

**CEJA** >>

**CENTRO DE EDUCAÇÃO**  
de JOVENS e ADULTOS

**CIÊNCIAS DA  
NATUREZA**

e suas **TECNOLOGIAS** >>

**Biologia**

**Fascículo 4**

**Unidades 9 e 10**

**Edição revisada 2016**

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador  
**Luiz Fernando de Souza Pezão**

Vice-Governador  
**Francisco Oswaldo Neves Dornelles**

---

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

---

Secretário de Estado  
**Gustavo Reis Ferreira**

---

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

---

Secretário de Estado  
**Antônio José Vieira de Paiva Neto**

---

FUNDAÇÃO CECIERJ

---

Presidente  
**Carlos Eduardo Bielschowsky**

---

PRODUÇÃO DO MATERIAL CEJA (CECIERJ)

---

Coordenação Geral de  
Design Instrucional

**Cristine Costa Barreto**

Elaboração

**Clarissa Leal de Oliveira Mello**

Atividade Extra

**Roberto Spritzer**

Revisão de Língua Portuguesa

**Paulo Cesar Alves**

Coordenação de  
Design Instrucional

**Flávia Busnardo**

**Paulo Miranda**

Design Instrucional

**Aline Beatriz Alves**

Coordenação de Produção

**Fábio Rapello Alencar**

Capa

**André Guimarães de Souza**

Projeto Gráfico

**Andreia Villar**

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades

**<http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1381517>**

Diagramação

**Equipe Cederj**

Ilustração

**Bianca Giacomelli**

**Clara Gomes**

**Fernando Romeiro**

**Jefferson Caçador**

**Sami Souza**

Produção Gráfica

**Verônica Paranhos**

# Sumário

**Unidade 9 | Núcleo e ciclo celular 5**

---

**Unidade 10 | Expressão gênica e diferenciação celular 33**

---

# Prezado(a) Aluno(a),

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação. Estamos aqui para auxiliá-lo numa jornada rumo ao aprendizado e conhecimento.

Você está recebendo o material didático impresso para acompanhamento de seus estudos, contendo as informações necessárias para seu aprendizado e avaliação, exercício de desenvolvimento e fixação dos conteúdos.

Além dele, disponibilizamos também, na sala de disciplina do CEJA Virtual, outros materiais que podem auxiliar na sua aprendizagem.

O CEJA Virtual é o Ambiente virtual de aprendizagem (AVA) do CEJA. É um espaço disponibilizado em um site da internet onde é possível encontrar diversos tipos de materiais como vídeos, animações, textos, listas de exercício, exercícios interativos, simuladores, etc. Além disso, também existem algumas ferramentas de comunicação como chats, fóruns.

Você também pode postar as suas dúvidas nos fóruns de dúvida. Lembre-se que o fórum não é uma ferramenta síncrona, ou seja, seu professor pode não estar online no momento em que você postar seu questionamento, mas assim que possível irá retornar com uma resposta para você.

Para acessar o CEJA Virtual da sua unidade, basta digitar no seu navegador de internet o seguinte endereço:  
<http://cejarj.cecierj.edu.br/ava>

Utilize o seu número de matrícula da carteirinha do sistema de controle acadêmico para entrar no ambiente. Basta digitá-lo nos campos "nome de usuário" e "senha".

Feito isso, clique no botão "Acesso". Então, escolha a sala da disciplina que você está estudando. Atenção! Para algumas disciplinas, você precisará verificar o número do fascículo que tem em mãos e acessar a sala correspondente a ele.

Bons estudos!



# Núcleo e ciclo celular

**Fascículo 4**  
**Unidade 9**



# Núcleo e ciclo celular

## Para início de conversa...

Era como mágica. O ambiente estava preenchido, a música tomava conta do ar e das pessoas. Violinos, violoncelos, flautas... cada um perfeitamente encaixado na sua função de criar aquela “massagem para os ouvidos”. Foi assim que me senti quando, pela primeira vez, ouvi uma orquestra se apresentando – a sensação de preenchimento e de bem-estar era enorme, emocionante.

Mas, para muito além das sensações, há uma coisa concreta sobre as orquestras que vale a pena observar: todos os músicos sabem e desempenham perfeitamente os seus papéis, a partir da orientação de um maestro. Com aqueles gestos supostamente simples dos seus braços e a “varetinha” em mãos, o maestro coordena aqueles vários músicos para que o produto final – a música – seja harmônico.



