



Ciclo Celular e Gametogênese

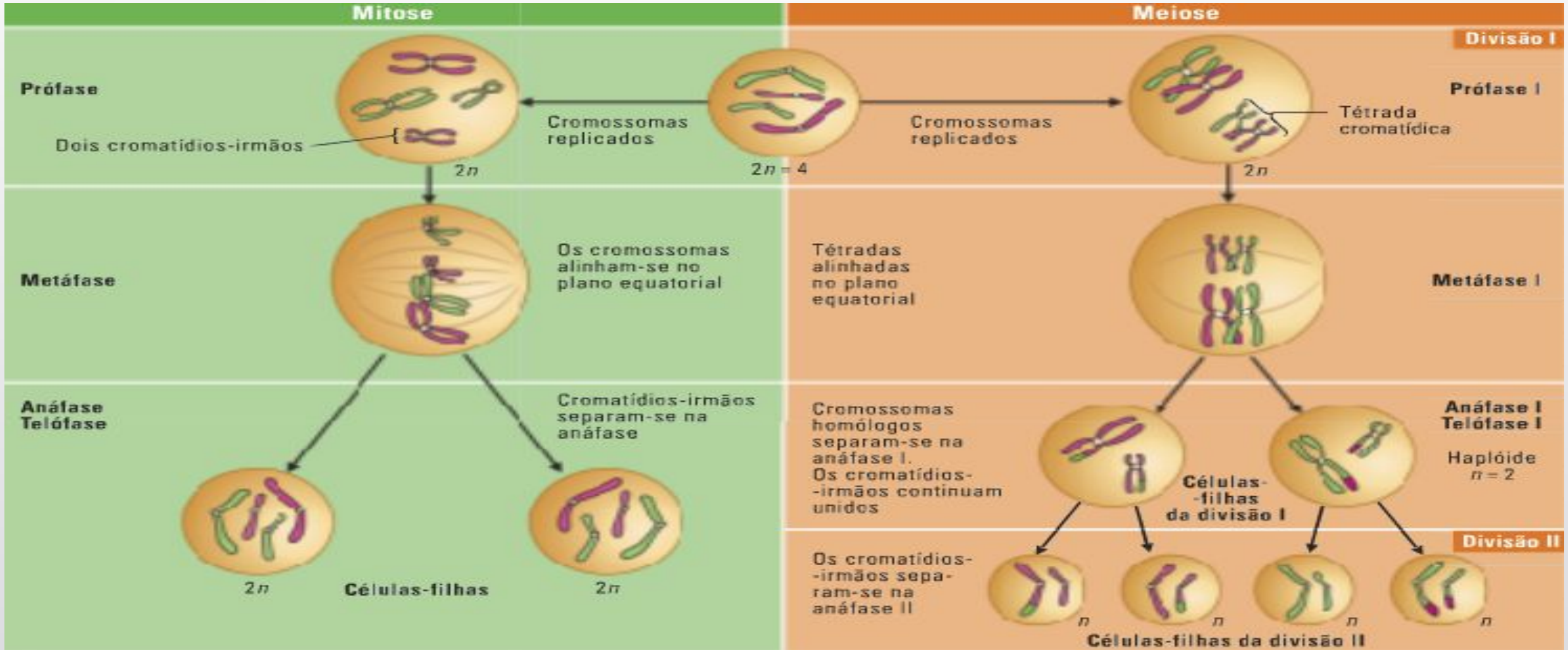


Professor: Luís Ramos & Mônica Gonçalves

Disciplina: Biologia

PECEP 2024

Mitose e Meiose





Vídeos para estudar em casa

- Animação (mitose): <https://youtu.be/mFtPzr4FeXQ>
- Microscopia (mitose): <https://youtu.be/CU0Al6FHYiU>
- Animação com explicação (mitose): https://youtu.be/-49ob_duCcM
- <https://www.youtube.com/watch?v=UBfInkTvqt8> (Sobre o que é um cromossomo)

- Animação com explicação (meiose): <https://www.youtube.com/watch?v=I1cD-fnimu0>
- Dica para resolução de exercício meiose x mitose
<https://www.youtube.com/watch?v=IZGZkB7twUQ>
- Resumo Ciclo Celular – meiose <https://www.youtube.com/watch?v=9dL186flQ2U>

<https://blog.biologiatotal.com.br/interfase-a-fase-mais-longa-do-ciclo-celular/> -> Interfase

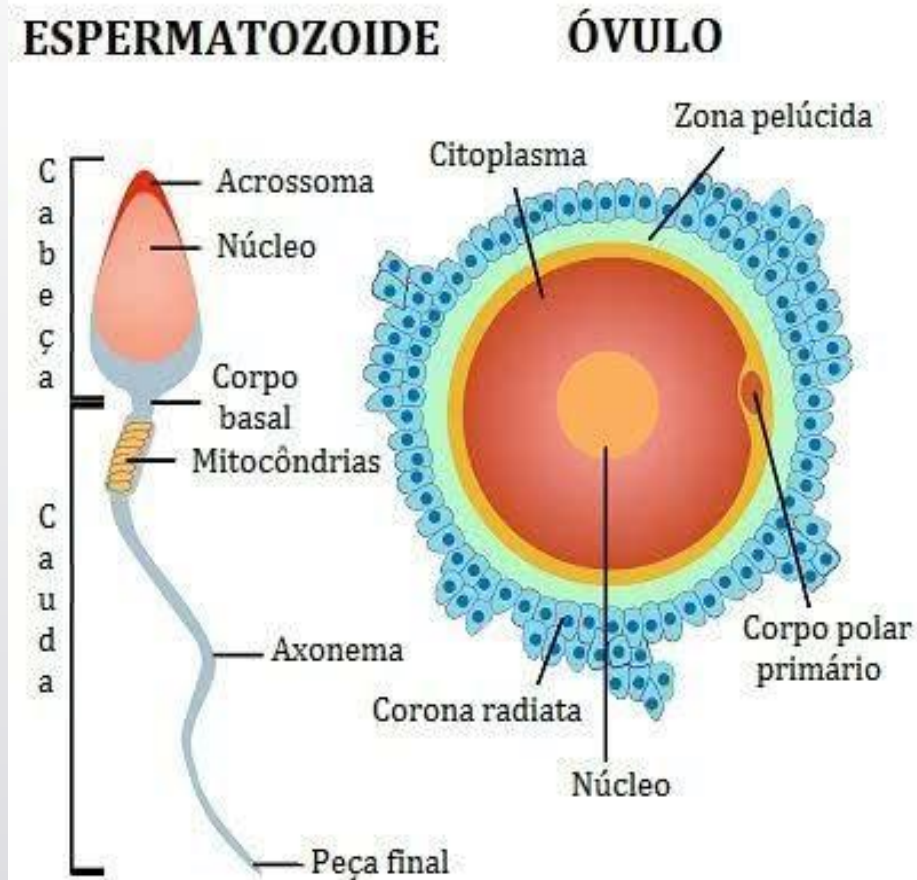
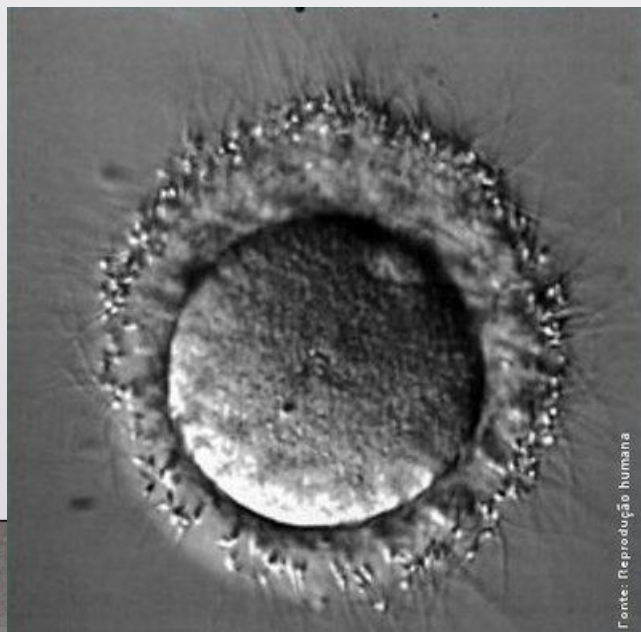
Gametogênese

Processo de formação de gametas.

