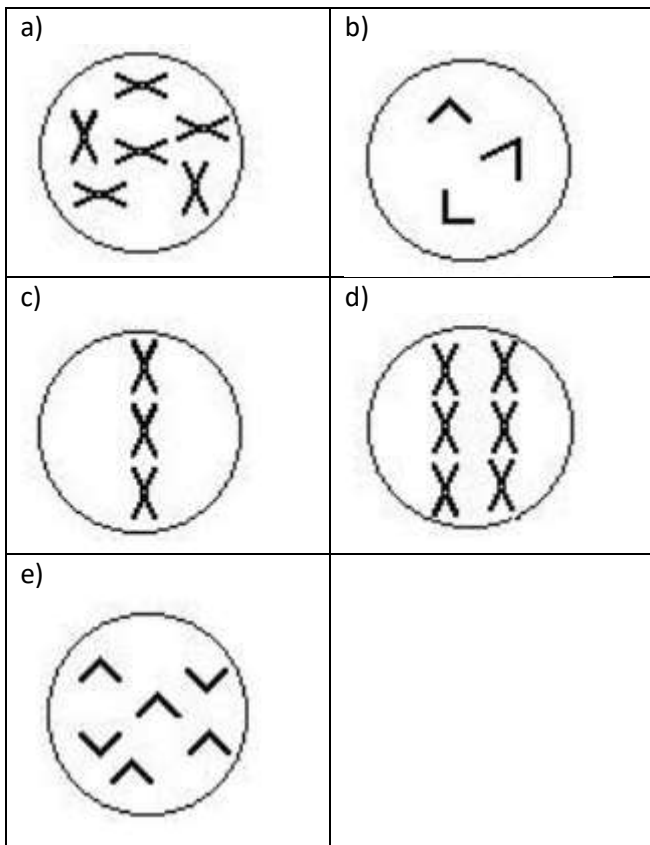
Aspectos diferentes de anáfases dessa célula estão ilustrados a seguir:



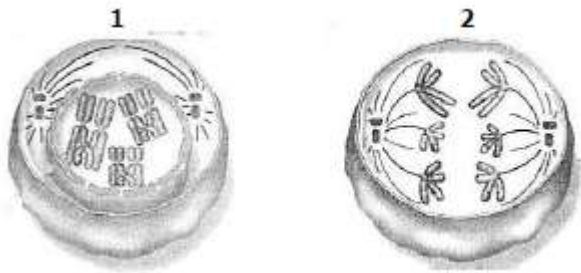
Com relação às células que irão surgir da divisão de I, II e III, pode-se afirmar que as de

- I e II serão haploides.
- I e III serão diploides.
- II e III serão haploides.
- II e III serão diploides.
- I e III serão haploides.

14 - (Unichristus) Uma determinada espécie de animal possui célula $2n = 6$ cromossomos. Qual alternativa apresenta a ilustração de uma célula dessa espécie na metáfase da segunda divisão por meiose?



15 - (Ufrgs) Os diagramas abaixo se referem a células em diferentes fases da meiose de um determinado animal.



Os diagramas 1, 2 e 3 correspondem, respectivamente,

- a) prófase I, metáfase I e telófase II.
 b) prófase II, anáfase I e telófase I.
 c) prófase I, metáfase II e anáfase II.
 d) prófase II, anáfase II e telófase I.
 e) prófase I, anáfase I e metáfase II.

16 - (Unp) Durante a análise das células em divisão das gônadas e do trato digestório de um macho de uma espécie de mosca, foram feitas as seguintes anotações:
 - Nas células do tecido I, em uma das fases da divisão celular, foram verificados 8 cromossomos, cada um deles com uma única cromátide, 4 deles migrando para um dos polos da célula e os outros 4 migrando para o polo oposto.

- Nas células do tecido II, em uma das fases da divisão celular, observaram-se 4 cromossomos, cada um deles com duas cromátides, 2 deles migrando para um dos polos da célula e os outros 2 migrando para o polo oposto.

Com base nos dados observados é possível afirmar que as células do tecido I e II são, respectivamente:

- a) do trato digestório e da gônada. Essa espécie de mosca tem $2n = 4$.
 b) da gônada e do trato digestório. Essa espécie de mosca tem $2n = 4$.
 c) do trato digestório e da gônada. Essa espécie de mosca tem $2n = 8$.
 d) do trato digestório e da gônada. Essa espécie de mosca tem $2n = 2$.

17 - (Uel) Considere os seguintes eventos:

- I. recombinação genética
- II. segregação de cromossomos homólogos
- III. segregação de cromátides irmãs
- IV. alinhamento dos cromossomos na placa equatorial.

Desses, os que ocorrem tanto na mitose quanto na meiose são apenas

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

18 - (Uece) Considere os eventos abaixo, que podem ocorrer na mitose ou na meiose.

- I. Emparelhamento dos cromossomos homólogos duplicados.
- II. Alinhamento dos cromossomos no plano equatorial da célula.
- III. Permutação de segmentos entre cromossomos homólogos.
- IV. Divisão dos centrômeros, resultando na separação das cromátides irmãs.

No processo de multiplicação celular para reparação de tecidos, os eventos relacionados à distribuição equitativa do material genético entre as células resultantes estão contidos somente em

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

19 - (Unesp) A figura mostra o encontro de duas células, um espermatozoide e um ovócito humano, momentos antes da fecundação.

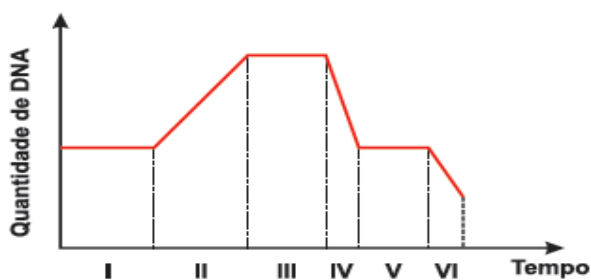


<http://epoca.com>.

Considerando as divisões celulares que deram origem a essas células, é correto afirmar que o sexo da criança que será gerada foi definido na

- metáfase I da gametogênese feminina.
- diacinese da gametogênese masculina.
- anáfase II da gametogênese feminina.
- anáfase I da gametogênese masculina.
- telófase II da gametogênese masculina.