**Figura 1:** A apresentação de uma orquestra requer elevadíssima especialização dos músicos e fabulosa condução do maestro.

Uma analogia ao maestro de uma orquestra a gente pode fazer em relação ao núcleo da célula. Da mesma forma como o maestro determina, com seus gestos, o que os músicos da orquestra vão fazer e, ao cabo, que música tocarão e como a tocarão, o núcleo da célula determina, com seus genes, o que as diferentes partes da célula deverão realizar.

Nas células eucariontes, existe individualização de um núcleo celular. O núcleo é a organela responsável por guardar todas as informações essenciais à vida das células e é a partir dessas informações que pode desencadear uma série de processos que levam à passagem das informações de forma hereditária, conservando uma das importantes propriedades da vida, que vimos em unidades passadas. Essa passagem é explicada por como acontecem as divisões das células de um organismo – e este é o tema dessa nossa unidade!

## Objetivos de aprendizagem

- Identificar as diferentes conformações e estruturas de um cromossomo;
- Reconhecer o fenômeno de crossing over e sua implicação para a diversidade biológica;
- Diferenciar mitose de meiose.



# Seção 1

## Viagem ao centro do meu ser

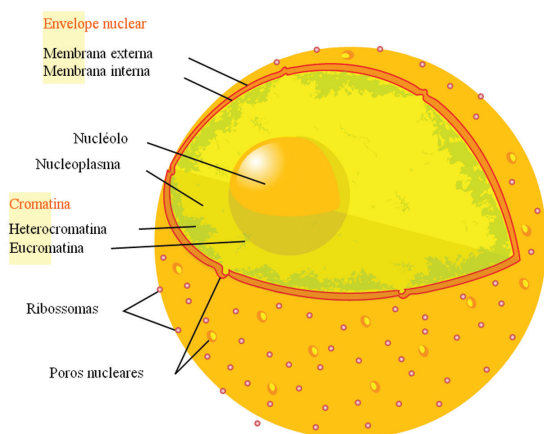
O núcleo é o centro de controle das atividades celulares e o “arquivo” das informações hereditárias (aquelas passadas de pai para filho), que a célula transmite às suas filhas ao se multiplicar. O comando do funcionamento celular, desempenhado pelo núcleo, deve-se à presença de moléculas de ácido desoxirribonucleico (DNA) em seu interior.

A função mais importante do DNA é guardar os genes. Neles estão as receitas para todas as proteínas que constituem um organismo, incluindo a informação sobre qual tipo de célula será produzido, e em que quantidade, e quando cada proteína deverá ser produzida.

Nesta seção, portanto, você conhecerá os principais componentes do núcleo celular. E estudará como a informação genética organiza-se e é guardada no núcleo e, também, como as células dividem-se e transmitem suas informações para os descendentes.

### Carioteca

O núcleo, a maior organela das células animais, é envolto por duas membranas: uma externa, em contato com o citoplasma, e outra interna a esta. Cada uma delas, tal qual a membrana plasmática (que vimos na unidade anterior), é constituída de uma bicamada de fosfolipídios e muitos tipos diferentes de proteínas. A esse envoltório (ou envelope) nuclear é dado o nome de carioteca. Apenas células eucariotas possuem carioteca!



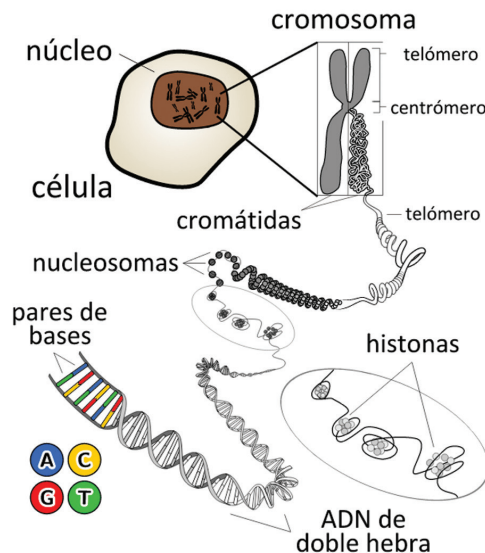
**Figura 2:** O núcleo celular possui um envoltório membranosos, chamado carioteca, que separa o conteúdo do núcleo do restante da célula, além de controlar a passagem de substâncias do núcleo para o citoplasma e vice-versa.