Somente as células germinativas sofrem o processo de meiose. Dessa forma, a meiose estará associada a órgãos reprodutores femininos ou masculinos

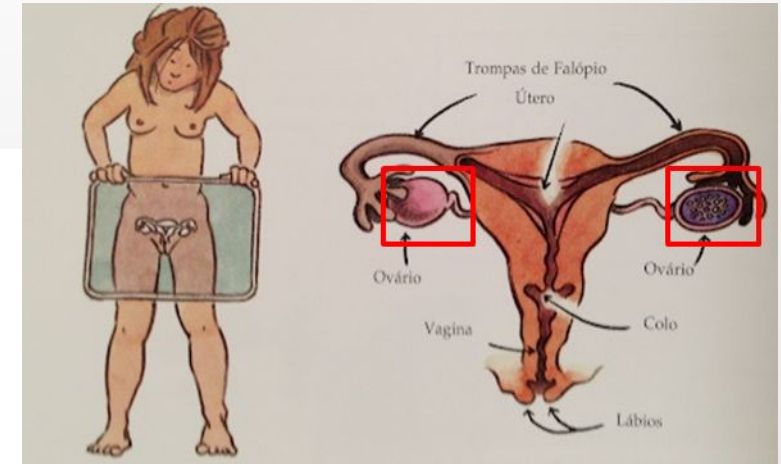
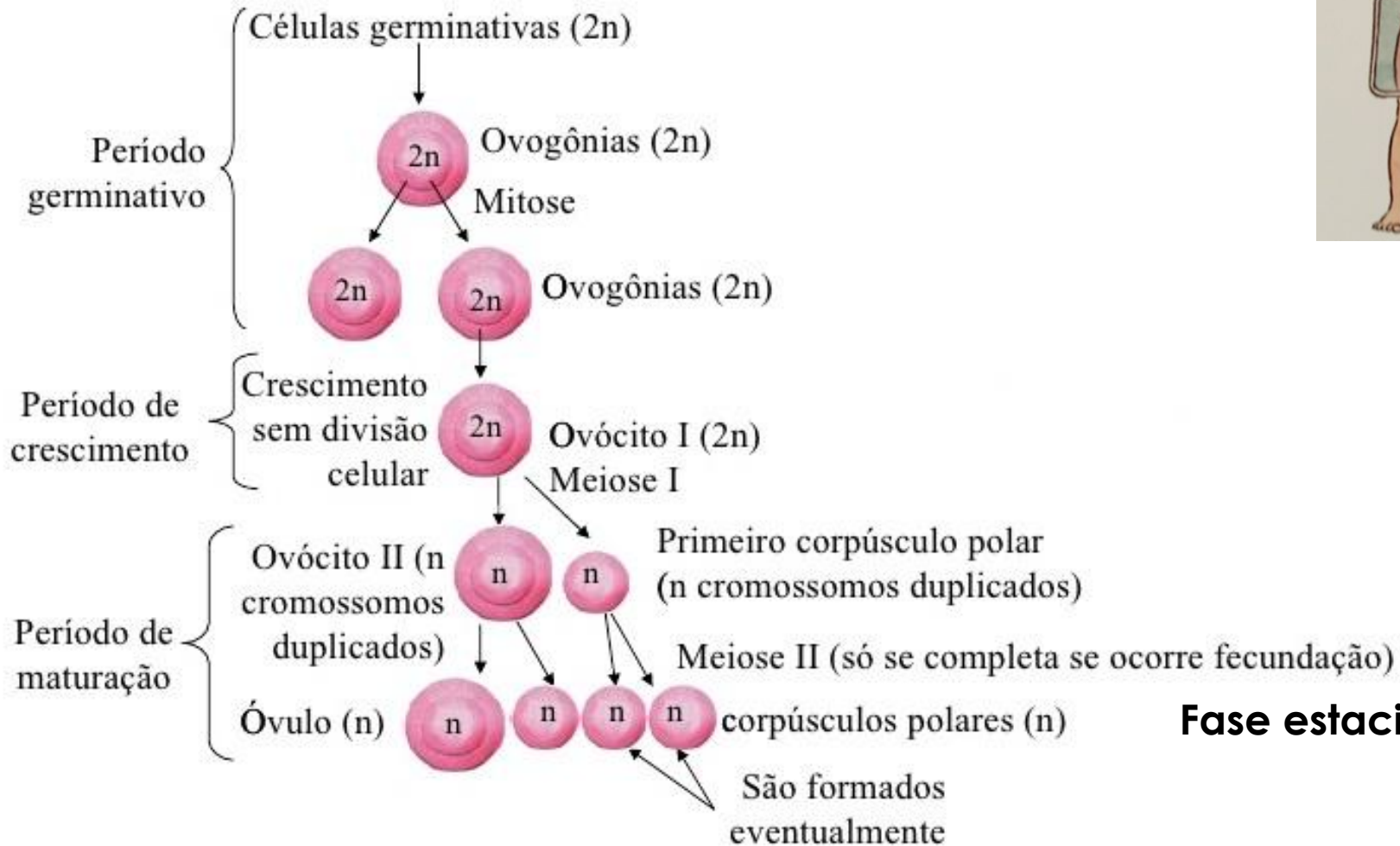
Gametogênese feminina: Ovogênese

Gametogênese masculina: Espermatogênese



Ovogênese

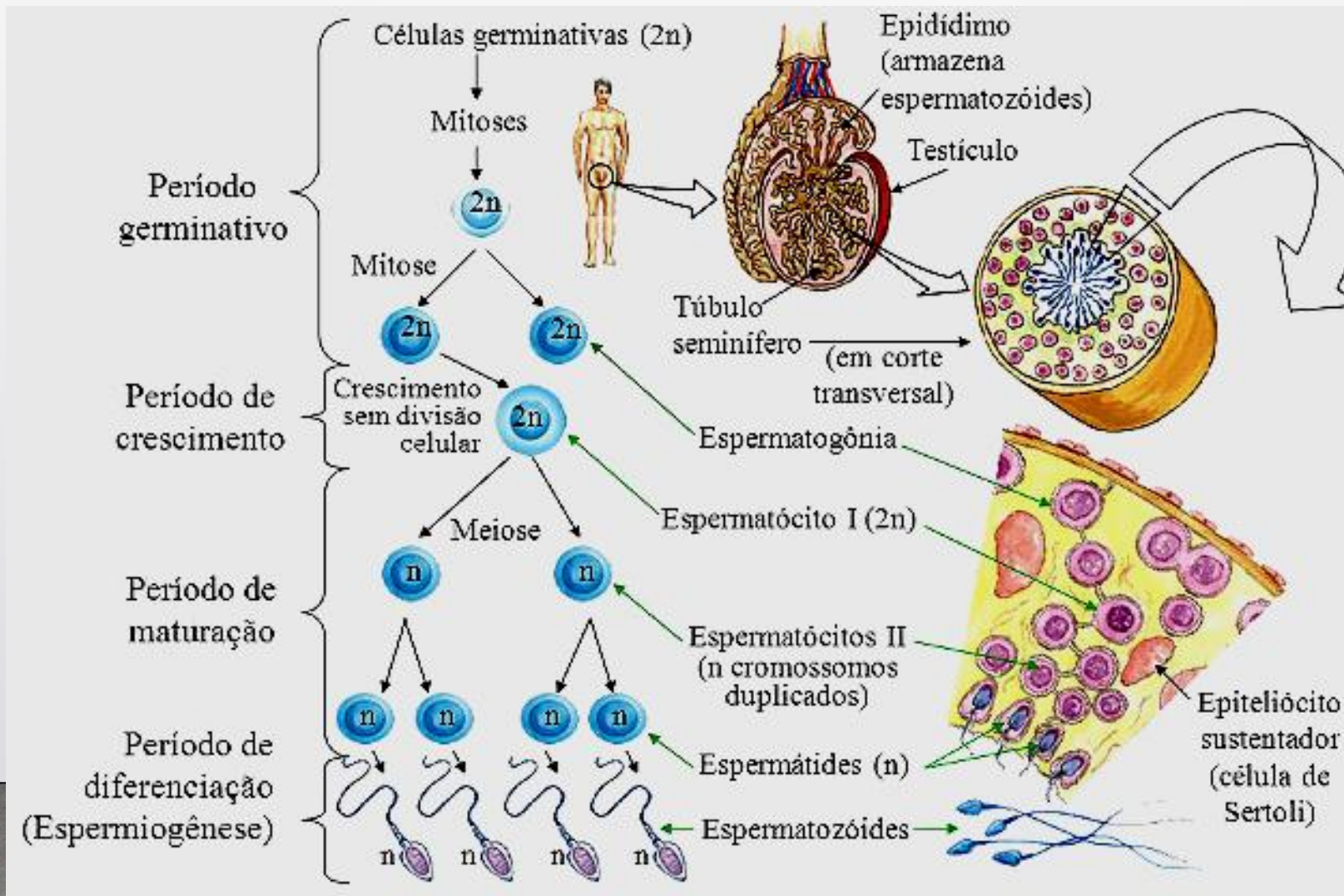
Processo de formação de gametas femininos; ocorre nos ovários.



