

**COLÉGIO ESTADUAL HELENA KOLODY – E.M.P.
TERRA BOA - PARANÁ**

DIVISÃO CELULAR - Meiose

Professora Leonilda Brandão da Silva

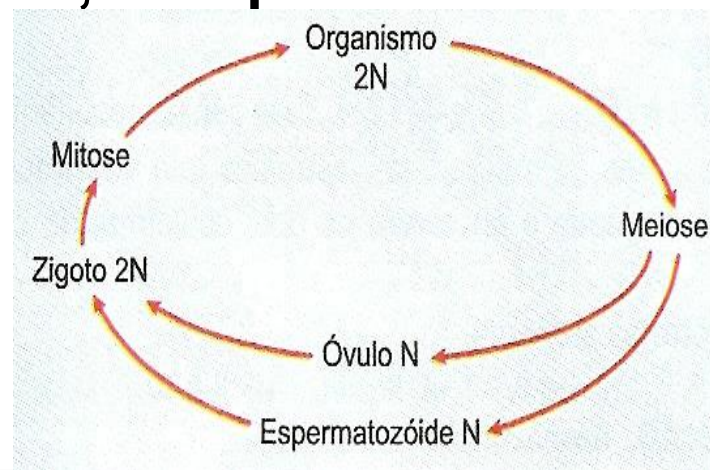
E-mail: leonildabrandaosilva@gmail.com

<http://professoraleonilda.wordpress.com/>

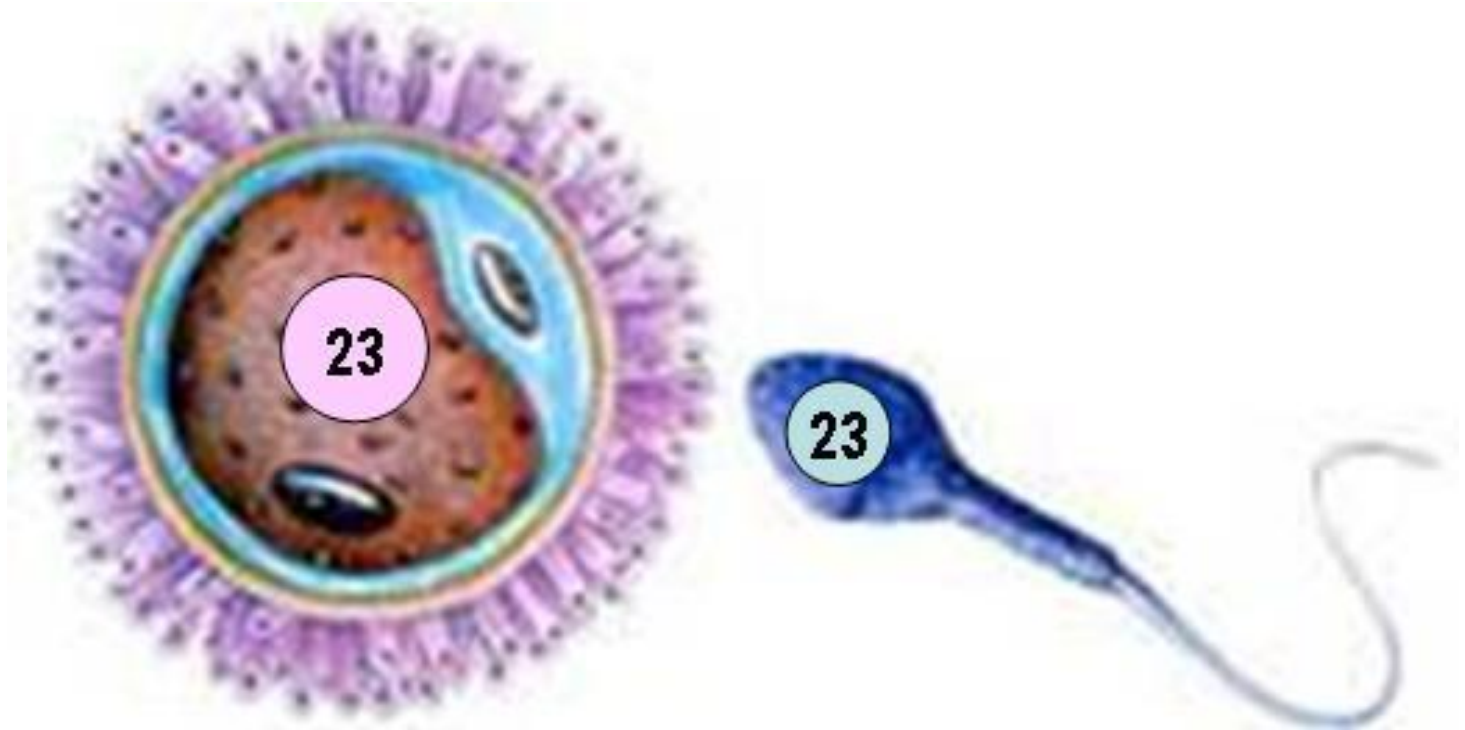
MEIOSE

Pág. 143

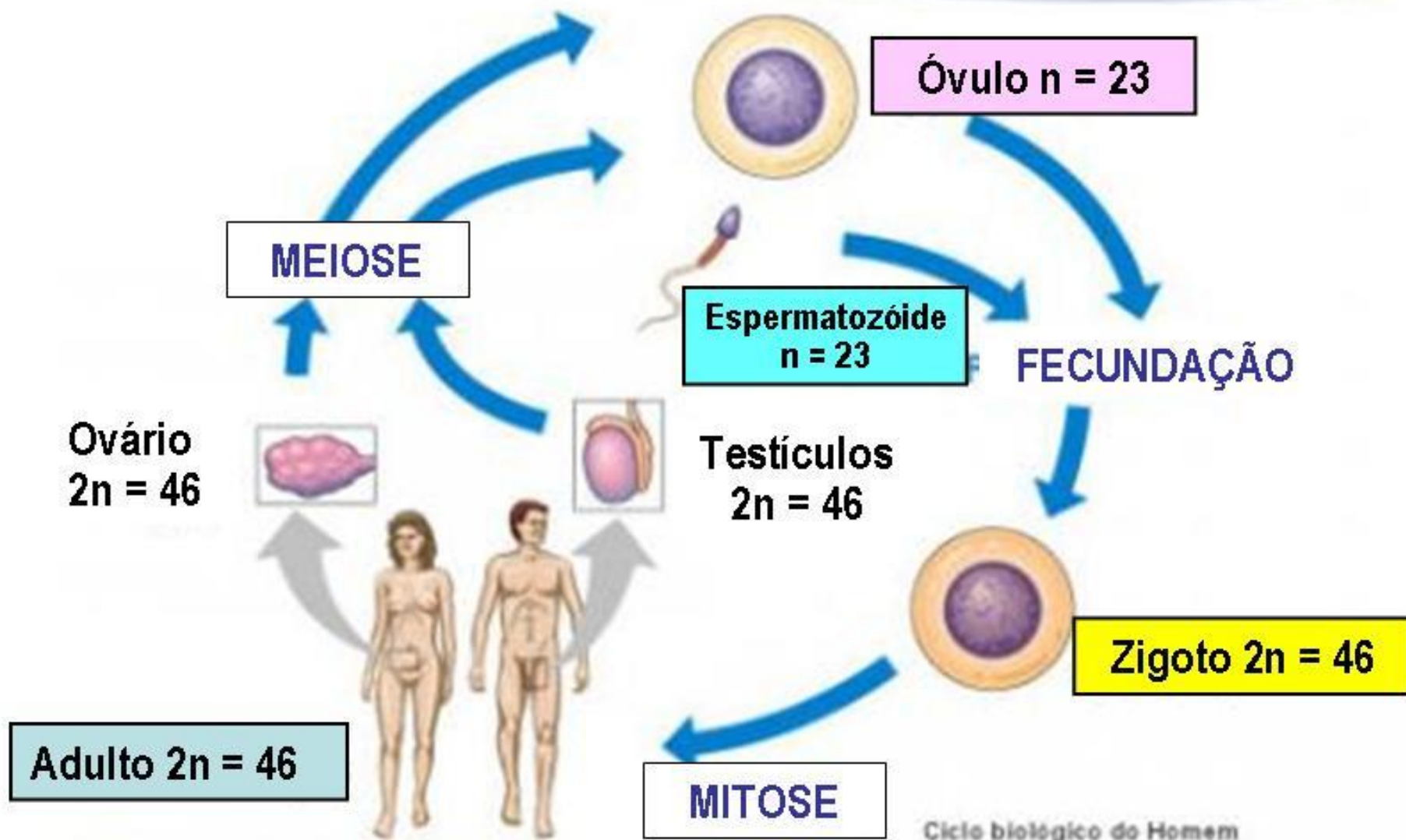
- A **célula-ovo** surge da união dos gametas.
- Essa união – chamada **fecundação** – permite que os cromossomos do pai e da mãe se juntem na célula-ovo, formando o patrimônio genético do filho.
- Nos animais a MEIOSE ocorre durante a formação dos **GAMETAS**.
- Essa divisão produz células com a metade do nº de cromossomos das células originais, compensando assim a fecundação.
- Nos vegetais a MEIOSE ocorre na formação dos **ESPOROS**.