A carioteca é perfurada por milhares de poros, através dos quais determinadas substâncias entram e saem do núcleo. Os poros nucleares são mais do que simples aberturas. Em cada poro, existe uma complexa estrutura proteica que funciona com o uma válvula, abrindo-se para dar passagem a determinadas moléculas, fechando-se em seguida. Dessa forma, a carioteca, assim como a membrana plasmática para a célula, pode controlar a entrada e a saída de substâncias no núcleo (Figura 2).

## Cromossomos e Cromatina

Cada célula humana contém aproximadamente dois metros de DNA de uma ponta à outra. No entanto, o núcleo celular, que abriga o DNA, tem somente cerca de seis micrometros! Considerando que um micrometro é um milhão (1.000.000) de vezes menor que um metro, você deve estar se perguntando: como o DNA é guardado no núcleo da célula?

Bem, o empacotamento do DNA é possível graças à presença de proteínas nucleares que se ligam à molécula de DNA, fazendo com que esta se enrole ao seu redor, como uma linha em torno de um carretel. Estas estruturas, então, enrolam-se umas nas outras, compactando-se ainda mais. A essa conformação compactada do DNA é dado o nome de cromossomo, que mencionamos lá na Unidade 4 do Módulo 1 (abordando como foram descobertos e doenças ligadas a eles, lembra?). E ao complexo "DNA + proteínas" é dado o nome de cromatina (Figura 3).



**Figura 3:** Compactação do DNA. À molécula de DNA associam-se proteínas nucleares que dirigem um processo de dobramento da molécula de maneira organizada até a formação de uma estrutura compacta – o cromossomo.

Ao longo de sua estrutura, um cromossomo apresenta uma ou mais **constrições**. A constrição primária (ou centrômero) está presente em todos os cromossomos, representando um estrangulamento que origina os seus braços. Os cromossomos de uma célula que não está em divisão apresentam apenas dois braços, enquanto o cromossomo de uma célula que se prepara para se dividir apresenta quatro. Isso é o resultado da duplicação do cromossomo (processo que você conhecerá mais adiante). Cada braço duplicado de um mesmo cromossomo recebe o nome de cromátide irmã (Figura 4).

### Constrições

Pressão em torno de algo, que faz diminuir a amplitude ou o seu diâmetro. Sinônimos: aperto, estreitamento.

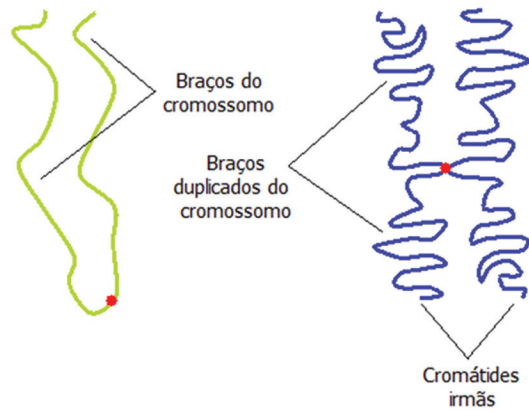


Figura 4: Cromossomos de células que não estão em processo de divisão celular apresentam somente dois braços (em verde), enquanto células que se preparam para entrar em divisão apresentam quatro braços (em azul). Os braços duplicados são chamados de cromátides irmãs.

A posição ocupada pelo centrômero dá origem a quatro classes de cromossomos: Veja a Figura 5.