Fase estacionária da meiose: metáfase!

Espermatogênese

Processo de formação de gametas femininos; ocorre nos testículos (túbulos seminíferos).



Gêmeos

Univitelinos: gerados por uma fecundação apenas. O zigoto se divide em dois zigotos distintos durante os processos de mitose, porém com a mesma carga genética.



Bivitelinos: gerados a partir de duas fecundações diferentes. Os dois óvulos liberados (um por cada ovário) são fecundados, gerando zigotos e, posteriormente, fetos com informações genéticas que podem ser semelhantes ou diferentes.



Gêmeos

Mútiplos: casos de gêmeos univitelinos e bivitelinos que podem ocorrer ao mesmo tempo.



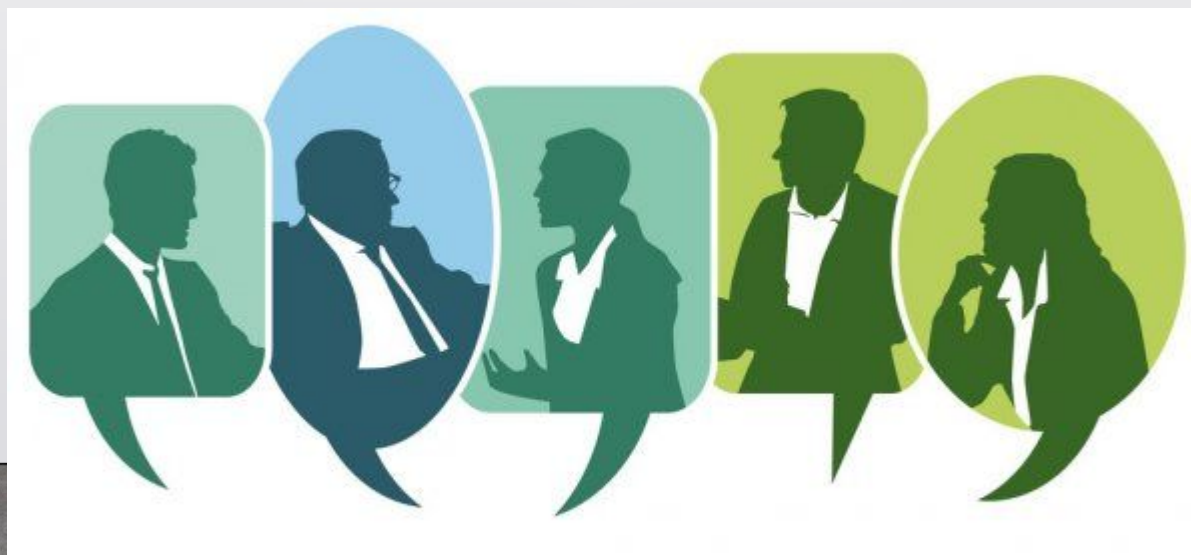
Siameses: gêmeos que **nascem unidos anatomicamente** (em alguma parte do corpo). **Teoria da fissão:** um único óvulo fertilizado sofre uma **divisão incompleta ou parcial** resultando em embriões unidos entre si. **Teoria da fusão:** dois **discos embrionários fundidos secundariamente** em determinadas regiões específicas.



Reflexão

As células geradas na mitose são sempre iguais?

E as células geradas na meiose sempre sofrem a mesma separação de cromossomos?



Reflexão

As células geradas na mitose são sempre iguais?

E as células geradas na meiose sempre sofrem a mesma separação de cromossomos?

VARIABILIDADE GENÉTICA





Alterações Cromossômicas

Modificações dos cromossomos que ocorrem de maneira aleatória por erros durante a divisão celular os fatores externos

Alterações Cromossômicas **Estruturais:** Alteração na **sequência de genes de um cromossomo.**

Alterações Cromossômicas **Numéricas:**

a)Euploidia: quando há **redução ou aumento em toda coleção de cromossomos**, formando células n (haploidia), $3n$ (triploidia), $4n$ (tetraploidia) e assim por diante.

b)Aneuploidia: quando **apenas o número de certo tipo de cromossomo sofre alteração** para mais ou menos, podendo haver trissomia, monossomia e nulissomia.



Alterações Cromossômicas

Modificações dos cromossomos que ocorrem de maneira aleatória por erros durante a divisão celular os fatores externos

Alterações Cromossômicas **Estruturais:** Alteração na **sequência de genes de um cromossomo.**

Alterações Cromossômicas **Numéricas:**

a)Euploidia: quando há **redução ou aumento em toda coleção de cromossomos**, formando células n (haploidia), $3n$ (triploidia), $4n$ (tetraploidia) e assim por diante.

b)Aneuploidia: quando **apenas o número de certo tipo de cromossomo sofre alteração** para mais ou menos, podendo haver trissomia, monossomia e nulissomia

Síndrome de Down



Trissomia do 21: um cromossomo extra no par de cromossomos número 21.

Em **95% dos casos**, ela acontece por **falha na meiose** (geralmente meiose 1) durante a formação do **ovócito**.

Mais comum: presente em 1 a cada 1000 recém nascidos.



Síndrome de Down



Trissomia do 21: um cromossomo extra no par de cromossomos número 21.

Em **95% dos casos**, ela acontece por **falha na meiose** (geralmente meiose 1) durante a formação do **ovócito**.

Mais comum: presente em 1 a cada 1000 recém nascidos.

Outros animais tem Síndrome de Down? Não!

Eles possuem trissomias de outros cromossomos.