- Quando ocorre a **fecundação**, um óvulo e um espermatozoide se unem, recompondo o n° diploide da espécie humana: **46 cromossomos** ou **23 pares de homólogos**.

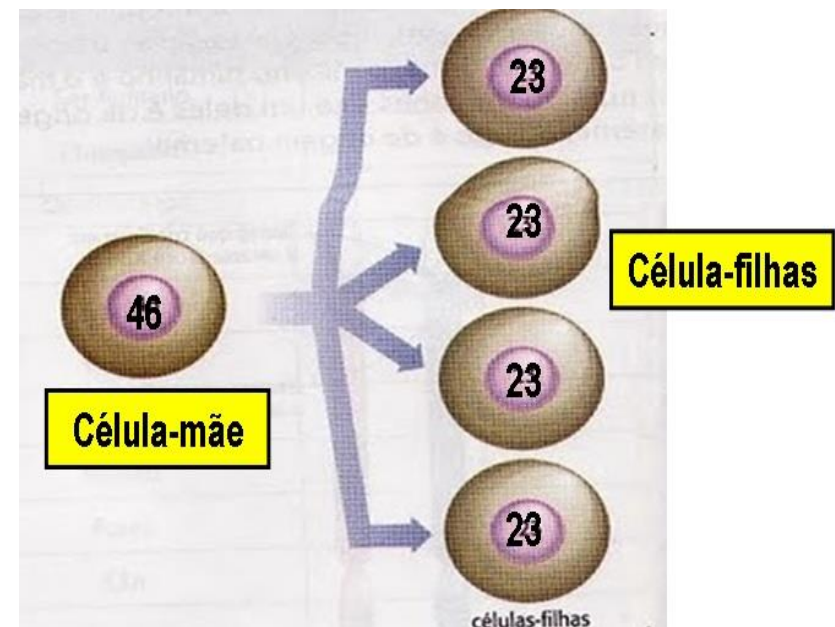


Ciclo biológico do Homem

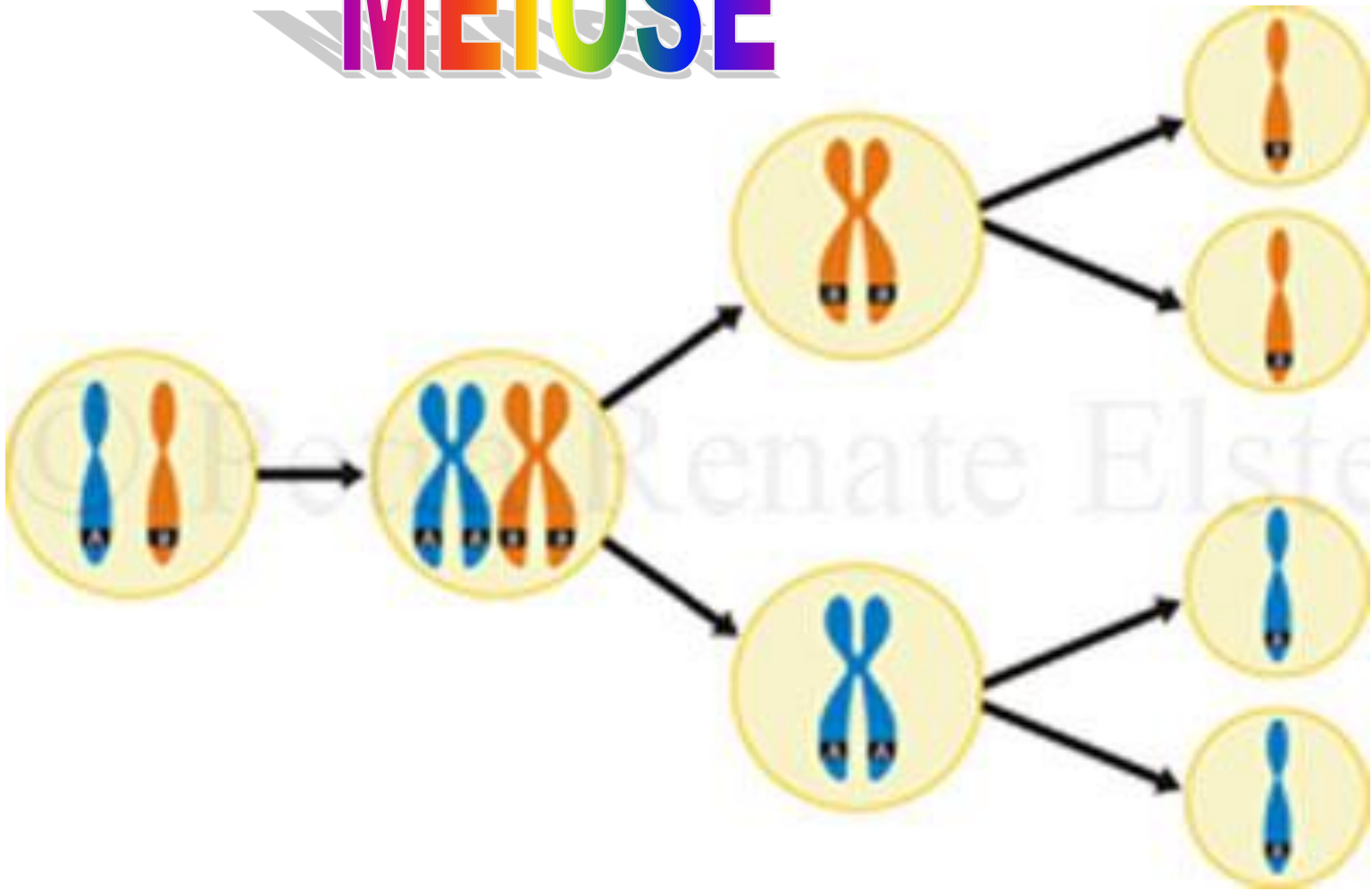


Ciclo biológico do Homem

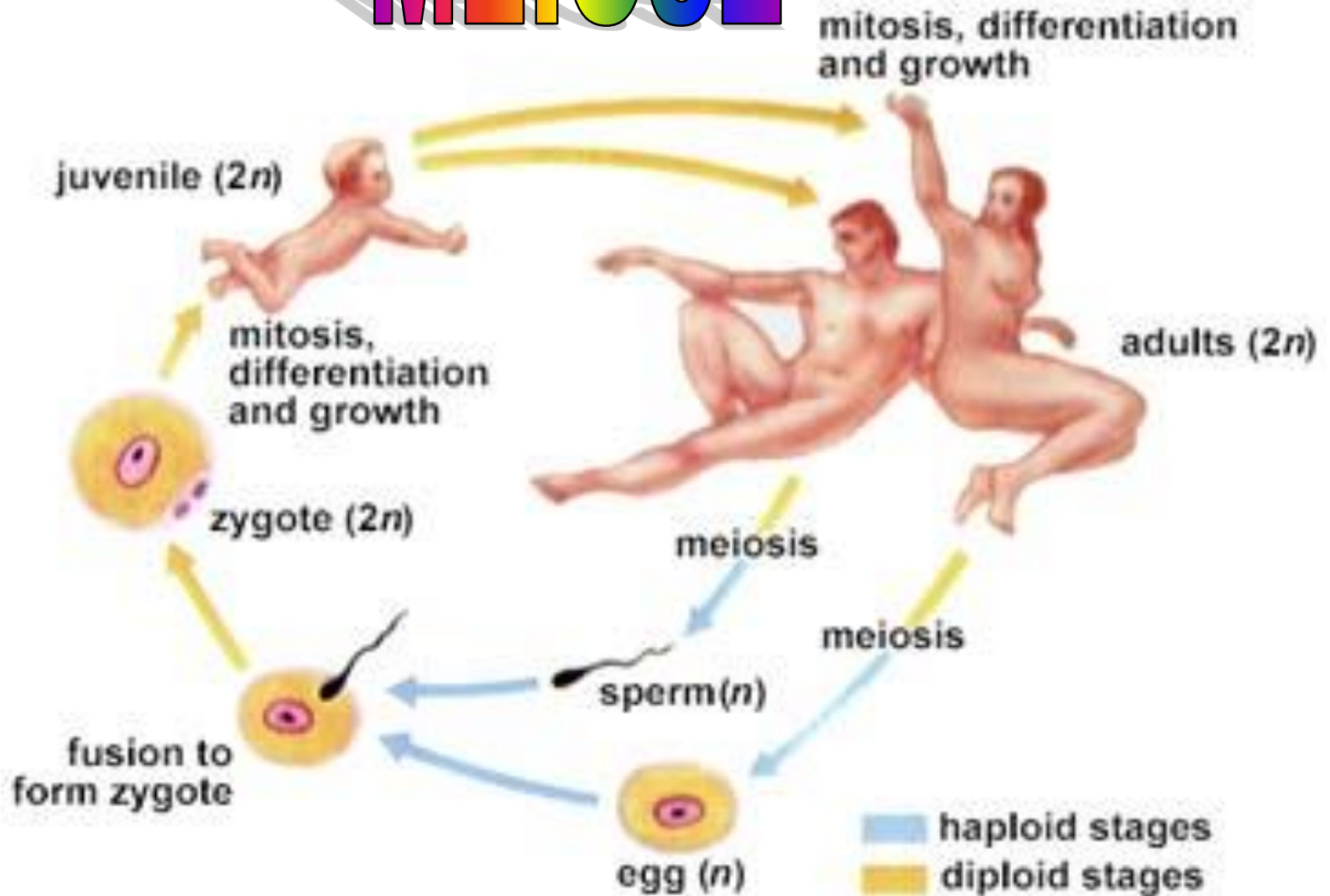
- Muitos fenômenos que ocorrem na mitose **se repetem** na meiose.
- A **diferença básica** entre a MEIOSE e a MITOSE é que, na meiose, há duas divisões celulares seguidas, que resultam na formação de 4 células-filhas.
- Durante essas divisões, cada cromossomo se duplica apenas uma vez, o que explica a **redução dos cromossomos** de $2n$ para n .
- Outra característica importante da meiose é que as células produzidas **não são geneticamente iguais**, o que aumenta a variedade genética dos indivíduos formados por reprodução sexuada.

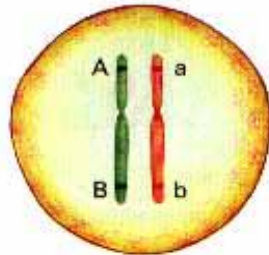


MEIOSE



MEIOSE

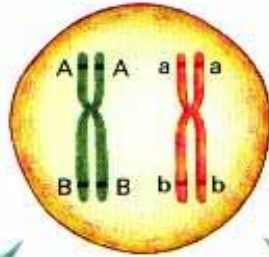




Célula com 2 cromossomos simples



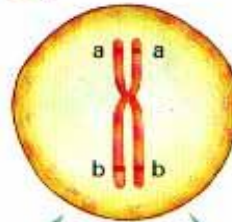
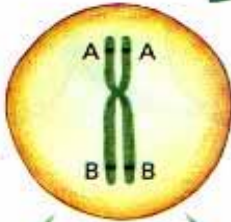
Duplicação dos cromossomos



Célula com 2 cromossomos duplicados



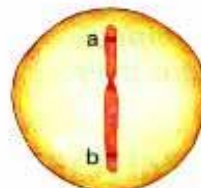
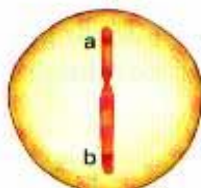