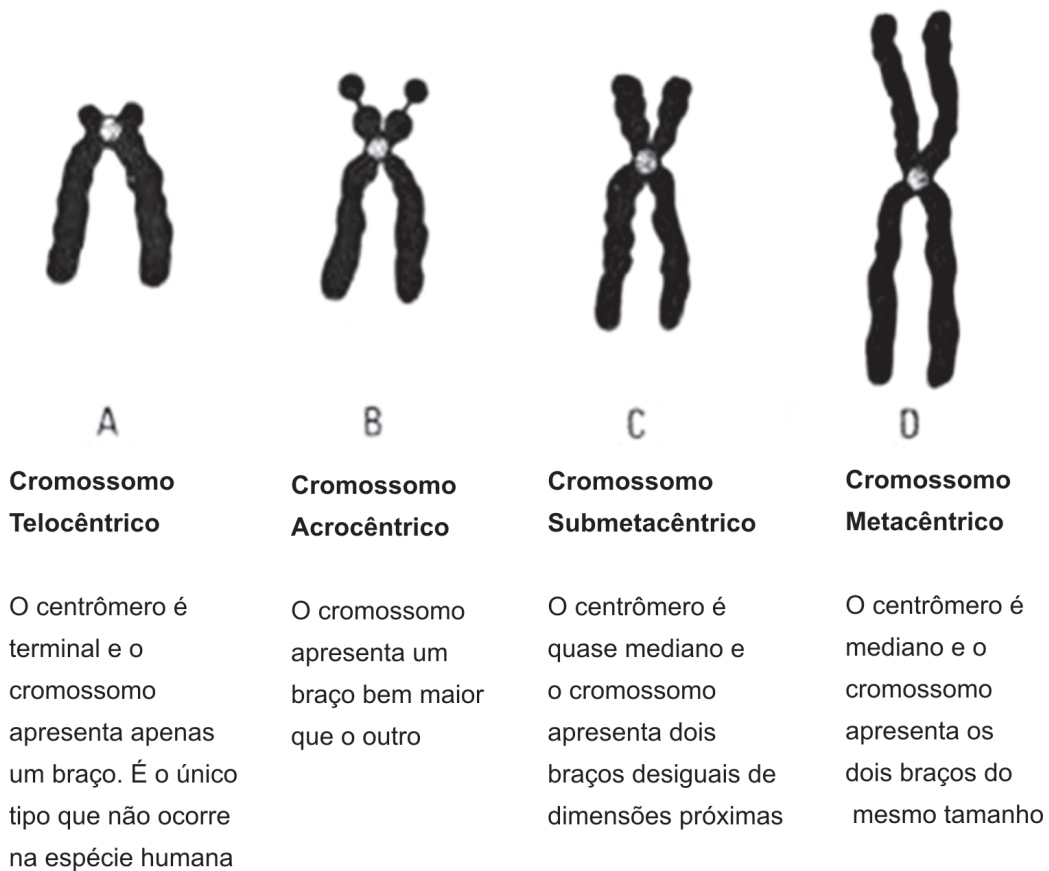
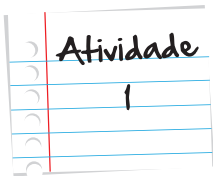


Figura 5: Classificação dos cromossomos de acordo com a posição ocupada pelo centrômero.

Nos cromossomos, encontramos os genes. Cada gene cde a uma sequência da molécula de DNA que é responsável pela receita para a produção de uma proteína. As proteínas são moléculas que compõem praticamente todas as estruturas celulares, desde organelas a membranas e até o próprio núcleo.

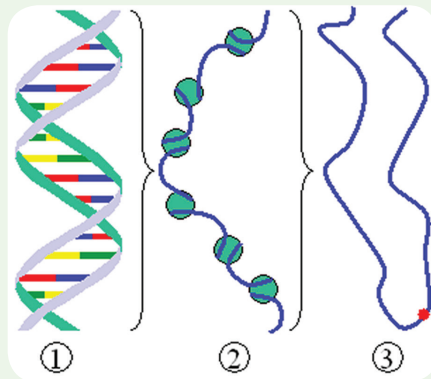
Como você viu lá na Unidade 4 do Módulo 1, o número de cromossomos é constante em indivíduos de mesma espécie, mas varia de espécie para espécie. As células que formam o corpo (chamadas células somáticas) da espécie humana possuem 46 cromossomos em seus núcleos. Desses, 2 cromossomos são sexuais, XX para mulheres e XY para homens e 44 cromossomos são autossomos, ou seja, iguais para ambos os sexos. Você também viu que esse número se conserva, e que, para isso, sua mãe e seu pai passaram a você 23 cromossomos (1 de cada tipo) cada um.

Para complementar seu conhecimento, uma pergunta importante é: como acontecem as divisões celulares que mantêm o numero de cromossomos ou que geram os gametas, com a metade?



### Compactação!

Considerando o que você aprendeu sobre cromossomos e cromatina, identifique as estruturas indicadas pelos números 1, 2 e 3. Justifique a sua resposta.



Anote suas respostas em seu caderno

## Seção 2

### O começo, o meio e o fim...

Ao longo da vida de uma célula, ela gera novas células filhas, idênticas a ela, que carregam consigo todas as informações da célula mãe. Isso acontece através do processo de ciclo celular, o qual envolve a duplicação do material celular e a divisão da célula.