Síndrome de Turner

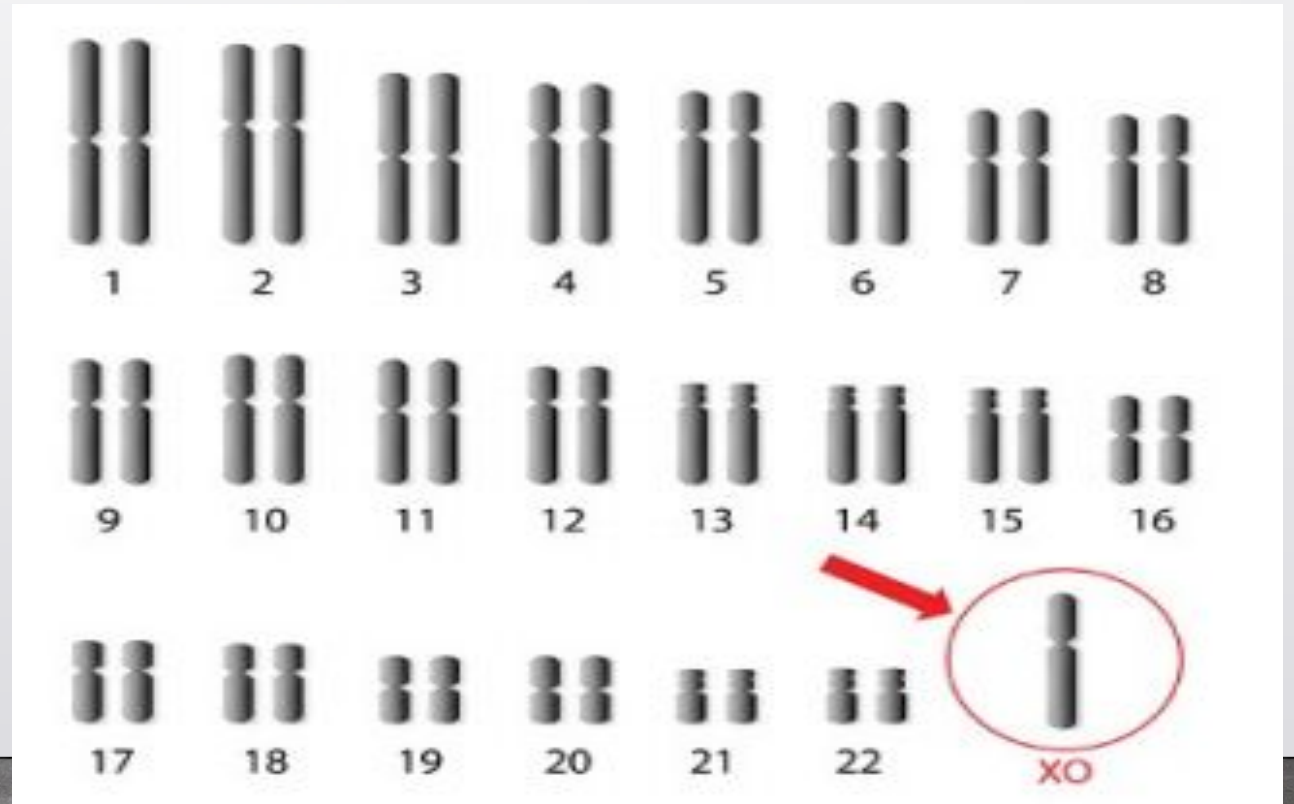


Monossomia caracterizada pela presença de **um cromossomo sexual X**

Não disjunção durante a **formação do espermatozoide**.

Cariótipo = 45, X

1 em cada 5000 meninas.



Síndrome de Klinefelter

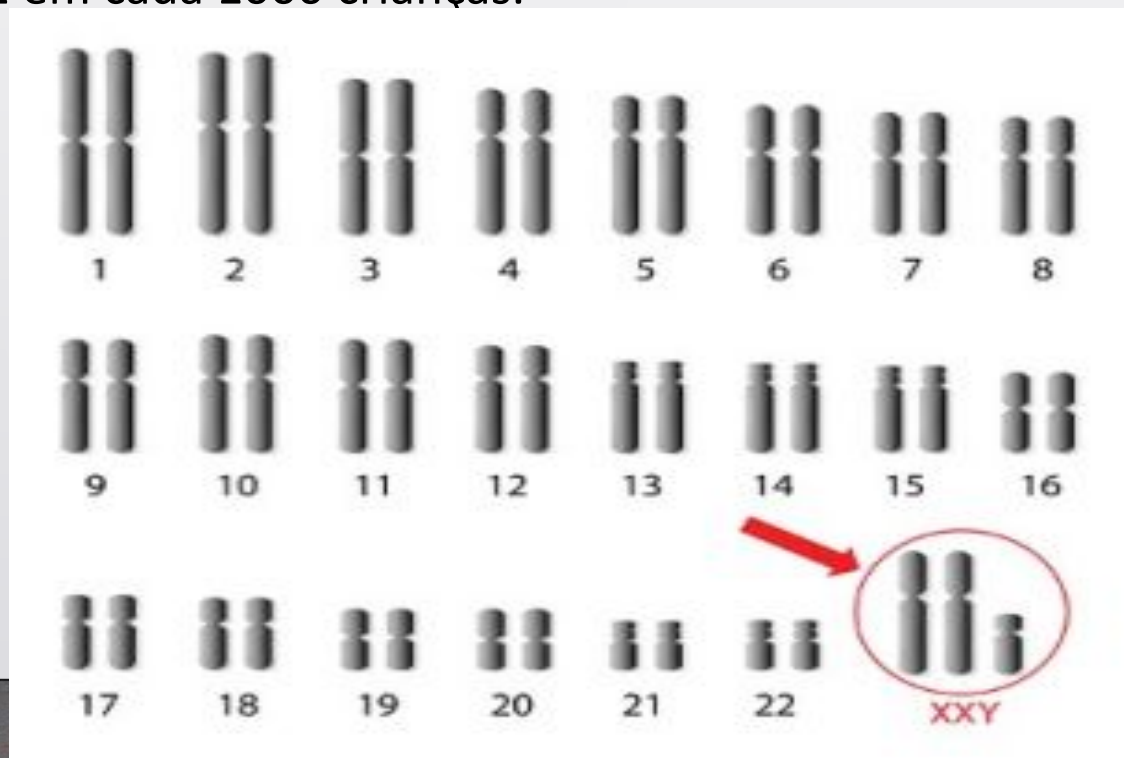


Não disjunção durante a formação do ovócito (XX).

Homem nasce com um **cromossomo X extra**.

Cariótipo = 47, XXY.

1 em cada 1000 crianças.





Alterações Cromossômicas

Modificações dos cromossomos que ocorrem de maneira aleatória por erros durante a divisão celular os fatores externos

Alterações Cromossômicas Estruturais: Alteração na sequência de genes de um cromossomo.

Alterações Cromossômicas Numéricas:

a) Euploidia: quando há **redução ou aumento em toda coleção de cromossomos**, formando células n (haploidia), $3n$ (triploidia), $4n$ (tetraploidia) e assim por diante.

b) Aneuploidia: quando **apenas o número de certo tipo de cromossomo sofre alteração** para mais ou menos, podendo haver trissomia, monossomia e nulissomia.

Alterações cromossômicas estruturais



Alteração na **sequência de genes de um cromossomo**.

Mutação: Modificação que afeta a **sequência de nucleotídeos de DNA**

Pode afetar o DNA dos gametas ou o das células somáticas

Pode ocorrer tanto na mitose quanto na meiose

Gametas – podem **passar** para os **descendentes**

Somáticas – efeitos mínimos (**exceção: câncer**)

Mutações espontâneas: acontecem **espontaneamente** por **erro de emparelhamento de bases nitrogenadas** ao longo da duplicação. Existem mecanismos de reparo.

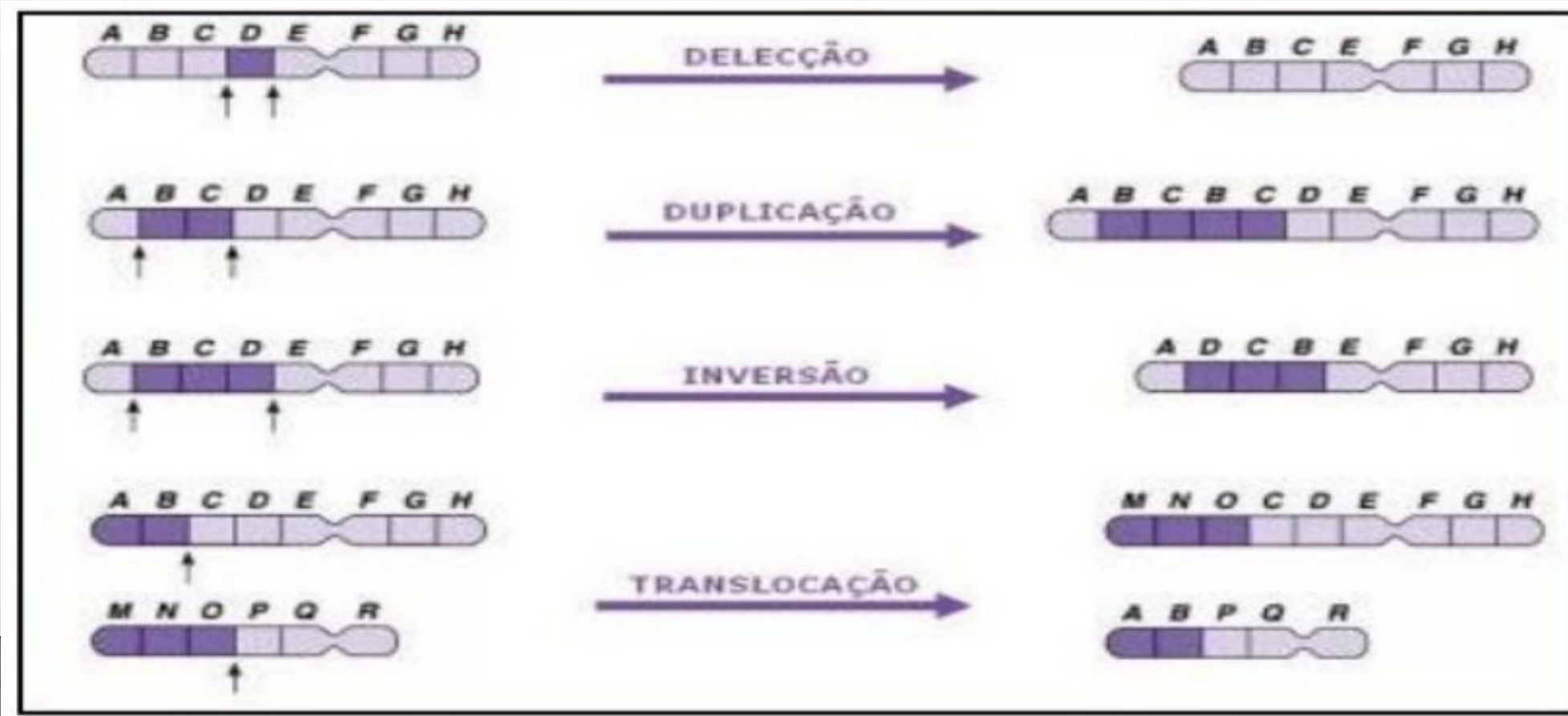
Mutações induzidas: a partir de **agentes físicos e químicos: radiações, fármacos (agentes mutagênicos)**.