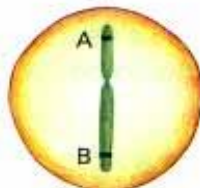
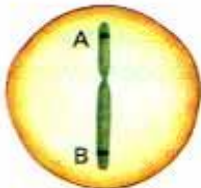
Primeira divisão – MEIOSE I



Células com 1 cromos. duplicado



Segunda divisão – MEIOSE II



4 células com 2 cromossomos simples

Fases da meiose

Meiose I
ou divisão reducional

R!



- Prófase I
- Metáfase I
- Anáfase I
- Telófase I

A 1ª divisão separa os pares de cromossomos homólogos, formando 2 células haplóides.

Meiose II
ou divisão equacional

E!



- Prófase II
- Metáfase II
- Anáfase II
- Telófase II

A 2ª divisão separa as cromátides e forma quatro células haplóides.

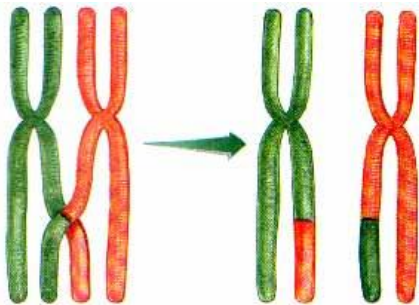
PRIMEIRA DIVISÃO - MEIOSE I

Essa divisão também tem 4 etapas:

- PRÓFASE I
- METÁFASE I
- ANÁFASE I
- TELÓFASE I

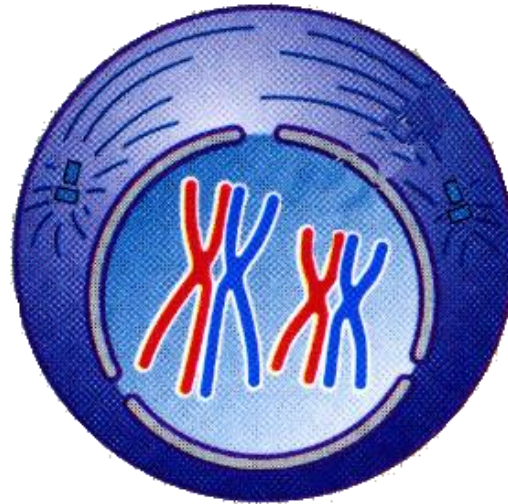
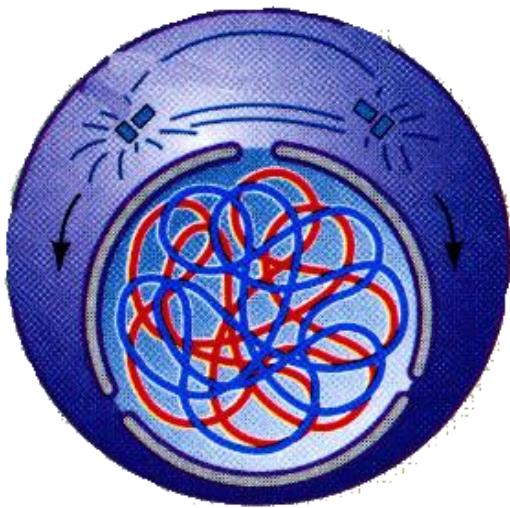
PRÓFASE I

- Basicamente, ocorre nessa fase o **pareamento dos cromossomos homólogos** (exclusivo da meiose).
- Esse emparelhamento garante que cada célula-filha receba um cromossomo de cada par.
- **A carioteca e o nucléolo fragmentam-se;**
- Os fios de cromatina de condensam;
- Além disso pode ocorrer a ‘**troca de pedaços**’ entre cromossomos homólogos (**permutação** ou **crossing-over** – **umenta a diversidade de gametas**).