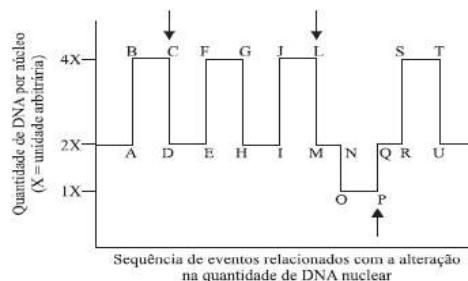
20 - (Faculdade Albert Einstein) O gráfico abaixo refere-se ao processo de divisão celular que ocorre durante a espermatogênese humana:



Nesse processo de divisão ocorre

- duplicação dos cromossomos nos intervalos I e II e as fases que caracterizam esse processo ocorrem nos intervalos III, IV, V e VI.
- duplicação dos cromossomos nos intervalos II e III e as fases que caracterizam esse processo ocorrem nos intervalos IV, V e VI.
- separação de cromátides-irmãs, levando a formação de células com 23 cromossomos simples ao final do intervalo IV e maturação dos espermatozoides nos intervalos V e VI.
- separação de cromossomos homólogos no intervalo IV e separação de cromátides-irmãs no intervalo VI.

21 - (Unesp) O gráfico representa as mudanças (quantitativas) no conteúdo do DNA nuclear durante eventos envolvendo divisão celular e fecundação em camundongos.



Os intervalos C-D, L-M e P-Q correspondem, respectivamente, a fases em que ocorrem a

- replicação, meiose II e mitose.
- meiose I, meiose II e replicação.
- mitose, meiose I e fecundação.
- mitose, meiose I e meiose II.
- mitose, meiose II e fecundação.

22 - (Fcm) A meiose é um processo complexo, e erros meióticos em seres humanos parecem ser surpreendentemente comuns. Os cromossomos homólogos podem não se separar durante a meiose I, ou pode não haver a separação das cromátides irmãs durante a meiose II. Em qualquer uma dessas situações, são formados gametas contendo um número anormal de cromossomos, um cromossomo extra ou a falta de um cromossomo. Se um desses gametas se funde com um gameta normal será formado um zigoto com um número anormal de cromossomos, o que traz sérias consequências. Na maioria dos casos, o zigoto desenvolve-se originando um embrião anormal que morre em algum estágio entre a concepção e o nascimento. Baseado nesse contexto, qual é a principal causa das anormalidades cromossômicas?

- Disjunção cromossômica meiótica
- Não disjunção cromossômica meiótica.
- Não disjunção cromossômica mitótica.
- Disjunção cromossômica mitótica.
- Erros mitóticos nas células germinativas.

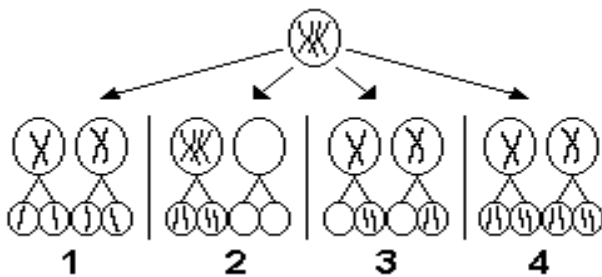
23 - (Fmo) A síndrome de Down é uma alteração cromossômica numérica humana, do tipo "trisomia", que acomete o cromossomo 21. Sobre tal condição genética é correto afirmar que:

- sua origem é explicada por erros na separação dos cromossomos homólogos, na mitose materna ou paterna, na fase de anáfase.
- quando ocorre em mulheres, é explicada por erros na separação dos cromossomos homólogos, na segunda divisão meiótica materna.
- quando ocorre em homens, é explicada por erros na separação das cromátides irmãs, na primeira divisão meiótica paterna.

d) sua origem é explicada por erros na separação dos homólogos na anáfase I, ou das cromátides irmãs na anáfase II, da meiose do pai ou da mãe.

e) quando ocorre em homens ou mulheres, sua origem é explicada por erros no pareamento de cromossomos não homólogos na meiose.

24 - (Uerj) Pela análise dos cromossomas, é possível detectar a anomalia que caracteriza a síndrome de Down. O esquema a seguir apresenta quatro eventos da divisão celular.



Os eventos possíveis da meiose que levam à síndrome de Down são os de número:

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

25 - (Uff) 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.

notas

VESTIBULARES:

As questões abaixo são direcionadas para quem prestará vestibulares tradicionais.

Se você está estudando apenas para a prova do ENEM, fica a seu critério, de acordo com o seu planejamento, respondê-las ou não.

26 - (Upe) Observe a fotomicrografia da célula meiótica de um gafanhoto macho, com 11 pares de autossomos (bivalentes) e sistema de determinação sexual XO (o X é univalente).

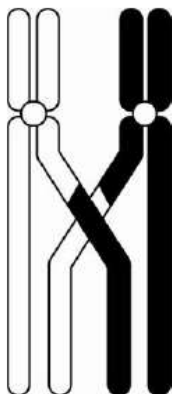


Foto cedida por Santos, MP (UPE)

Marque a alternativa que descreve a análise correta da fase apresentada no círculo.

- a) No leptóteno, os cromossomos estão se condensando e são visíveis como fios longos e finos, pontilhados por cromômeros.
- b) Na metáfase I, os cromossomos emparelhados e unidos pelos quiasmas estão em sua máxima condensação e alinhados na placa equatorial.
- c) Na anáfase I, cada bivalente é desfeito, e cada homólogo, constituído de duas cromátides unidas pelo centrômero, é puxado para um dos polos da célula.
- d) Na prófase II, a cromatina volta a se condensar para formar cromossomos que são mais curtos, grossos e ainda dispersos.
- e) Na telófase II, os cromossomos descondensados estão concentrados em dois lotes, um em cada polo da célula.

27 - (Unichristus) O processo que antecede o fenômeno biológico ilustrado abaixo é denominado



- a) sinapse cromossômica e ocorre durante o paquíteno na prófase I.
- b) citocinese e ocorre durante o leptóteno na metáfase I.
- c) diacinese e ocorre durante o zigóteno na telófase II.
- d) permutação e ocorre durante o diplóteno na anáfase II.
- e) bivalente e ocorre durante o leptóteno na metáfase II.

28 - (Facisa) Em eucariontes sexuados como nos humanos, identificamos dois tipos básicos de divisão celular: mitose e meiose. Sobre esses processos de divisão celular, analise as proposições a seguir.