Alterações cromossômicas estruturais



Alteração na **sequência de genes de um cromossomo**.

Mutação: Modificação que afeta a sequência de nucleotídeos de DNA



Alterações cromossômicas estruturais



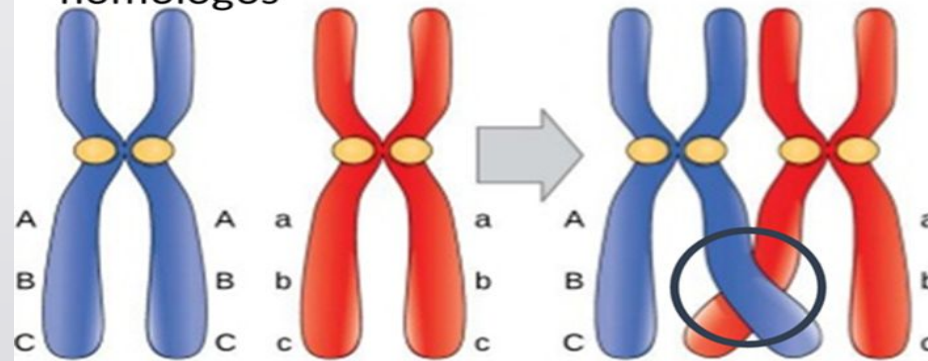
Alteração na **sequência de genes de um cromossomo**.

Mutação: Modificação que afeta a **sequência de nucleotídeos de DNA**



Meiose
Prófase I
Permutação ou *crossing-over*
Formação de quiasma

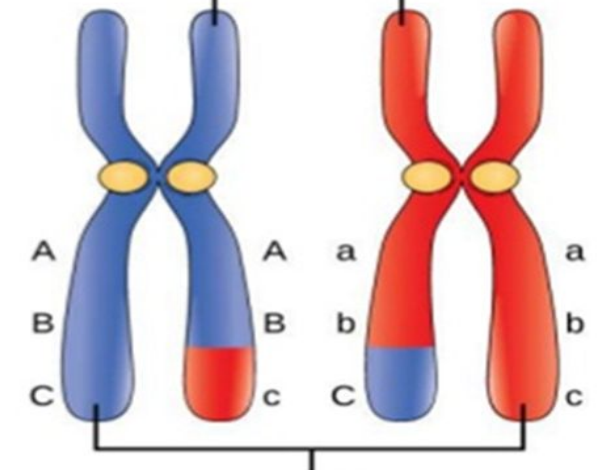
Alinhamento dos cromossomos homólogos



Cross-over dos cromossomos

Cromossomos recombinantes

Cromossomos recombinantes



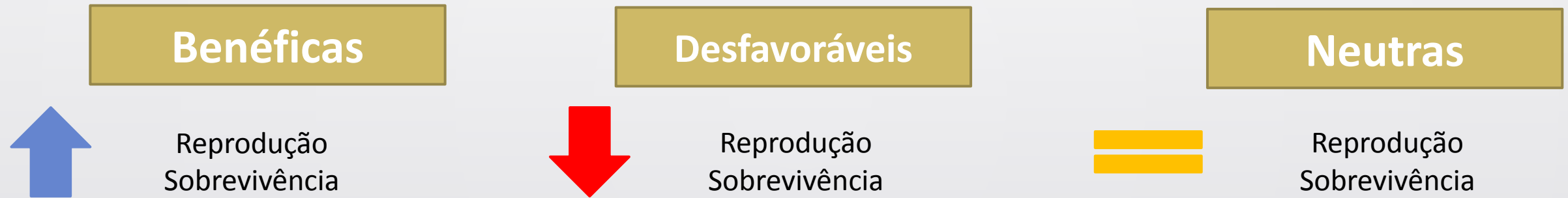
Cromossomos NÃO recombinantes

Alterações cromossômicas estruturais



Alteração na **sequência de genes de um cromossomo**.

Mutação: Modificação que afeta a **sequência de nucleotídeos de DNA**

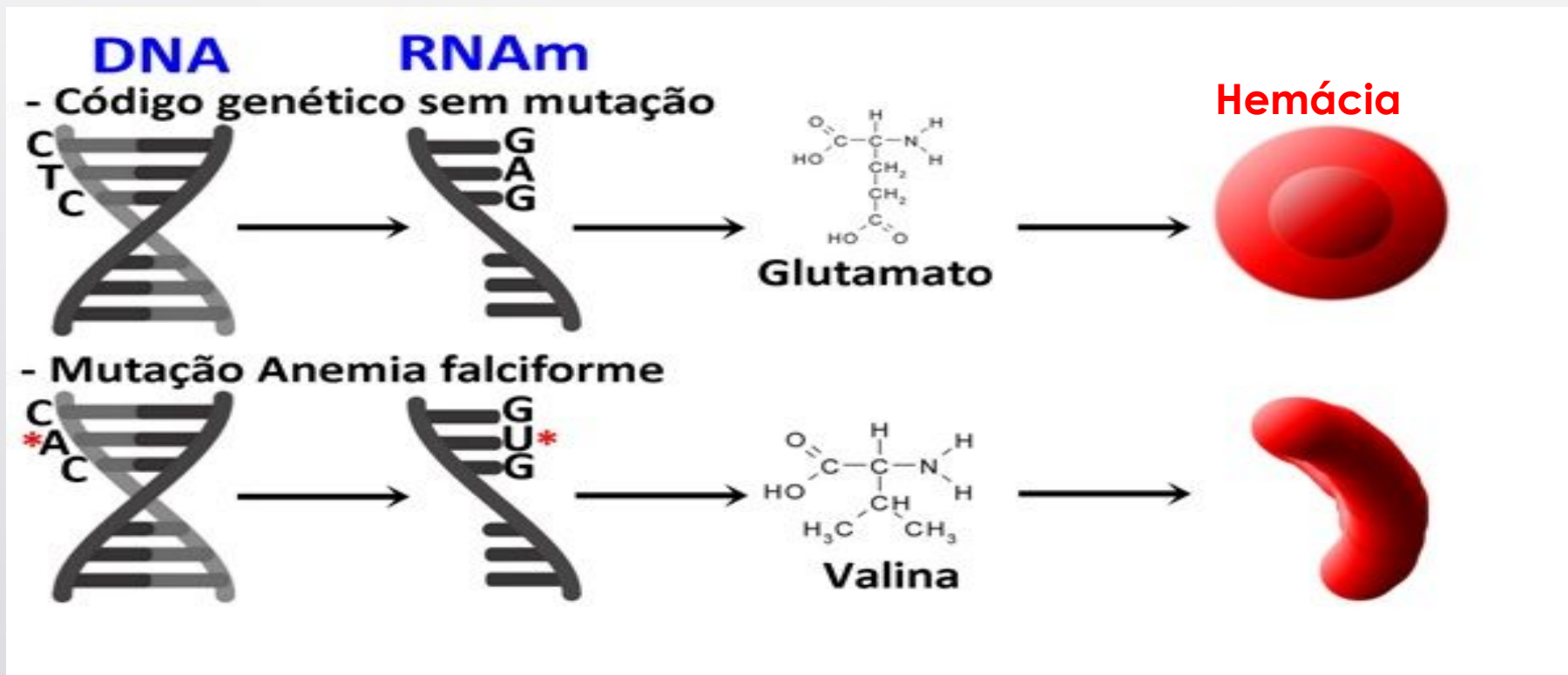


Alterações cromossômicas estruturais



Alteração na **sequência de genes de um cromossomo**.