Prófase I

PRÓFASE I



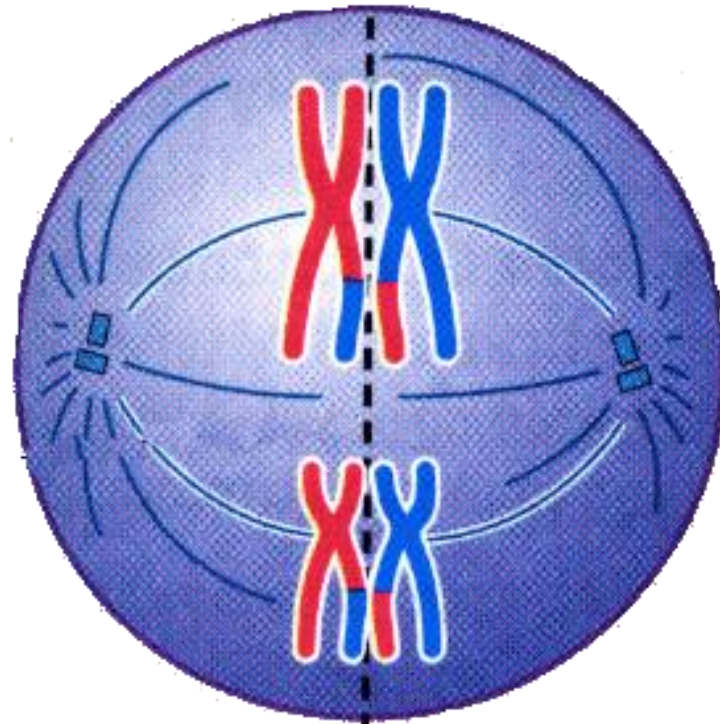
Prófase I

METÁFASE I

- Por causa do emparelhamento os cromossomos não ficam alinhados no mesmo plano.
- Os cromossomos se posicionam na zona central da célula.
- Há formação da placa equatorial dupla.



Metáfase I



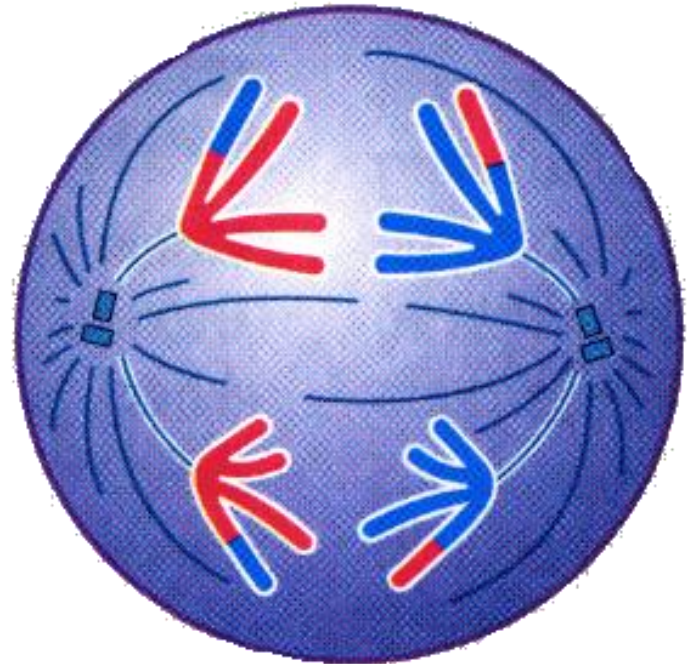
ANÁFASE I

- Os cromossomos homólogos se separam, indo para polos opostos, por causa da redução do fuso.
- É importante observar que ao contrário da mitose, as **cro-mátides não se separam**, os cromossomos que migram para os polos são duplos.

I



II



Anáfase I

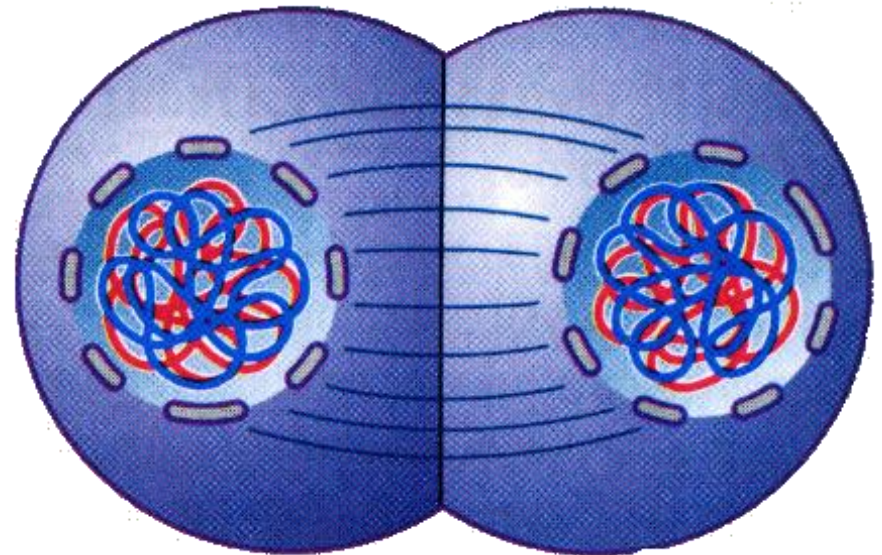
TELÓFASE I

- Os cromos. atingem os polos ainda duplicados.
- Reaparecimento da carioteca e do nucléolo.
- O citoplasma se divide (citocinese), **formando duas células-filhas.**

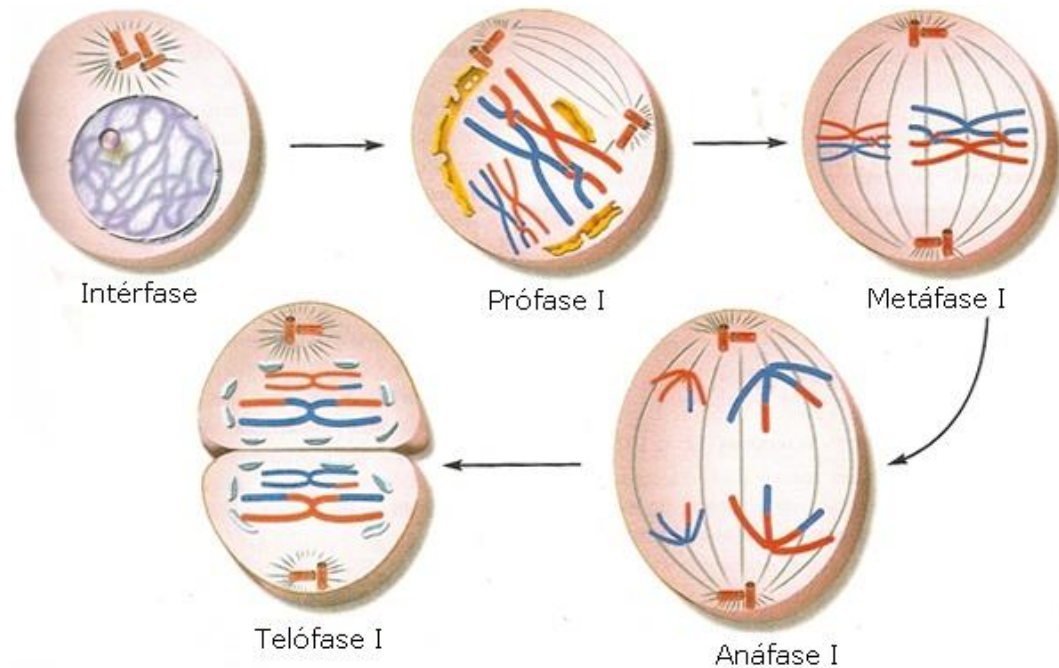
ce



Telófase I



- Ao terminar a 1ª divisão, cada célula possui apenas **um cromossomo duplicado de cada tipo** (células-filhas são haploides).
- Como o nº de cromossomos foi reduzido à metade, essa divisão é chamada de **Divisão Reducional**.
- Embora tenha havido redução cada **cromossomo está duplicado**. Isso significa que cada célula-filha possui duas cópias de cada cromátide. Com a 2ª divisão essa situação se modificará.