- I. Por mitose, uma célula-mãe forma duas novas células de constantes cromossômicas distintas.
- II. A meiose ocorre em duas etapas gerais de divisão: meiose I e meiose II, formando ao final, quatro novas células de mesma constante cromossômica, porém, geneticamente distintas entre si.
- III. Distinguem-se basicamente quatro fases, tanto para a mitose quanto para as meioses I e II: prófase, metáfase, anáfase e telófase; no entanto, a prófase da meiose II diferencia-se pelo fato de ser mais longa e, portanto, subdividida: leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese.
- IV. O *crossing-over* é um fenômeno que ocorre na subfase de paquíteno da prófase I da meiose, tendo uma importância biológica fundamental na variabilidade de gametas formados por um indivíduo, visto caracterizar-se pela permuta de segmentos de cromátides homólogas no processo.
- V. A prófase da mitose e meiose I têm em comum o fato do emparelhamento de homólogos.

Estão incorretas apenas as proposições

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

29 - (Fcm) Em relação ao processo meiótico, assinale V (verdadeira) ou F (falsa) para as proposições abaixo e assinale a alternativa correspondente à sequência correta.

I. A meiose é a divisão celular que ocorre nas células germinativas a fim de originar os gametas masculinos e femininos.

II. É no *crossing-over*, evento crítico da meiose I que ocorre a permuta do segmento das cromátides entre os cromossomos homólogos pareados.

III. É na prófase I, subfase diacinese, que ocorre a formação do complexo sinaptonêmico.

IV. Os quiasmas desempenham um papel importante no controle da segregação dos cromossomos.

V. A prófase II é a fase mais longa e mais complexa da meiose.

a) VFVFF.

b) FVVVF.

c) VVVFF.

d) VVFVF.

e) FVFVF.

30 – (Famene) Sobre o ciclo celular e a divisão celular em células procarióticas e eucarióticas, analise as assertivas abaixo, identificando as verdadeiras (V) e as falsas (F):

I. Primariamente, os organismos unicelulares fazem uso da divisão celular para se reproduzir. Já dentre os eucariontes multicelulares, o referido processo desempenha importante papel no crescimento e reparo dos tecidos, além de atuar na formação de gametas.

II. Sempre atuante, a telomerase trabalha como ferramenta principal no sistema de reparo das extremidades do DNA impedindo que os cromossomos se reduzam, garantindo assim a manutenção das células somáticas adultas.

III. Em Gimnosperma e Angiosperma, a mitose é acêntrica e anastral, além de – devido à presença da parede celular – ocorrer uma citocinese centrífuga.

IV. Durante a mitose em células animais, as cromátides irmãs são puxadas pelas fibras do fuso para polos adjacentes da célula, onde nesse processo há uma polimerização na região do cinetócoro, aumentando o comprimento do microtúbulo.

V. Durante a prófase I, duas cromátides homólogas podem realizar o *crossing-over* permanecendo unidas através de quiasmas até a metáfase I.

VI. Na fase S da Interfase, cada cromátide irmã consiste em uma única molécula de DNA.

A sequência correta é:

a) VFVFFV.

b) VFVVVF.

c) FFVFFV.

d) VVFVFV.

e) FVVVVV.

notas

Gabarito:

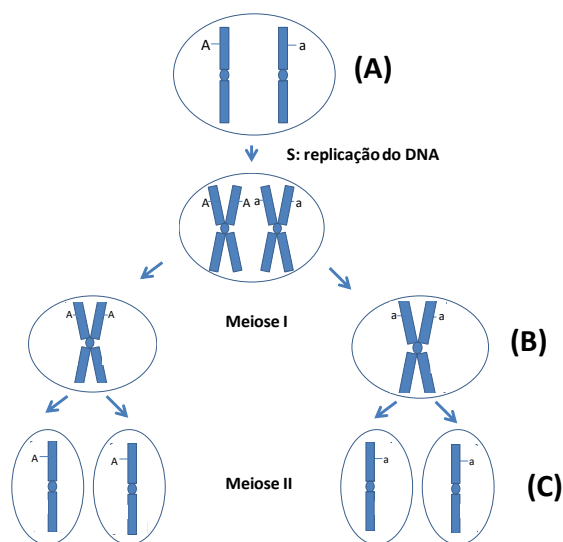
Questão 1: C

Comentário: A meiose ocorre em duas divisões celulares consecutivas, a meiose I ou reducional, que separa os cromossomos homólogos e reduz o número de cromossomos da célula de $2n$ para n , e a meiose II ou equacional, que separa as cromátides-irmãs e mantém o número de cromossomos constante em n . Assim:

- a célula 1 é $2n$, com 46 cromossomos duplos;
- a meiose I ou reducional gera duas células n , com 23 cromossomos duplos cada, ou seja, 2 e 3;
- a meiose II ou equacional gera quatro células n , com 23 cromossomos simples cada, ou seja, 4, 5, 6 e 7.

Questão 2: B

Comentário: Chamando de "A" o alelo original e de "a" o alelo mutante, temos que:



Encontramos o alelo mutante "a" em uma das células de (B) e duas das células de (C).

Questão 3: B

Comentário: A meiose é uma forma de divisão celular que gera células geneticamente diferentes das células iniciais. Ou seja, nela há variabilidade genética, estando, pois, relacionada a mecanismos de reprodução sexuada. A meiose reduz o número de cromossomos nos gametas, permitindo a manutenção do número diplóide de cromossomos na espécie e permite a variabilidade genética, tão importante para a adaptação dos seres vivos ao meio, graças ao crossing-over e à separação dos cromossomos homólogos. A meiose ocorre em duas divisões, com a

formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haplóides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haplóides. Cada divisão meiótica se subdivide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. A separação dos cromossomos homólogos possibilita a formação de 2^n tipos distintos de gametas, sendo n o número de pares de cromossomos na célula. O *crossing-over* (permutação) envolve a troca de segmentos entre cromátides homólogas e possibilita a formação de novos tipos de gametas no que diz respeito ao conjunto de genes, além de 2^n . Assim, os dois processos que geram variabilidade genética na meiose são a segregação independente dos pares de cromossomos homólogos e a permutação entre os cromossomos homólogos.

Questão 4: B

Comentário: A meiose é uma forma de divisão celular que gera células geneticamente diferentes das células iniciais. Ou seja, nela há variabilidade genética, estando, pois, relacionada a mecanismos de reprodução sexuada. A meiose reduz o número de cromossomos nos gametas, permitindo a manutenção do número diplóide de cromossomos na espécie e permite a variabilidade genética, tão importante para a adaptação dos seres vivos ao meio, graças ao crossing-over e à separação dos cromossomos homólogos. A meiose ocorre em duas divisões, com a formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haplóides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haplóides. Cada divisão meiótica se subdivide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. A separação dos cromossomos homólogos possibilita a formação de 2^n tipos distintos de gametas, sendo n o número de pares de cromossomos na célula. O *crossing-over* envolve a troca de segmentos entre cromátides homólogas e possibilita a formação de novos tipos de gametas no que diz respeito ao conjunto de genes, além de 2^n . Assim, considerando apenas a separação dos cromossomos homólogos, pode-se produzir 2^{23} tipos diferentes de gametas.