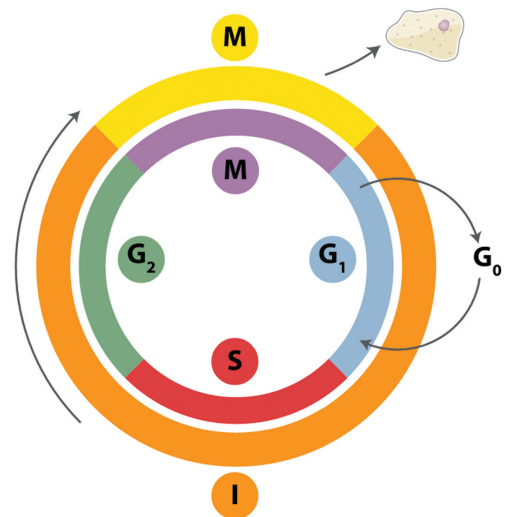
Nesta seção, então, você vai aprender sobre os mecanismos através dos quais as células podem se dividir e vai entender a importância desses para a sobrevivência delas.

### Mitose e meiose

A função básica do ciclo celular das células somáticas é duplicar todo o conteúdo de DNA nos cromossomos e, com precisão, separar essas cópias dentro de cada uma das duas células filhas idênticas.

Mas como a célula faz isso? Bem, o ciclo celular é dividido em quatro fases sequenciais: G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub> e M (Figura 6). As três primeiras fases, consideradas em conjunto, são chamadas de interfase. Elas são essenciais para permitir o crescimento celular, pois a interfase dura um período grande de tempo, no qual as células crescem, duplicam a sua massa proteica e preparam-se para a divisão. Assim, a interfase pode ocupar 23 horas das 24 horas de um ciclo, enquanto a fase M dura uma hora restante.

A fase G<sub>1</sub> é muito importante para que a célula faça as verificações necessárias para decidir se deve ou não continuar o ciclo celular. Durante a fase S, a célula duplica todo o seu conteúdo celular, incluindo seu DNA. A fase G<sub>2</sub> constitui uma fase de controle do ciclo celular, pois é nesta fase que a célula verifica se a replicação do DNA ocorreu corretamente e pode interromper o ciclo e permitir que a célula volte para a fase S.



**Figura 6:** Fases do ciclo celular. O ciclo celular possui quatro fases sequenciais: G<sub>1</sub>, S, G<sub>2</sub> e M. Durante o ciclo celular, a célula duplica todo seu conteúdo para dar origem às duas células filhas idênticas.

A fase M envolve uma série de eventos que dão início a divisão nuclear (mitose) e terminam com a citocinese, um processo que implica na divisão do citoplasma, finalizando assim a divisão das duas células filhas.

A mitose é composta por cinco etapas:

- 1ª) Prófase: a cromatina condensa-se ainda mais, originando cromossomos mais compactos, o que favorecerá a separação das cromátides irmãs;
- 2ª) Pró-metáfase: o envoltório nuclear (carioteca) é rompido e os cromossomos vão fixar-se em uma estrutura do citoesqueleto chamada de microtúbulos do **fuso mitótico**;

### Fuso mitótico

É uma estrutura do citoesqueleto das células eucariotas, envolvida na mitose e na meiose. A sua função é a de separar os cromossomos, durante a divisão celular.

- 3ª) Metáfase: os cromossomos são alinhados na região equatorial (no meio) da célula, posicionando-se para a separação;
- 4ª) Anáfase: ocorre a separação das cromátides irmãs e movimentação dos cromossomos para os polos formados;
- 5ª) Telófase: os cromossomos sofrem uma descondensação e organizam-se em dois núcleos intactos.

Seguida da última etapa da mitose, ocorre a citocinese, com a divisão da célula em duas, completando a divisão celular (Figura 7).