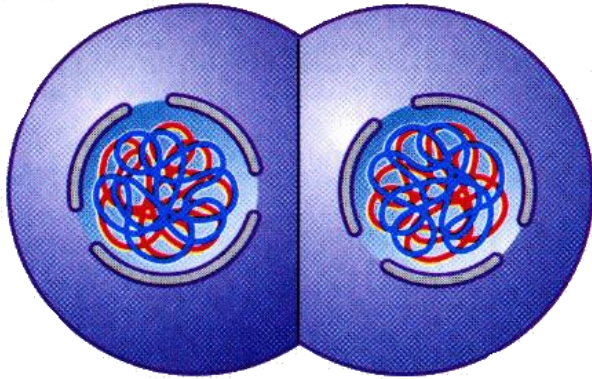
SEGUNDA DIVISÃO

MEIOSE II

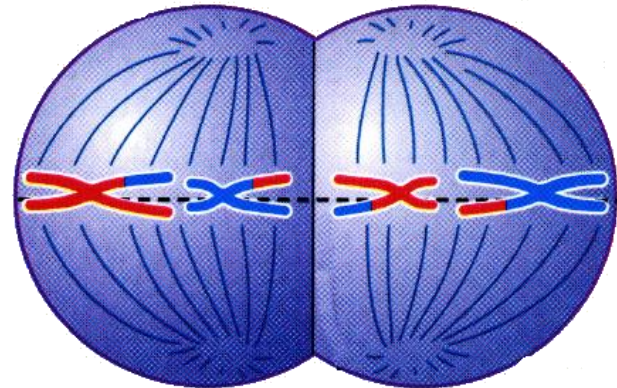
- O intervalo entre a 1ª e a 2ª divisão (**intercinese**) é muito curto.
- Não ocorre nova duplicação do DNA.
- Como não existem cromossomos homólogos na mesma célula, também não haverá emparelhamento.
- Assim, os movimentos cromossomiais serão idênticos aos da mitose.
- Ao final da 2ª divisão o nº de cromossomos não se reduz. Por isso, é chamada **Divisão Equacional**.

Meiose II ou divisão equacional

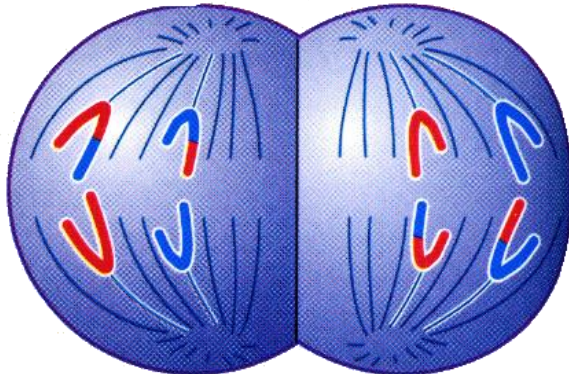
PRÓFASE II



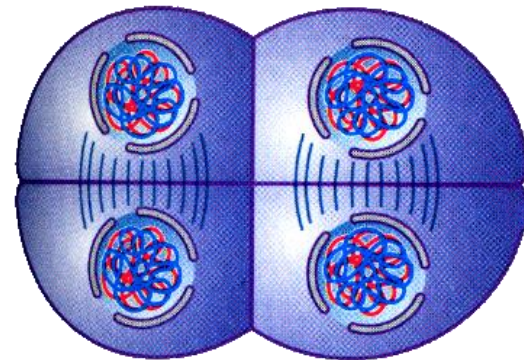
METÁFASE II



ANÁFASE II

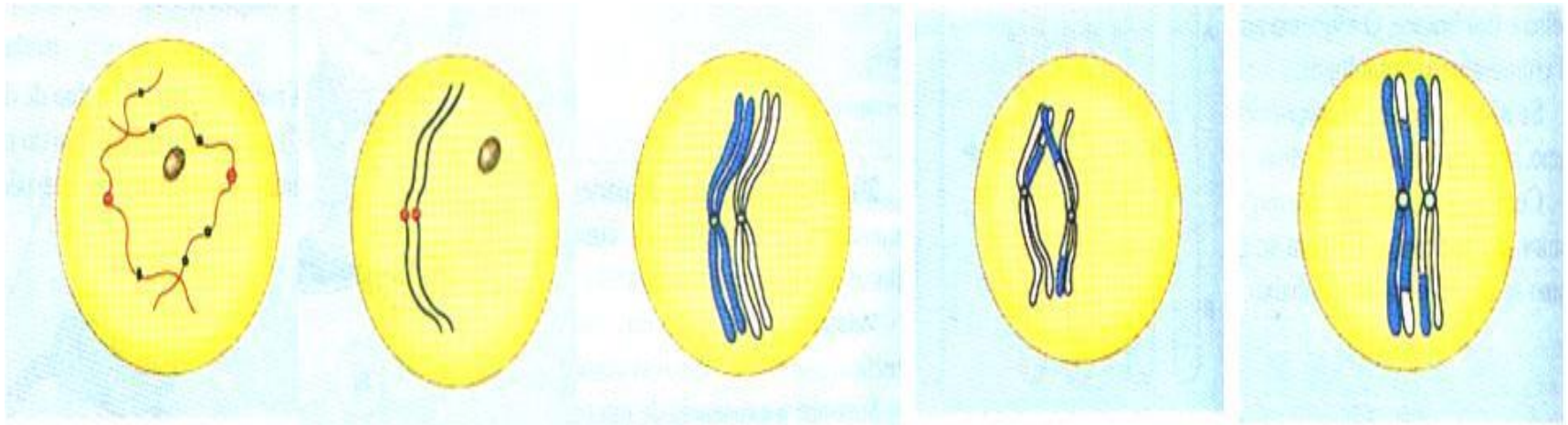


TELÓFASE II



Subfases da PRÓFASE I

- Essa fase é dividida em 5 subfases consecutivas: **leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese.**



Leptóteno

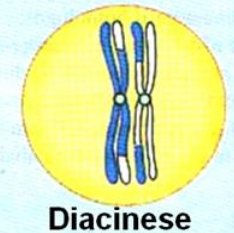
Zigóteno

Paquíteno

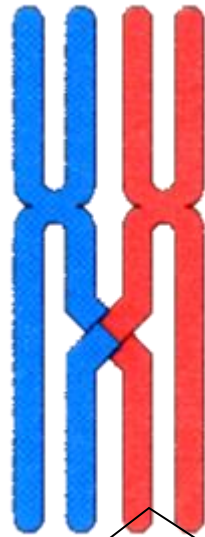
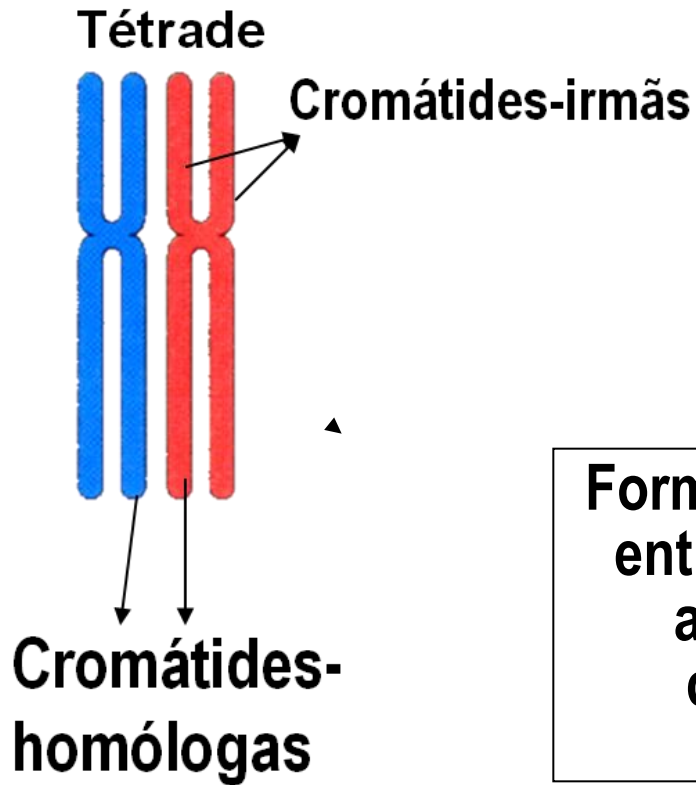
Diplóteno