Questão 5: C

Comentário: O processo de *crossing-over* ou permutação envolve a troca de segmentos entre cromátides não irmãs de cromossomos homólogos, resultando em aumento da variabilidade genética na descendência pela geração de novas combinações de genes nos gametas além daquelas que ocorrem pela simples segregação dos cromossomos homólogos na meiose I. Assim, pode-se afirmar que *crossing-over* ou permutação proporciona uma maior recombinação genética na formação dos gametas.

Questão 6: B

Comentário: A meiose é uma forma de divisão celular que gera células geneticamente diferentes das células iniciais. Ou seja, nela há variabilidade genética, estando, pois, relacionada a mecanismos de reprodução sexuada. A meiose reduz o número de cromossomos nos gametas, permitindo a manutenção do número diplóide de cromossomos na espécie e permite a variabilidade genética, tão importante para a adaptação dos seres vivos ao meio, graças ao *crossing-over* e à separação dos cromossomos homólogos. A meiose ocorre em duas divisões, com a formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haplóides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haplóides. Cada divisão meiótica se subdivide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. A separação dos cromossomos homólogos possibilita a formação de 2^n tipos distintos de gametas, sendo n o número de pares de cromossomos na célula. O *crossing-over* (permutação) envolve a troca de segmentos entre cromátides homólogas e possibilita a formação de novos tipos de gametas no que diz respeito ao conjunto de genes, além de 2^n . Assim, considerando apenas a separação dos cromossomos homólogos, pode-se produzir 2^{23} tipos diferentes de gametas. Com o *crossing-over*, pode-se produzir além de 2^{23} tipos diferentes de gametas, ou seja, o número (w) de gametas possíveis é maior que 2^{23} .

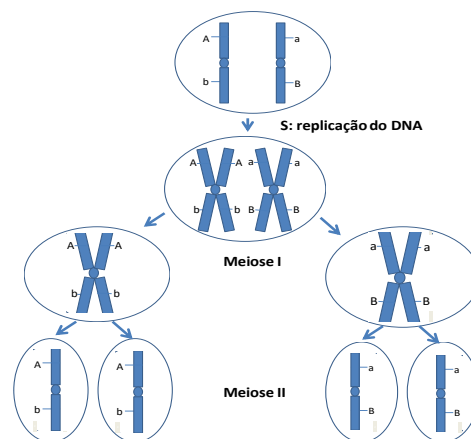
Questão 7: C

Comentário: Os cromossomos X e Y não são exatamente homólogos, uma vez que o cromossomo X é metacêntrico e de tamanho médio e o cromossomo Y é acrocêntrico de tamanho pequeno. Existe no

cromossomo X uma área X-específica que não tem homologia como o cromossomo Y, e por isso não faz *crossing-over*, bem como existe no cromossomo Y uma área Y-específica que não tem homologia como o cromossomo X, e por isso também não faz *crossing-over*. Apenas um pequeno trecho dos cromossomos X e Y são homólogos, podendo haver *crossing-over* entre eles apenas nessa região. Assim, os cromossomos com menor taxa de recombinação, devido à ausência de um cromossomo completamente homólogo a eles são Y e X (mas não por possuir genes predominantemente femininos, o que não ocorre, uma vez que também ocorre cromossomo X em homens).

Questão 8: B

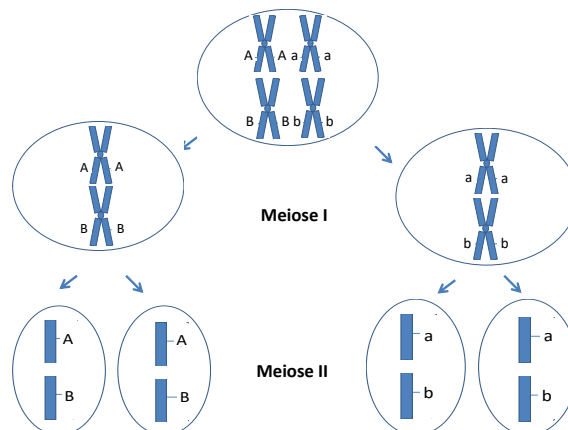
Comentário: Analisando o esquema abaixo representativo da meiose na célula em questão:



Pode-se observar que apenas gametas Ab e aB são formados.

Questão 9: A

Comentário: Analisando o esquema abaixo representativo da meiose na célula em questão:



Pode-se observar que apenas gametas AB e ab são formados.

Questão 10: B

Comentário: Na meiose I, há separação dos cromossomos homólogos, e na meiose II, há separação das cromátides irmãs. Assim, na meiose I, caso não haja *crossing-over*, separam-se os cromossomos 1 (com AB) de 1' (com ab) e 2 (com C) de 2' (com c), o que pode ocorrer de duas maneiras:

- 1ª maneira: 1 (com AB) e 2 (com C) vão para um polo da célula e 1' (com ab) e 2' (com c) vão para o outro polo da célula, gerando células filhas com cromossomos 1 e 2 e genes AB e C (ABC) e células filhas com cromossomos 1' e 2' e genes ab e c (abc).

- 2ª maneira: 1 (com AB) e 2' (com c) vão para um polo da célula e 1' (com ab) e 2 (com C) vão para o outro polo da célula, gerando células filhas com cromossomos 1 e 2' e genes AB e c (ABc) e células filhas com cromossomos 1' e 2 e genes ab e C (abC).

Assim, podem ser formadas células ABC e abc ou Abc abC.

Questão 11: C

Comentário: Chamando de par 1 os cromossomos AB e ab; de par 2 os cromossomos CD e cd; e de par 3 os cromossomos E e e, temos que, na meiose I, há separação dos cromossomos homólogos, e na meiose II, há separação das cromátides irmãs. Assim, na meiose I, caso não haja *crossing-over*, separam-se os cromossomos do par 1 (AB e ab), do par 2 (CD e cd) e do par 3 (E e e), o que pode ocorrer de quatro maneiras:

- 1ª maneira: AB, CD e E vão para um polo da célula e ab, cd e e vão para o outro polo da célula, gerando células filhas com cromossomos ABCDE e abcde.