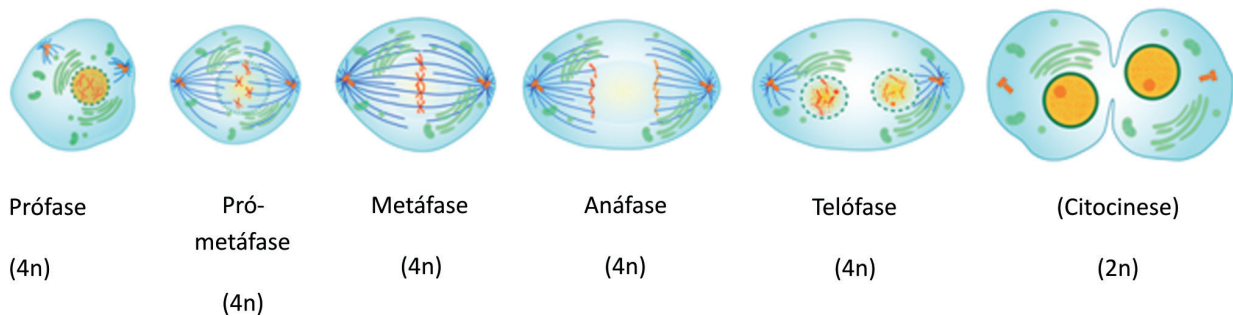


Figura 7: Eventos da fase M. A fase M é dividida em cinco etapas, e termina com a citocinese e o “nascimento” de duas células filhas idênticas. As etapas da mitose são: prófase, pró-metáfase, metáfase, anáfase e telófase.

## 2n

É a terminologia que usamos, em Biologia, para designar uma célula diploide, ou seja, uma célula que possui um par de cada cromossomo.

## 4n

É a terminologia que usamos, em Biologia, para designar uma célula que apresenta o dobro da quantidade de cromossomos que, normalmente, apresenta, por estar em fase de divisão celular. A quantidade de cromossomos se dobra na fase S, que acontece no ciclo celular para preparar a célula para a fase M.

Ok, então todas as células se dividem por mitose? A resposta é não! Apenas as células somáticas dividem-se por mitose, pois as células reprodutoras – os óvulos e os espermatozoides – reproduzem-se por um tipo especial de divisão celular, chamado meiose.

Enquanto ao final da mitose são geradas duas células filhas idênticas à célula mãe, ao final da meiose são geradas quatro células filhas com a metade das informações contidas na célula mãe. Por isso ela é denominada divisão reducional.

A meiose consta de duas divisões: na primeira, há duplicação dos cromossomos e na segunda, não.

Assim como na mitose, a interfase precede a meiose, promovendo a duplicação dos cromossomos. Terminada a interfase, inicia-se a meiose propriamente dita. Cada divisão da meiose é composta por quatro etapas sequenciais:

- prófase (I e II);
- metáfase (I e II);
- anáfase (I e II);
- telófase (I e II), seguidas de citocinese.

Na primeira divisão da meiose, a etapa de prófase I é a mais longa de todo o processo. Durante esta etapa, ocorre a quebra do envoltório nuclear e o fenômeno chamado *crossing over*, o qual permite a troca de genes entre cromossomos homólogos. Este fenômeno é muito importante para a manutenção das espécies, uma vez que aumenta a variedade do conteúdo genético das células, sendo considerado um fator de variabilidade genética.

## Cromossomos homólogos

São aqueles que possuem sequências de DNA muito semelhantes, mas não idênticas.

Na maioria dos eucariotos, uma célula carrega duas versões de cada gene ( $2n$ ), chamadas de alelos. Um descendente recebe cada um de seus alelos de cada um de seus pais. Isso é passado a você porque a cada par de cromossomos que você tem, um veio do seu pai e outro da sua mãe. Cada cromossomo do par é o que chamamos cromossomo homólogo; os cromossomos homólogos possuem os alelos de cada gene.

Durante o fenômeno de *crossing over*, os alelos de um mesmo gene trocam figurinhas entre si, ou seja, um alelo que originalmente veio do pai troca informações com um alelo que veio originalmente da mãe, gerando um gene recombinante em um mesmo cromossomo. Isso significa que o indivíduo que herdar este cromossomo vai possuir um gene com informações misturadas do pai e da mãe, e assim vai possuir informação variada – diferente – dos indivíduos que receberem cromossomos, contendo o mesmo gene, oriundo de apenas um dos pais.



O *crossing over*, assim como as mutações, é um importante mecanismo de geração de variação genética. Consequentemente, ele contribui para a diversidade dos seres vivos.

Durante a metáfase I, há o pareamento dos cromossomos e na anáfase I, os cromossomos duplicados ( $4n$ ) movem-se para os polos celulares. Diferente da mitose, na primeira anáfase da meiose não há separação dos cromossomos duplicados pelo centrômero. Na telófase I, então, os novos núcleos, contendo os cromossomos duplicados, são formados e ao final da citocinese duas células filhas ( $2n$ ) são formadas.

A segunda divisão da meiose só ocorre após um período de repouso das células, chamado de intercinese.