Diacinese

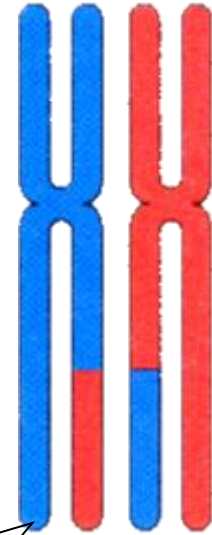
- **Leptóteno**: Cromossomos aparecem pouco condensados.
- **Zigóteno**: Sinapse (pareamento dos cromossomos homólogos).
- **Paquíteno**: Permutação ou *Crossing-over* (troca de pedaços entre cromátides homólogas).
- **Diplóteno**: Quiasmas (cromátides homólogas cruzadas). Duplicação cromossômica é nítida.
- **Diacinese**: Terminalização dos quiasmas. Desaparecimento do nucléolo e desintegração da carioteca.



Duas cromátides homólogas podem sofrer uma ruptura na mesma altura e os dois pedaços podem trocar de lugar, realizando a **permutação** ou **crossing-over**.

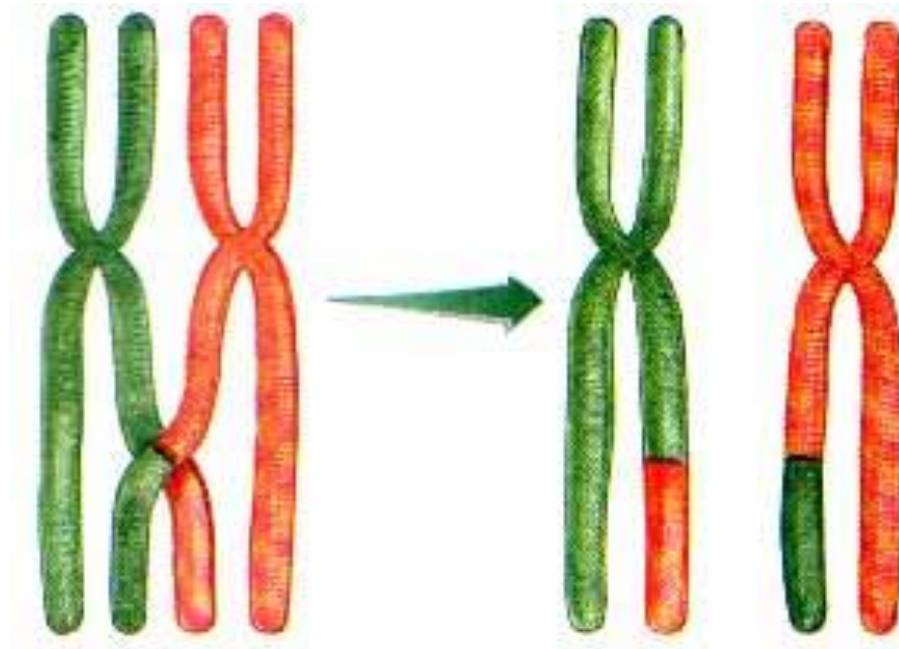


Forma-se um **quiasma** entre os cromátides adjacentes dos cromossomas homólogos.



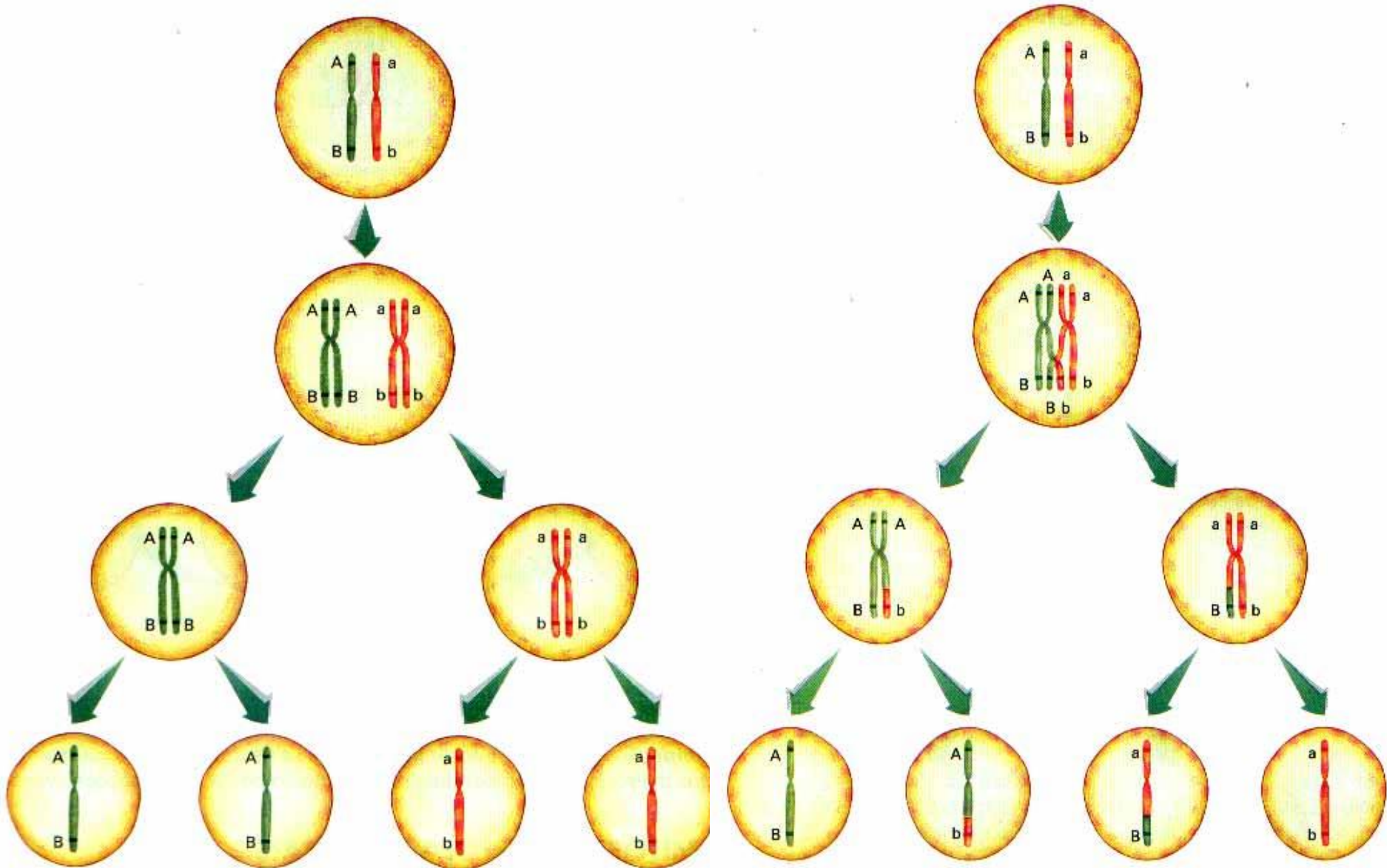
Ocorre quebra e troca de segmentos entre os cromátides.

O *Crossing-over* ou permutação que pode ocorrer na **prófase I** é um **importante fator de variabilidade**, pois gera cromossomos com sequências diferentes da sequência dos cromossomos originais.