- 2ª maneira: AB, CD e e vão para um polo da célula e ab, cd e E vão para o outro polo da célula, gerando células filhas com cromossomos ABCDe e abcdE.

- 3ª maneira: AB, cd e E vão para um polo da célula e ab, CD e e vão para o outro polo da célula, gerando células filhas com cromossomos ABcdE e abCDe.

- 4ª maneira: AB, cd e e vão para um polo da célula e ab, CD e E vão para o outro polo da célula, gerando células filhas com cromossomos ABCde e abCDE.

Assim, há um total de 8 combinações possíveis de gametas.

Colocando de outra maneira: 2 possibilidades de combinações para o 1º cromossomo (AB ou ab) x 2 possibilidades de alelos para o para o 2º cromossomo (CD ou cd) x 2 possibilidades de para o 3º cromossomo (E ou e) = $2 \times 2 \times 2 = 2^3 = 8$.

Questão 12: D

Comentário: A meiose ocorre em duas divisões, com a formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haplóides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haplóides. Cada divisão meiótica se subdivide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. Comparando as duas divisões:

- na prófase I, ocorrem eventos como o pareamento de cromossomos homólogos (sinapse) e o *crossing-over* (com formação de quiasmas), mas na prófase II não ocorrem tais fenômenos;

- na metáfase I, os cromossomos homólogos estão pareados na placa equatorial (como na opção D), mas na metáfase II os cromossomos não estão pareados na placa equatorial (como na opção C);

- na anáfase I, ocorre separação dos cromossomos homólogos, de modo que ocorre a migração de cromossomos duplos (com duas cromátides e quatro braços) para os polos da célula, enquanto na anáfase II, ocorre separação das cromátides irmãs, de modo que ocorre a migração de cromossomos simples (com 1 cromátide e 2 braços) para os polos da célula;

- na telófase I, haverá n cromossomos duplos em cada polo da célula, enquanto que na telófase II, haverá n cromossomos simples em cada polo da célula.

A mitose ocorre de maneira idêntica à meiose II, mas a mitose apresenta células com 2n cromossomos e a meiose II apresenta células com apenas n cromossomos. Desse modo, a figura A representa a anáfase da meiose I, uma vez que os cromossomos migrando para os polos da célula estão duplicados, indicando que houve separação dos cromossomos homólogos, mas não das cromátides irmãs. A figura B representa a anáfase da meiose II, uma vez que os cromossomos migrando para os polos da célula são simples e não duplicados, indicando que houve separação das cromátides irmãs. Na figura B, não se trata de mitose porque a célula com $2n=8$ cromossomos duplos geraria 16 cromossomos simples quando da quebra de cada cromossomo duplo em 2 cromossomos simples; sendo meiose II, a célula já passou pela divisão reducional e terá apenas $n=4$ cromossomos duplos, gerando 8 cromossomos simples quando da quebra de cada cromossomo duplo em 2 cromossomos simples, exatamente como está representado na figura.

Questão 13: A

Comentário: Considerando que a célula em questão apresenta $2n = 2$ cromossomos:

- Em I, pode-se observar que os cromossomos homólogos duplicados estão se separando, o que caracteriza a anáfase da meiose I;
 - Em II, pode-se observar que as cromátides irmãs estão se separando; como são dois cromossomos filhos (duas cromátides irmãs), conclui-se que havia 1 cromossomo duplicado, ou seja, n cromossomos, o que indica que houve redução cromossômica, mostrando que se trata da anáfase da meiose II;
 - Em III, pode-se observar que as cromátides irmãs estão se separando; como são quatro cromossomos filhos (quatro cromátides irmãs), conclui-se que havia 2 cromossomos duplicados, ou seja, $2n$ cromossomos, o que indica que não houve redução cromossômica, mostrando que se trata da anáfase da mitose.
- Assim, como I e II são meiose, geram células haploides, e como III é mitose, gera células diploides.

Questão 14: C

Comentário: A meiose ocorre em duas divisões, com a formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haplóides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haplóides. Cada divisão meiótica se subdivide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. Comparando as duas divisões:

- na prófase I, ocorrem eventos como o pareamento de cromossomos homólogos (sinapse) e o *crossing-over* (com formação de quiasmas), mas na prófase II não ocorrem tais fenômenos;
- na metáfase I, os cromossomos homólogos estão pareados na placa equatorial (como na opção D), mas na metáfase II os cromossomos não estão pareados na placa equatorial (como na opção C);
- na anáfase I, ocorre separação dos cromossomos homólogos, de modo que ocorre a migração de cromossomos duplos (com duas cromátides e quatro braços) para os polos da célula, enquanto na anáfase II, ocorre separação das cromátides irmãs, de modo que ocorre a migração de cromossomos simples (com 1 cromátide e 2 braços) para os polos da célula;
- na telófase I, haverá n cromossomos duplos em cada polo da célula, enquanto que na telófase II, haverá n cromossomos simples em cada polo da célula.

Como explicado acima, a metáfase II da meiose está representada em C.

Questão 15: E

Comentário: Analisando cada célula:

- Em I, observam-se cromossomos pareados e com quiasmas, mas com carioteca ainda visível e ainda não organizados na placa equatorial, o que caracteriza a prófase I.
- Em II, observam-se cromossomos duplicados, cada qual com duas cromátides, migrando para os polos da célula, o que caracteriza a separação dos cromossomos homólogos na anáfase I.
- Em III, observam-se cromossomos duplicados na placa equatorial, mas não pareados, o que caracteriza a metáfase II.

Questão 16: A

Comentário: Analisando cada situação:

- Se, nas células do tecido II, são observados 4 cromossomos, cada um deles com duas cromátides, está ocorrendo a separação dos cromossomos homólogos na anáfase da meiose I, e a célula apresenta $2n = 4$ cromossomos.
- Se, nas células do tecido I, são observados 8 cromossomos, cada um deles com uma única cromátide, 4 deles migrando para um dos polos da célula e os outros 4 migrando para o polo oposto, está ocorrendo a separação das cromátides irmãs na anáfase da mitose, uma vez que os 8 cromossomos simples (8 cromátides) são provenientes de 4 cromossomos duplos, sendo a célula $2n = 4$. (Se fosse a meiose II, já teria havido uma redução cromossômica, e deveria haver apenas 4 cromossomos simples (4 cromátides) provenientes de 2 cromossomos duplos, sendo a célula $n = 2$.)

Assim, a célula do tecido I está em mitose, sendo somática, encontrada, por exemplo, em trato digestório, e a célula do tecido II está em meiose, sendo germinativa, encontrada nas gônadas. A espécie em questão tem $2n = 4$ cromossomos.