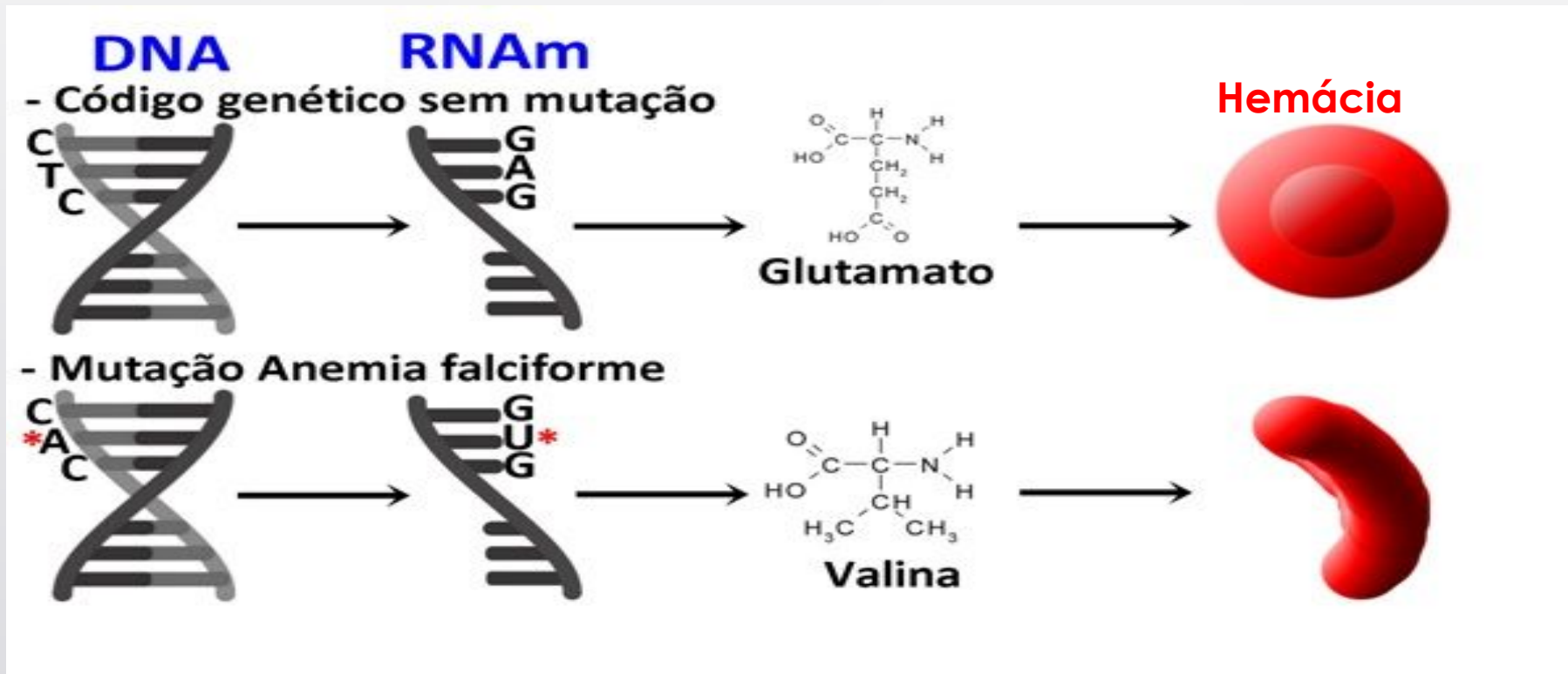
Mutação: Modificação que afeta a sequência de nucleotídeos de DNA



Alterações cromossômicas estruturais

Alteração na **sequência de genes de um cromossomo**.

Mutação: Modificação que afeta a sequência de nucleotídeos de DNA



Benéficas



Reprodução
Sobrevivência

Desfavoráveis



Reprodução
Sobrevivência

**Diminui a interação da hemácia com o O₂
Aumenta a resistência contra a malária**

Alterações cromossômicas estruturais

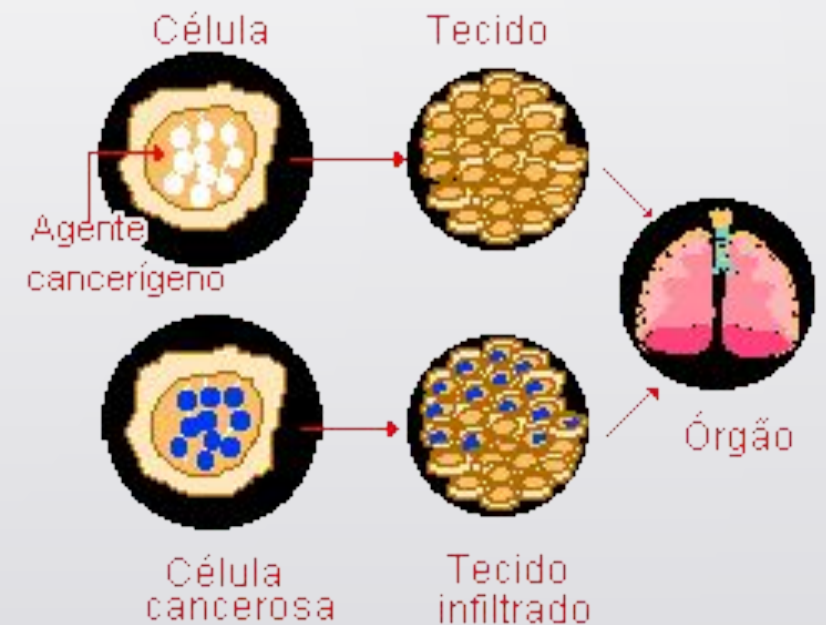


Câncer: nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se para outras regiões do corpo.

Causas Externas – meio ambiente, hábitos ou costumes.

Causas Internas – geneticamente pré-determinadas, ligadas à capacidade do organismo se defender das agressões externas.

80 a 90% dos casos de câncer estão associados a fatores ambientais.



Alterações cromossômicas estruturais



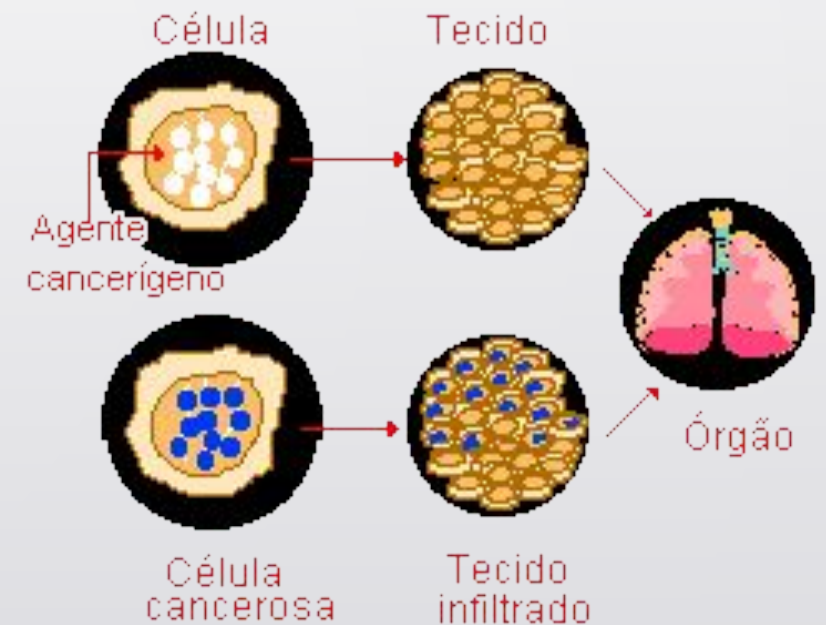
Câncer: nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se para outras regiões do corpo.