Meiose sem *crossing-over*

Meiose com *crossing-over*



CAPÍTULO 11 – CROMATINA, CROMOSSOMOS E A DIVISÃO CELULAR

MITOSE

Ciclo celular: período que vai da origem de uma célula ao fim da divisão celular. Inclui a **intérfase**, as quatro fases da divisão propriamente dita (**prófase, metáfase, anáfase e telófase**) e a **citocinese** (divisão do citoplasma).

Figura 11.8: A intérfase representada em corte.

Etapas do ciclo celular				
Intérfase: Material genético em forma de cromatina · Produção de RNA. 3 fases: G ₁ , S (duplicação do DNA) e G ₂ .	Prófase: Formação dos cromossomos. · Centríolos duplicados migram para os polos. · Carioteca se desfaz.	Metáfase: Formação da placa equatorial ou metafásica. · Condensação cromossômica máxima.	Anáfase: Separação das cromátides irmãs.	Telófase: Cromossomos chegam aos polos e se voltam para forma de cromatina. · Carioteca e nucléolo se

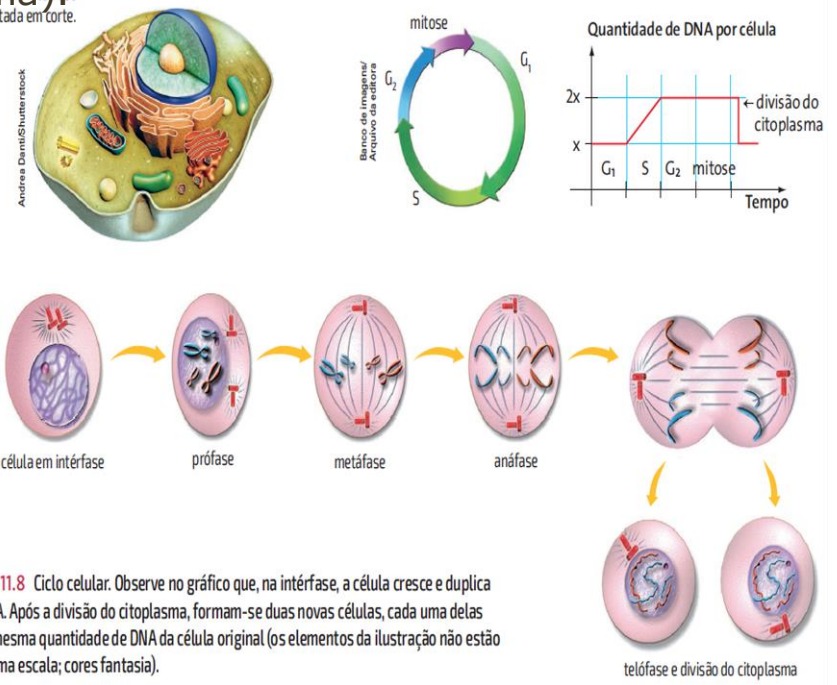
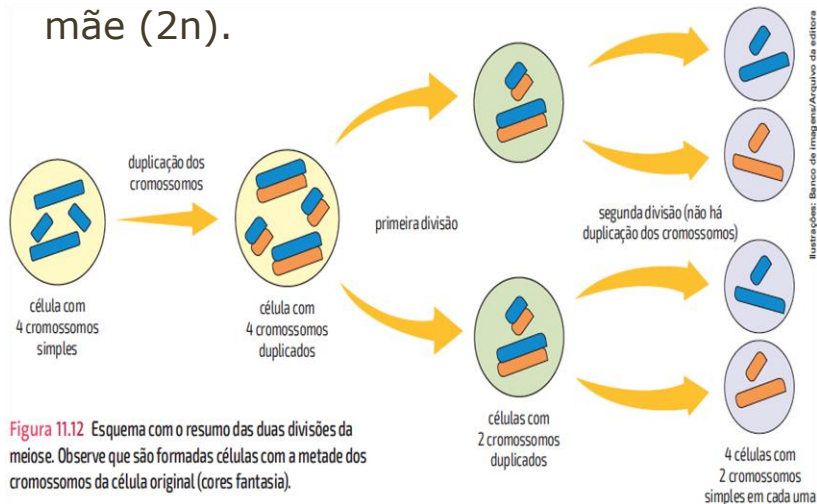


Figura 11.8 Ciclo celular. Observe no gráfico que, na intérfase, a célula cresce e duplica seu DNA. Após a divisão do citoplasma, formam-se duas novas células, cada uma delas com a mesma quantidade de DNA da célula original (os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia).

CAPÍTULO 11 – CROMATINA, CROMOSSOMOS E A DIVISÃO CELULAR

MEIOSE

Produção de **gametas nos animais** e **esporos nos vegetais**. Após a **intérfase**, ocorrem **duas divisões celulares seguidas**, com produção de 4 células-filhas geneticamente diferentes (n) a partir de uma célula-mãe ($2n$).



Ilustrações: Banco de Imagens/Arquivo da editora

Primeira divisão

Prófase I: Formação dos cromossomos. Carioteca e nucléolo se desfazem. Crossing-over ou permutação. 5 fases: lentóteno	Metáfase I: Formação da placa equatorial ou metafásica com cromossomos homólogos emparelhados .	Anáfase I: Separação dos cromossomos homólogos .	Telófase I: Cromossomos chegam aos polos e se mantêm enrolados. Separação do citoplasma, formando 2 células-filhas.
--	--	---	--

paquíteno,

Segunda divisão

Prófase II: Centríolos duplicados migram para os polos. Carioteca e nucléolo se desfazem.	Metáfase II: Formação da placa equatorial ou metafásica.	Anáfase II: Separação das cromátides irmãs .	Telófase II: Cromossomos chegam aos polos e se voltam para forma de cromatina. Carioteca e nucléolo se
--	--	---	---

COMPARAÇÃO MITOSE E MEIOSE I

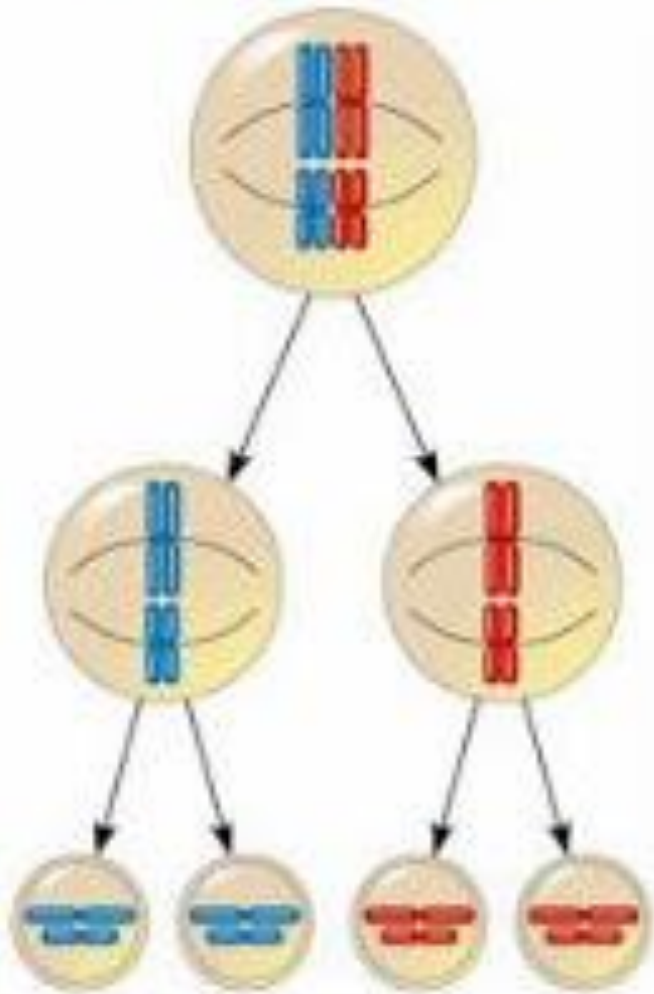
FASES	MITOSE	MEIOSE I
Prófase	Cromossomos homólogos não se emparelham.	Cromossomos homólogos emparelham-se.
Metáfase	Placa equatorial formada pelos cromos. duplicados e não-emparelhados.	Placa equatorial formada pelas tétrades.
Anáfase	Ocorre separação dos centrômeros.	Não ocorre separação.
Telófase	Em cada polo da célula encontram-se $2n$ cromos. não-duplicados.	Em cada polo da célula encontram-se n cromos. duplicados.