Questão 17: E

Comentário: Analisando cada evento:

- I. A recombinação genética que gera variabilidade genética ocorre somente na meiose, através de eventos como o *crossing-over* e a segregação dos cromossomos homólogos.
- II. A segregação dos cromossomos homólogos ocorre somente na meiose, mais precisamente na meiose I, e leva à redução no número de cromossomos nas células-sexuais.

III. A segregação das cromátides irmãs ocorre tanto na mitose como na meiose II.

IV. O alinhamento dos cromossomos na placa equatorial previamente à separação de cromossomos homólogos e cromátides irmãs ocorre tanto em meiose I, como em meiose II e mitose.

Questão 18: B

Comentário: Na mitose, há uma replicação do DNA na interfase para uma divisão do DNA pela separação das cromátides irmãs dos cromossomos duplos, gerando cromossomos simples, de modo que não há alteração na quantidade de DNA da célula mãe para as células filhas, também não havendo variabilidade genética. Na meiose, há uma replicação do DNA na interfase para duas divisões do DNA, a primeira na meiose I pela separação dos cromossomos homólogos, e a segunda pela separação das cromátides irmãs dos cromossomos duplos, gerando cromossomos simples na meiose II, e modo que a quantidade de DNA se reduz à metade da célula mãe para as células filhas, havendo variabilidade genética pela segregação independente dos cromossomos homólogos e pelo crossing-over. Perceba que a separação equitativa do material genético entre as duas células filhas na divisão celular ocorre tanto na mitose como na meiose. Assim:

Item I: falso: O emparelhamento dos cromossomos homólogos prévio à separação dos mesmos se dá somente na meiose; uma vez que não ocorre na mitose, pode-se argumentar que não é necessário para a divisão equitativa do DNA.

Item II: verdadeiro: O alinhamento dos cromossomos no plano equatorial da célula se dá na metáfase da mitose e na metáfase da meiose II, possibilitando a posterior separação das cromátides irmãs, sendo fundamental para a divisão equitativa do DNA em ambos os tipos de divisão.

Item III: falso: O crossing-over (permutação de segmentos entre cromossomos homólogos) ocorre somente na meiose e tem relação com o aumento da variabilidade genética nas células filhas, mas não com a divisão do DNA.

Item IV: verdadeiro: A divisão dos centrômeros, resultando na separação das cromátides irmãs, se dá na anáfase da mitose e na anáfase da meiose II, e é o responsável pela para a divisão equitativa do DNA em ambos os tipos de divisão.

Questão 19: D

Comentário: A definição cromossômica do sexo se dá pelos cromossomos sexuais, sendo eles XX nas mulheres e XY nos homens. Na anáfase I da meiose, ocorre a separação dos cromossomos homólogos, de

modo que, em mulheres, produzem-se células haploides somente com cromossomo X, e em homens, produzem-se células haploides com cromossomo X ou com cromossomo Y. Como todos os óvulos gerados terão cromossomo X, a definição do sexo dos descendentes se dá pelos espermatozoides, que poderão levar o cromossomo X, gerando indivíduos XX do sexo feminino, ou o cromossomo Y, gerando indivíduos XY do sexo masculino. Assim, pode-se argumentar que o sexo da criança é definido na gametogênese masculina, quando a anáfase I da meiose define se um certo espermatozoide carregará o cromossomo X ou o cromossomo Y.

Questão 20: D

Comentário: No ciclo celular, a interfase apresenta uma fase G1, em que ocorre transcrição e tradução, uma fase S, em que ocorre replicação do DNA, de modo que cada cromossomo passa a ser duplo, com duas cromátides irmãs e o teor de DNA na célula dobra, e uma fase G2, em que ocorre transcrição e tradução novamente. Assim, em I temos a fase G1, onde ocorrem $2n$ cromossomos simples na célula, em II temos a fase S, em que o teor de DNA duplica, e em III temos a fase G2, onde ocorrem $2n$ cromossomos duplos na célula. A meiose apresenta duas divisões celulares consecutivas, sendo que na meiose I, mais precisamente na anáfase I, ocorre separação dos cromossomos homólogos, reduzindo o teor de DNA à metade, e na meiose II, mais precisamente na anáfase II, ocorre separação das cromátides irmãs, reduzindo o teor de DNA à metade novamente. Assim, em IV temos a meiose I, em que cada célula mãe origina duas células filhas com n cromossomos duplos, devido à separação dos cromossomos homólogos, em V temos a intercinese, breve intervalo entre meiose I e meiose II, em VI temos a meiose II, em que cada célula filha passa a ter n cromossomos simples, devido à separação das cromátides irmãs. Desse modo, analisando cada item:

Item A: falso: A duplicação do DNA se dá no intervalo II.

Item B: falso: Como mencionado, a duplicação do DNA se dá no intervalo II.

Item C: falso: A separação de cromátides-irmãs se dá na meiose II, representada em VI.

Item D: verdadeiro: A separação de cromossomos homólogos no intervalo IV e separação de cromátides-irmãs no intervalo VI

Questão 21: C

Comentário: No ciclo celular, a interfase apresenta uma fase G1, em que ocorre transcrição e tradução, uma fase S, em que ocorre replicação do DNA, de modo

que cada cromossomo passa a ser duplo, com duas cromátides irmãs e o teor de DNA na célula dobra, e uma fase G₂, em que ocorre transcrição e tradução novamente. Assim, em G₁ ocorrem 2n cromossomos simples na célula, em temos a fase S, em que o teor de DNA duplica, e em G₂ ocorrem 2n cromossomos duplos na célula. A mitose apresenta apenas uma divisão celular, com a queda na quantidade de DNA, como representado em C-D. A meiose apresenta duas divisões celulares consecutivas, sendo que na meiose I, mais precisamente na anáfase I, ocorre separação dos cromossomos homólogos, reduzindo o teor de DNA à metade, como representado em L-M, e na meiose II, mais precisamente na anáfase II, ocorre separação das cromátides irmãs, reduzindo o teor de DNA à metade novamente. Na fecundação, 2 gametas n se fundem e geram um zigoto 2n, de modo que o teor de DNA dobra em relação a um gameta individual, como representado em P-Q.

Questão 22: B

Comentário: A meiose ocorre em duas divisões, com a formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haploides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haploides. A não-disjunção cromossômica é o fenômeno da não separação dos cromossomos na divisão celular, podendo ocorrer na meiose I ou na meiose II, ao nível da anáfase. A síndrome de Down é originada como resultado de processos de não-disjunção cromossômica na divisão celular, nesse caso resultando em indivíduos com uma trissomia no cromossomo 21, sendo seu cariótipo representado por 45AA (21) + XX ou XY, ou, simplesmente, por 47, XX ou XY.