Causas Externas – meio ambiente, hábitos ou costumes.

Causas Internas – geneticamente pré-determinadas, ligadas à capacidade do organismo se defender das agressões externas.

80 a 90% dos casos de câncer estão associados a fatores ambientais.

Mas o que o câncer tem a ver com alterações cromossômicas estruturais?



Alterações cromossômicas estruturais



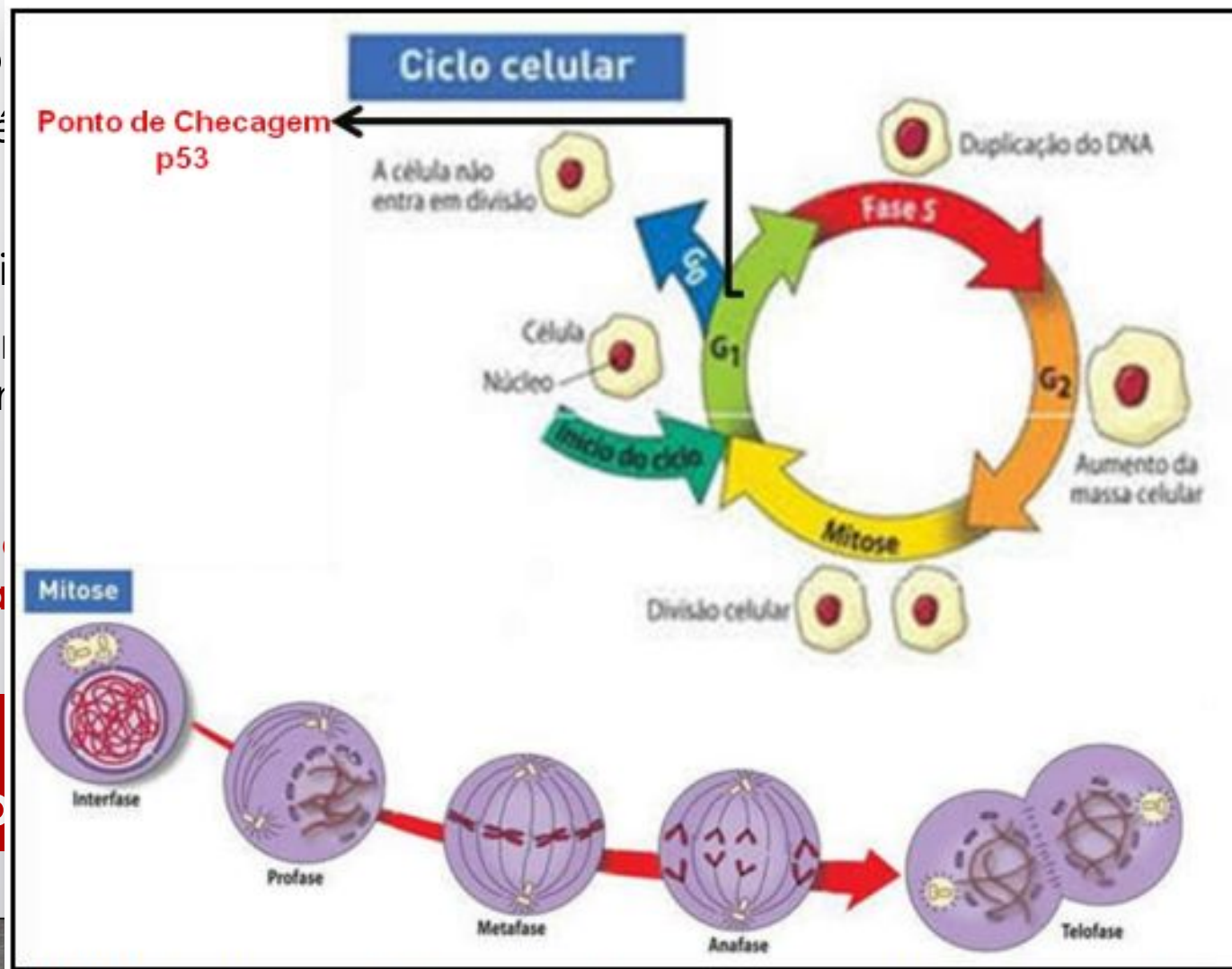
Câncer: nome dado a um crescimento desordenado de células no corpo.

Causas Externas – meio ambiente

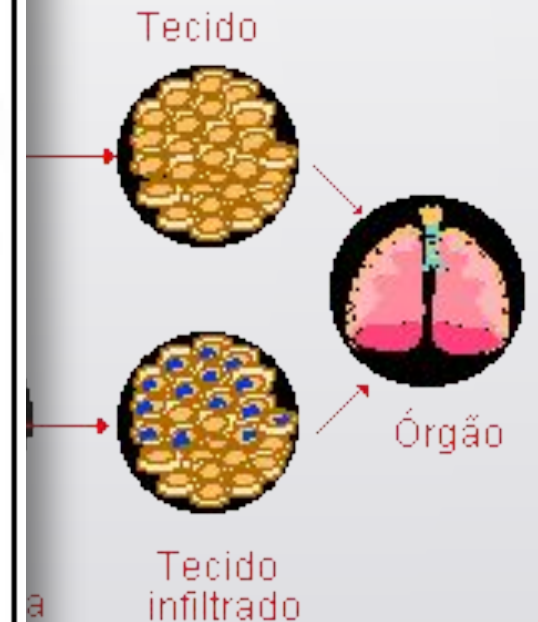
Causas Internas – genética, capacidade do organismo

80 a 90% dos casos de câncer são causados por alterações cromossômicas estruturais

Mas o que são as alterações cromossômicas estruturais?



Comum o crescimento desordenado para outras regiões do corpo.



Alterações cromossômicas estruturais



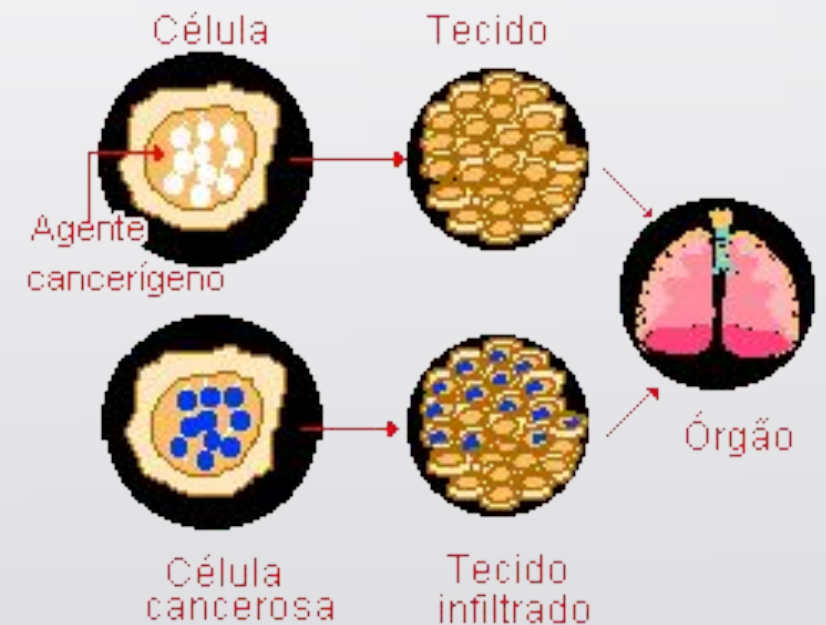
Câncer: nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células que invadem os tecidos e órgãos, podendo espalhar-se para outras regiões do corpo.