Mitose	Meiose
- Resulta em duas células geneticamente iguais	- Resulta em quatro células geneticamente diferentes
- Não há redução do número de cromossomos	- Há redução do número de cromossomos
- Não há permuta gênica entre cromossomos homólogos	- Normalmente ocorre permuta gênica entre os cromossomos homólogos
- Ocorre em células somáticas	- Ocorre em células germinativas
- A duplicação do DNA antecede apenas uma divisão celular	- A duplicação do DNA antecede duas divisões celulares
- Uma célula produzida por mitose, em geral, pode sofrer nova mitose	- Uma célula produzida por meiose não pode sofrer meiose
- É importante na reprodução assexuada de organismos unicelulares e na regeneração das células somáticas.	- É um processo demorado (podendo, em certos casos, levar anos para se completar).

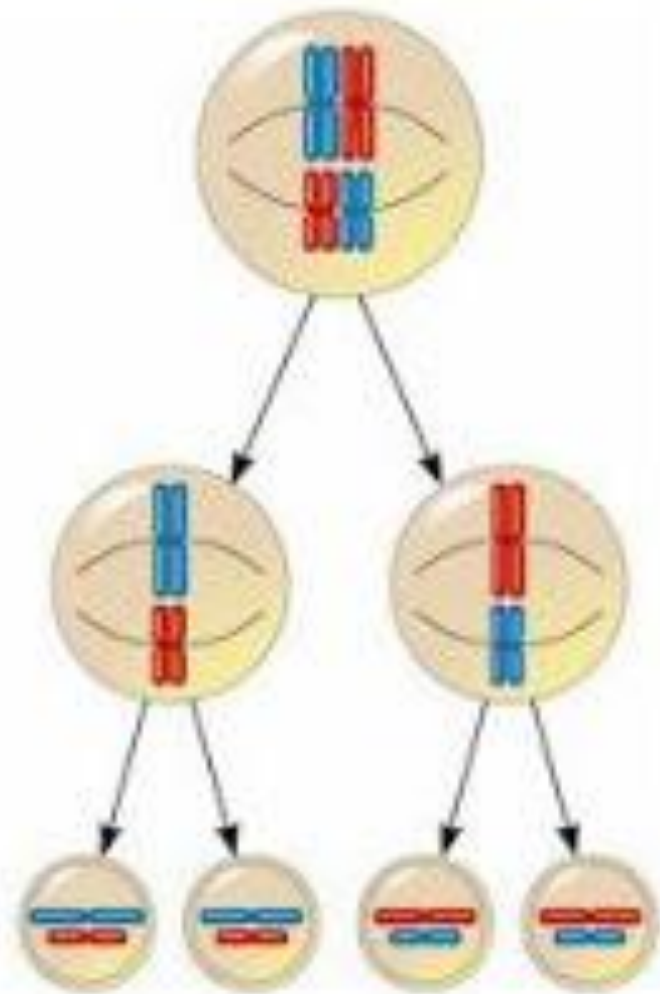
Meiose e variabilidade genética

- A reprodução sexuada produz grande variabilidade genética de indivíduos.
- Isso é importante para a **evolução** das espécies, e a meiose contribui para ela de duas maneiras.
 - A 1ª ocorre na **metáfase I**, quando os cromossomos homólogos se emparelham, ao acaso, no equador da célula. Por isso, a partir de uma célula com apenas dois cromossomos podem surgir 4 células-filhas diferentes, de acordo com o arranjo dos cromossomos paternos e maternos no equador. No caso da espécie humana, é possível a formação de mais de 8 milhões de células diferentes (2^{23}) a partir dos 23 cromossomos do pai e 23 cromossomos da mãe.
 - A 2ª maneira é o **crossing-over**. Como ele ocorre ao acaso, há várias possibilidades de trocas de pedaços entre os cromossomos, fazendo surgir novas combinações genéticas.

Possibilidade 1



Possibilidade 2



VIDEOS

MEIOSE – Duração: 2:08

<https://www.youtube.com/watch?v=phDDMLsFQm0&t=1s&list=PLU2SDHiKBHQzbmp9r-n2jn2n7zfiyke5K&index=3>

Mitose e Meiose (novo) – Duração: 1:21

https://www.youtube.com/watch?v=F3mjDCCW_cU

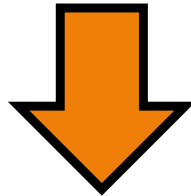


ATIVIDADES

- 1) Quais as fases da meiose I? E da meiose II? (2)
- 2) Quais as 5 subfases da prófase I? (2)
- 3) O que é *crossing over*? Qual a sua importância?(3)
- 4) De que maneiras a meiose contribui para a variabilidade genética e a evolução? (4)

TRABALHO

- **Dividir a sala em grupos de 6 alunos.**
- **Metade cria um vídeo da Mitose e outros da Meiose.**
- **Apresentar num pendrive dia:...../...../.....**



MITOSE, MASSA DE MODELAR E STOP MOTION

<http://experimentoteca.com/biologia/mitose-massa-de-modelar-e-stop-motion/>

- A técnica de animação por *stop motion* (quadro a quadro) é um ótimo recurso para explicar processos biológicos, principalmente aqueles que ocorrem em muitas etapas e deixam todos confusos. Com pouquíssimos materiais se consegue fazer produções caseiras muito simpáticas. **Basta construir um modelo (neste caso, uma célula animal) e movimentar suas partes lentamente, fotografando cada mudança mínima de posição. Quanto mais fotos, melhor fica o resultado.** Para ter uma ideia, o vídeo abaixo foi produzido com 317 fotografias.
- Depois as fotos precisam ser ordenadas em um programa de edição, como o **Windows Movie Maker**. Este software já vem com a instalação padrão do Windows e é bem fácil de usar. Resumidamente, basta selecionar as fotos que farão parte do vídeo e ajustar o tempo em que elas serão exibidas. O áudio pode ser adicionado depois, no próprio YouTube. Lá existe uma lista enorme de músicas que podem ser utilizadas **sem infringir nenhum direito autoral.**

- Outra opção interessante é usar o celular. Existem muitos aplicativos gratuitos para produzir animações em **stop motion**, como o [Stop Motion Maker – KomaDori L](#) e o [PicPac – Stop Motion+Time Lapse](#). Muito intuitivos, estes aplicativos permitem tanto fotografar como editar o vídeo, tudo no próprio celular. Alguns apps oferecem o recurso “*onion skin*” ou “*ghost*”, que sobrepõem a última foto tirada com a imagem em tempo real da câmera, facilitando bastante o trabalho.
- A **massa de modelar** oferece muitas possibilidades, mas outros materiais também podem ser utilizados: **papel, clips, barbante, palitos de dente, desenhos à lápis ou na lousa, guloseimas** (isso mesmo, docinhos... Veja [este exemplo](#) com docinhos

https://www.youtube.com/watch?v=95p4_4HA1vY_-
Massinha

<https://www.youtube.com/watch?v=Svl2hu9OrOg>
Mitose e Meiose

<https://www.youtube.com/watch?v=mwKkYBe3Gp0>

<https://www.youtube.com/watch?v=pJCvSdiyn7g&t=1s>

<https://www.youtube.com/watch?v=dBQ2ec25pPY>

Maquetes interativas

<https://www.youtube.com/watch?v=2U5qYmkPC6k>

<https://www.youtube.com/watch?v=mQakuR4s31c>

<https://www.youtube.com/watch?v=Mr8ZW8Jfzvk>

REFERÊNCIA

**LINHARES e GEWANDSZNAJDER.
Biologia Hoje. Volume 1. 2ª Edição.
São Paulo: Editora Ática, 2013.**