Questão 23: D

Comentário: A meiose ocorre em duas divisões, com a formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haploides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haploides. Cada divisão meiótica se subdivide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. A não-disjunção

cromossômica é o fenômeno da não separação dos cromossomos na divisão celular, podendo ocorrer na meiose I ou na meiose II, ao nível da anáfase. A síndrome de Down é originada como resultado de processos de não-disjunção cromossômica na divisão celular, nesse caso resultando em indivíduos com uma trissomia no cromossomo 21, sendo seu cariótipo representado por 45AA (21) + XX ou XY, ou, simplesmente, por 47, XX ou XY. Assim, a síndrome de Down surge devido a não disjunção (não separação) dos cromossomos homólogos na anáfase I ou das cromátides irmãs na anáfase I.

Questão 24: C

Comentário: A meiose ocorre em duas divisões, com a formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haploides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haploides. Cada divisão meiótica se subdivide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. A não-disjunção cromossômica é o fenômeno da não separação dos cromossomos na divisão celular, podendo ocorrer na meiose I ou na meiose II, ao nível da anáfase. A síndrome de Down é originada como resultado de processos de não-disjunção cromossômica na divisão celular, nesse caso resultando em indivíduos com uma trissomia no cromossomo 21, sendo seu cariótipo representado por 45AA (21) + XX ou XY, ou, simplesmente, por 47, XX ou XY. Assim:

- A situação I representa a divisão celular normal, sem não-disjunção, onde a meiose I separa os cromossomos homólogos e a meiose II separa as cromátides-irmãs.

- A situação II representa a divisão celular com não-disjunção na meiose I, onde ocorre a não separação dos cromossomos homólogos; se esta ocorrer no par de cromossomos de número 21, pode resultar em síndrome de Down.

- A situação III representa a divisão celular com não-disjunção na meiose II, onde ocorre a não separação das cromátides-irmãs; se esta ocorrer no par de cromossomos de número 21, pode resultar em síndrome de Down.

- A situação IV representa uma situação que não ocorre na realidade, uma vez que a separação de 2 cromátides irmãs na meiose II está resultando em duas cromátides em cada célula filha, quando o correto seria haver apenas uma cromátide em cada célula filha.

Questão 25: C

Comentário: A meiose ocorre em duas divisões, com a formação de quatro células. A primeira divisão é dita meiose I ou reducional e efetivamente reduz à metade o número de cromossomos nas células formadas, separando os cromossomos homólogos e formando duas células haplóides. A segunda divisão é dita meiose II ou equacional e não altera o número de cromossomos nas células, separando apenas as cromátides irmãs e formando quatro células haplóides. Cada divisão meiótica se subdivide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. A não-disjunção cromossômica é o fenômeno da não separação dos cromossomos na divisão celular, podendo ocorrer na meiose I ou na meiose II, ao nível da anáfase. A síndrome de Down é originada como resultado de processos de não-disjunção cromossômica na divisão celular, nesse caso resultando em indivíduos com uma trissomia no cromossomo 21, sendo seu cariótipo representado por 45AA (21) + XX ou XY, ou, simplesmente, por 47, XX ou XY. A não-disjunção cromossômica pode-se dar na meiose I ou na meiose II, ao nível da anáfase. Se a não-disjunção ocorre na meiose de um dos pais, os gametas já apresentarão um número alterado de cromossomos, de modo que o zigoto produzido na fecundação já apresentará a trissomia do cromossomo 21, de modo que todas as células do indivíduo adulto, produzidas a partir de mitose do zigoto, apresentarão essa condição. No caso de mosaïcismo, onde apenas parte das células do indivíduo apresentarão a trissomia do cromossomo 21, a não-disjunção tem que ter ocorrido em alguma das mitoses durante o desenvolvimento embrionário, de modo que as células derivadas dessa célula trissômica também apresentarão essa condição, mas as células geradas pela mitose normal serão também normais.

Questão 26: B

Comentário: Como, na figura, não se evidencia carioteca e os cromossomos estão bem condensados e na região central da célula, pode-se concluir que se trata da fase de metáfase da meiose. Pode-se perceber que cada cromossomo está emparelhado com seu par e ligado a ele por pontos de contato denominados quiasmas, que se tratam dos pontos onde está ocorrendo o *crossing-over*. O pareamento dos cromossomos homólogos e o *crossing-over* são eventos que não ocorrem na meiose II, concluindo-se que a célula está na metáfase da meiose I.

Questão 27: A

Comentário: A prófase I da meiose se subdivide em cinco etapas: leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese.

(1) Leptóteno, onde ocorre o início da espiralização dos cromossomos.

(2) Zigóteno, onde ocorre a sinapse (pareamento dos cromossomos homólogos), de modo que o par de cromossomos homólogos é dito bivalente ou díade.

(3) Paquíteno, onde é possível visualizar que os cromossomos estão duplicados, de modo que o par de cromossomos é dito bivalente ou tétrade. É nessa etapa que se tem o grau máximo de espiralização dos cromossomos, e também onde se inicia o *crossing-over* ou permutação.

(4) Diplóteno, onde é possível visualizar o *crossing-over* através dos quiasmas, pontos de contato entre os cromossomos que estão em *crossing-over*.

(5) Diacinese, onde ocorre a terminalização dos quiasmas, ou seja, a transferência dos quiasmas para o término (extremidade do cromossomo).

A imagem representa o processo de *crossing-over* ou permutação, pelo qual ocorre a troca de segmentos entre cromossomos homólogos, resultando em aumento da variabilidade genética na descendência pela geração de novas combinações de genes nos gametas além daquelas que ocorrem pela simples segregação dos cromossomos homólogos na meiose I. A permutação só ocorre após a sinapse cromossômica, ou seja, o pareamento dos cromossomos homólogos. O pareamento dos cromossomos homólogos ocorre no diplóteno da prófase I da meiose, e a permutação se inicia no paquíteno da prófase I da meiose.

Questão 28: A

Comentário: Analisando cada item:

Item I: falso: Como a mitose não envolve variabilidade genética, nesse processo, a célula-mãe gera duas novas células geneticamente idênticas, de mesmas constantes cromossômicas, ou seja, células diploides originam células diploides e células haploides originam células haploides.