Quais as características das células cancerosas?

Multiplicam-se de maneira descontrolada;

Têm capacidade para formar novos vasos sanguíneos que as nutram e manterão as atividades de crescimento descontrolado;

Menos especializadas nas suas funções do que as suas correspondentes normais.



Alterações cromossômicas estruturais

Quais os estágios de desenvolvimento de um câncer?

Iniciação: As células sofrem o efeito dos agentes cancerígenos. Nesta fase as células se encontram geneticamente alteradas, porém ainda não é possível se detectar um tumor clinicamente.

Promoção: Sofrem o efeito dos oncopromotores. A célula iniciada é transformada em **célula maligna**, de forma lenta e gradual. A suspensão do contato com agentes promotores muitas vezes interrompe o processo nesse estágio (**célula benigna**).

Progressão: Caracteriza-se pela multiplicação descontrolada e irreversível das células alteradas. Nesse estágio o câncer já está instalado.

Metástase:

Células malignas que se desprendem do tumor principal e seguem para a corrente sanguínea ou vasos linfáticos, contaminando outras células de tecidos diferentes.

Alterações cromossômicas estruturais



Ordem de Incidência de Câncer no Brasil*:

Entre mulheres	Entre homens
1º Pele	1º Pele
2º Mama	2º Próstata
3º Colo do útero	3º Pulmão
4º Colón e reto	4º Estômago
5º Estômago	5º Cólon e reto

* Fonte: Instituto Nacional de Câncer



O tratamento do câncer pode ser feito através de cirurgia, quimioterapia, radioterapia ou transplante de medula óssea. Em muitos casos, é necessário combinar mais de uma modalidade.

<https://www.inca.gov.br/tratamento>



Exercícios

Quando analisamos um grupo de bactérias que se reproduzem assexuadamente, verificamos que nem todas são idênticas, sendo esse um dos motivos que levam, por exemplo, ao surgimento de superbactérias. Essa variabilidade genética é conseguida graças

- a) à mistura do material genético de diferentes indivíduos.
- b) às mutações.
- c) à combinação.
- d) às adaptações direcionadas.
- e) ao uso e desuso de estruturas.



Exercícios

Quando analisamos um grupo de bactérias que se reproduzem assexuadamente, verificamos que nem todas são idênticas, sendo esse um dos motivos que levam, por exemplo, ao surgimento de superbactérias. Essa variabilidade genética é conseguida graças

- a) à mistura do material genético de diferentes indivíduos.
- b)** às mutações.
- c) à combinação.
- d) às adaptações direcionadas.
- e) ao uso e desuso de estruturas.



Qual dos seguintes eventos ocorre no ciclo de vida de toda espécie com reprodução sexuada?

- a) Diferenciação celular durante o desenvolvimento embrionário.
- b) Formação de células reprodutivas dotadas de flagelos.
- c) Formação de testículos e de ovários.
- d) Fusão de núcleos celulares haploides.
- e) Cópula entre macho e fêmea.



Qual dos seguintes eventos ocorre no ciclo de vida de toda espécie com reprodução sexuada?

- a) Diferenciação celular durante o desenvolvimento embrionário.
- b) Formação de células reprodutivas dotadas de flagelos.
- c) Formação de testículos e de ovários.
- d) Fusão de núcleos celulares haploides.**
- e) Cópula entre macho e fêmea.



Entre as frases a seguir, em relação à divisão celular por mitose, uma é incorreta. Aponte-a:

- a) Na metáfase, todos os cromossomos, cada um com duas cromátides, encontram-se no equador da célula em maior grau de condensação.
- b) A célula mãe dá origem a duas células filhas com metade do número de cromossomos.
- c) As células filhas são idênticas às células mãe.
- d) Ocorre nas células somáticas, tanto de animais como de vegetais.
- e) É um processo muito importante para o crescimento dos organismos.



Entre as frases a seguir, em relação à divisão celular por mitose, uma é incorreta. Aponte-a:

a) Na metáfase, todos os cromossomos, cada um com duas cromátides, encontram-se no equador da célula em maior grau de condensação.

b) A célula mãe dá origem a duas células filhas com metade do número de cromossomos.

c) As células filhas são idênticas às células mãe.

d) Ocorre nas células somáticas, tanto de animais como de vegetais.

e) É um processo muito importante para o crescimento dos organismos.



Exercícios

2. (UFSC) A meiose caracteriza-se pela ocorrência de apenas uma duplicação do material genético para cada duas divisões nucleares, e é responsável pela formação de células haplóides a partir de células diplóides. Em relação a esse tipo de divisão celular, é correto afirmar que:

- 01. O crossing over ocorre na prófase da meiose I e caracteriza-se pela permuta entre os segmentos das cromátides irmãs do mesmo cromossomo.
- 02. A redução, pela metade, do número cromossômico confere à meiose uma importância fundamental na manutenção do número constante de cromossomos da espécie.
- 04. A meiose ocorre durante o processo de produção das células reprodutivas e possibilita o aumento da variabilidade genética dos seres vivos que a realizam.
- 08. A primeira divisão meiótica é reducional, enquanto a segunda é equacional, já que a partir delas são formadas duas células diplóides e quatro células haplóides, respectivamente.
- 16. Na anáfase I ocorre a separação dos pares de homólogos, havendo a migração polar dos cromossomos duplicados.
- 32. As anáfases I e II são semelhantes entre si, à medida que os centrômeros se dividem e as cromátides de cada díade migram para o pólo da célula.
- 64. Na metáfase I, os pares de cromossomos homólogos duplicados encontram-se na placa equatorial da célula.



Gabarito

1. D

Passo a passo: O evento que marca o final da prófase é o desaparecimento da carioteca (membrana nuclear). Nesse processo as membranas que compõem a carioteca se fragmentam em pequenas vesículas e se espalham pelo citoplasma, liberando os cromossomos altamente condensados (I). Na próxima etapa, no início da metáfase, os microtúbulos que partem dos centrossomos se ligam à região mediana dos cromossomos e os puxam até a região mediana da célula (plano equatorial) (IV). Após a formação da placa equatorial, entra em ação uma enzima que é responsável por quebrar as ligações que mantêm os centrômeros dos cromossomos unidos (II). Assim, ocorre a separação das cromátides-irmãs, possibilitando que essas migrem para os pólos do fuso (III). Portanto, a alternativa correta é a letra d.



Gabarito

2. 86 (02,04, 16 e 64).

Resolvendo passo a passo:

01. Falsa. O crossing-over ocorre na prófase da meiose I e caracteriza-se pela quebra nas cromátides de cromossomos homólogos, seguida de soldadura de reparação. Porém, a soldadura de reparação pode ocorrer em posição trocada (uma cromátide se solda ao fragmento de sua homóloga e vice-versa), levando à troca de pedaços entre cromossomos homólogos.
02. Verdadeira. Na meiose ocorre uma única duplicação cromossômica seguida de duas divisões consecutivas, o que reduz o número de cromossomos pela metade e possibilita sua restauração numérica após a fecundação.
04. Verdadeira. Nos animais a meiose ocorre nas gônadas para produção de gametas e graças, principalmente, ao crossing-over há o aumento da variabilidade genética entre indivíduos.
08. Falsa. A primeira divisão meiótica é reducional, pois são formadas duas células, contendo, cada uma, metade do número de cromossomos da célula original. Cada cromossomo, entretanto, ainda está constituído por duas cromátides unidas pelo centrômero. Na segunda divisão meiótica (equacional), ocorre a separação das cromátides-irmãs e surgem duas células filhas para cada célula que passou pela meiose II, totalizando 4 células haplóides.
16. Verdadeira. Na anáfase I, ocorre separação e cada cromossomo de um par de homólogos (constituído por duas cromátides) é puxado para um dos pólos da célula. Na anáfase II ocorre separação das cromátides-irmãs.
32. Falsa. As anáfases I e II são diferentes entre si. Na anáfase I ocorre separação dos cromossomos homólogos e na anáfase II ocorre a divisão dos centrômeros e separação das cromátides-irmãs.
64. Verdadeira. Na metáfase I os pares de cromossomos homólogos se prendem ao fuso cromático formado durante a prófase, dispondo-se na região equatorial da célula.