Item II: verdadeiro: A meiose envolve a meiose I, que separa os cromossomos homólogos e produz duas células haploides a partir da célula mãe, e a meiose II, que separa as cromátides irmãs e produz quatro células haploides a partir das duas anteriores; tanto pela segregação independente dos cromossomos homólogos como pelo *crossing-over*, as células filhas haploides resultantes da meiose, de mesma constante cromossômica entre si, apresentam material genético qualitativamente diferente.

Item III: falso: A mitose se divide em prófase, metáfase, anáfase e telófase. A meiose I se divide em prófase I (que se subdivide em leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese), metáfase I, anáfase I e telófase I, e a meiose II se divide em prófase II, metáfase II, anáfase II e telófase II.

Item IV: verdadeiro: O *crossing-over* ou permutação é a troca de segmentos entre cromossomos homólogos, sendo um dos fatores responsáveis pela variabilidade genética na meiose, ocorrendo na prófase I da meiose do paquíteno, passando pelo diplóteno até a diacinese.

Item V: falso: O pareamento dos cromossomos homólogos ocorre previamente à separação dos cromossomos homólogos, estando restrito à meiose I, e conseqüentemente não ocorrendo em mitose e meiose II.

Questão 29: D

Comentário: Analisando cada item:

Item I: verdadeiro: Células somáticas compõem o corpo do indivíduo e só podem sofrer divisão celular do tipo mitose; células germinativas podem sofrer mitose ou meiose, nesse último caso para originar os gametas masculinos e femininos.

Item II: verdadeiro: A meiose apresenta variabilidade genética, gerando células geneticamente distintas das originais, o que se dá pela separação dos cromossomos homólogos na anáfase da meiose I e pelo *crossing-over* (troca de segmentos entre cromátides de cromossomos homólogos pareados) na prófase I.

Item III: falso: A prófase da meiose I se subdivide em leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese, sendo que no leptóteno se inicia a espiralização do DNA, no zigóteno ocorre a sinapse ou pareamento dos cromossomos homólogos pelo complexo sinaptonêmico, no paquíteno se inicia o *crossing-over*, no diplóteno começa a separação dos cromossomos homólogos, de modo que o *crossing-over* se torna perceptível pelos quiasmas, e na diacinese ocorre a terminalização dos quiasmas, que passam a se posicionar no término (extremidade dos cromossomos).

Item IV: verdadeiro: Durante a anáfase da meiose I, a contração das fibras do fuso acromático promove a ruptura dos quiasmas que ligam os cromossomos homólogos pareados, de modo a ocorrer a segregação dos mesmos para que haja a redução cromossômica característica da meiose.

Item V: falso: A prófase I é a fase mais longa e mais complexa da meiose, sendo, por isso, subdividida nas cinco subetapas citadas anteriormente para facilitar seu estudo.

Questão 30: A

Comentário: Analisando cada item:

Item I: verdadeiro: Seres unicelulares utilizam a mitose para se reproduzir de modo assexuado e, eventualmente, a meiose para se reproduzir de modo sexuado. Seres pluricelulares utilizam a mitose para crescerem, se regenerarem e, eventualmente, reproduzir de modo assexuado, e utilizam a meiose para se reproduzir de modo sexuado através da formação de gametas ou esporos.

Item II: falso: Os telômeros são trechos de DNA não codificante que consistem de até 3.300 repetições da sequência TTAGGG, estando localizados na extremidade dos cromossomos, com papel de proteger essas extremidades de serem confundidos com pedaços partidos de DNA, que de outra forma seriam consertadas pelo mecanismo de reparo celular. Devido ao funcionamento da enzima DNA polimerase, responsável pela síntese de DNA, a cada replicação, trechos dos telômeros deixam de ser replicados, sendo então perdidos. A princípio, isso não implica em prejuízo algum à célula, uma vez que o telômero consiste apenas de segmentos de DNA não codificante. Em células indiferenciadas, uma enzima denominada telomerase é então necessária para garantir a replicação completa dos telômeros. Assim, as células-filhas, após a divisão celular, terão telômeros de comprimento normal. Células com esse comportamento podem então se dividir de modo ilimitado. Em células diferenciadas, entretanto, a enzima telomerase é menos ativa, e não ocorre a completa replicação dos telômeros. Assim, como parte deles deixa de ser replicada a cada ciclo celular, ocorre encurtamento dos telômeros (e conseqüentemente dos cromossomos) a cada ciclo celular. Como mencionado, isso não implica em nenhum prejuízo à célula, pelo menos de início. Ao fim de um determinado número de divisões, cerca de 50, com os cromossomos progressivamente mais curtos, trechos de DNA codificante (genes) deixam de ser replicados nos ciclos celulares subsequentes, de modo que as células acumulam defeitos genéticos, não podendo mais se dividir, e morrem. Assim, não se pode afirmar que a enzima telomerase é sempre atuante.

Item III: verdadeiro: Em vegetais superiores, ou seja, gimnospermas e angiospermas, a mitose é acêntrica (sem centríolos), anastral (sem áster) e com citocinese centrífuga (de dentro para fora a partir da formação da lamela média a partir dos fragmoplastos derivados do complexo de Golgi).

Item IV: falso: Os cinetócoros são fibras proteicas que conectam os centrômeros dos cromossomos aos microtúbulos das fibras do fuso, o que permite a separação de cromátides irmãs na mitose, seguida da

migração dessas cromátides irmãs (agora chamadas de cromossomos filhos) para os polos das células pelo encurtamento, e não aumento do comprimento dos microtúbulos.

Item V: falso: O processo de *crossing-over* ou permutação ocorre na prófase I da meiose e envolve a troca de segmentos entre cromátides não irmãs de cromossomos homólogos, resultando em aumento da variabilidade genética na descendência. Os pontos de contato entre as cromátides não homólogas que estão realizando o *crossing-over* se chamam quiasmas, e permanecem até a metáfase I, sendo rompidos na anáfase I quando ocorre separação dos cromossomos homólogos.

Item VI: verdadeiro: Segundo a Teoria Uninêmica, cada cromátide de um cromossomo consiste em uma única molécula de DNA.

Intérfase é o período do ciclo celular onde a célula não está se dividindo. Nela, pode-se reconhecer estruturas como um núcleo bem delimitado por carioteca, DNA desespiralizado na forma de cromatina e um ou mais nucléolos. A intérfase se subdivide em G1, S e G2, sendo que em S ocorre a replicação do DNA, de modo que cada cromossomo simples (com uma cromátide) em G1 passa a ser um cromossomo duplo (com duas cromátides irmãs idênticas) em G2.

notas