A prófase II da meiose é muito semelhante à prófase da mitose: quebra da carioteca e ligação dos centrômeros às fibras do fuso, o que favorecerá a separação. Durante a metáfase II, os cromossomos são alinhados na região equatorial da célula e agora sim ocorre a separação dos cromossomos duplicados pelo centrômero. Na anáfase II, os cromossomos separados migram para os polos da célula e descondensam. Na telófase II, então, são formados os novos núcleos das células filhas e ao final da citocinese, quatro células filhas (**n**) são originadas (Figura 8).

## n

É a terminologia que usamos, em biologia, para designar uma célula haploide, ou seja, uma célula que possui um cromossomo de cada tipo. No nosso corpo, nossos gametas são células haploides.



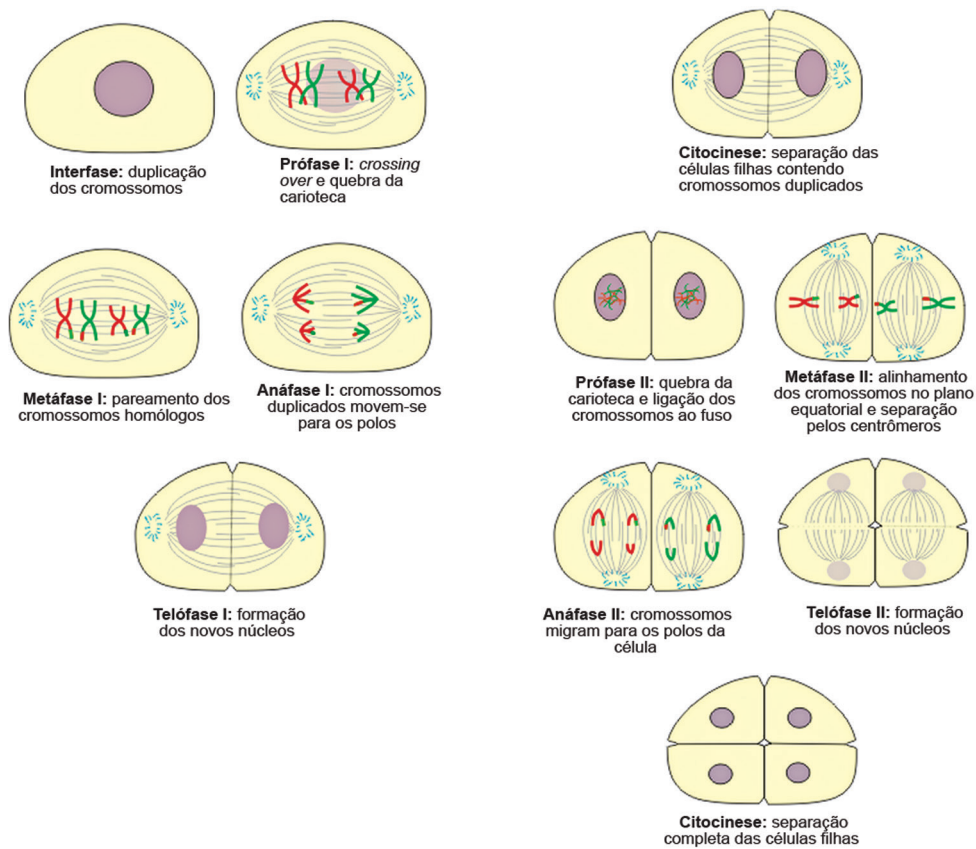
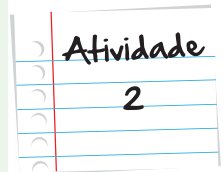
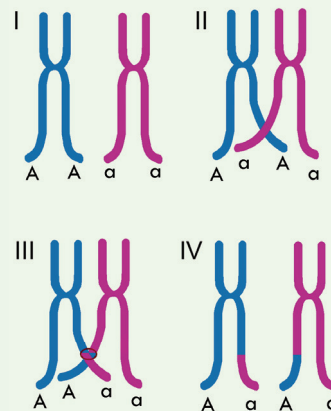


Figura 8: As etapas das divisões meióticas.

### Trocando figurinhas...

A figura a seguir representa um fenômeno muito importante para a manutenção das espécies que ocorre durante a divisão celular. Que fenômeno é esse? Por que ele é tão importante? E em qual tipo de divisão celular ele ocorre?



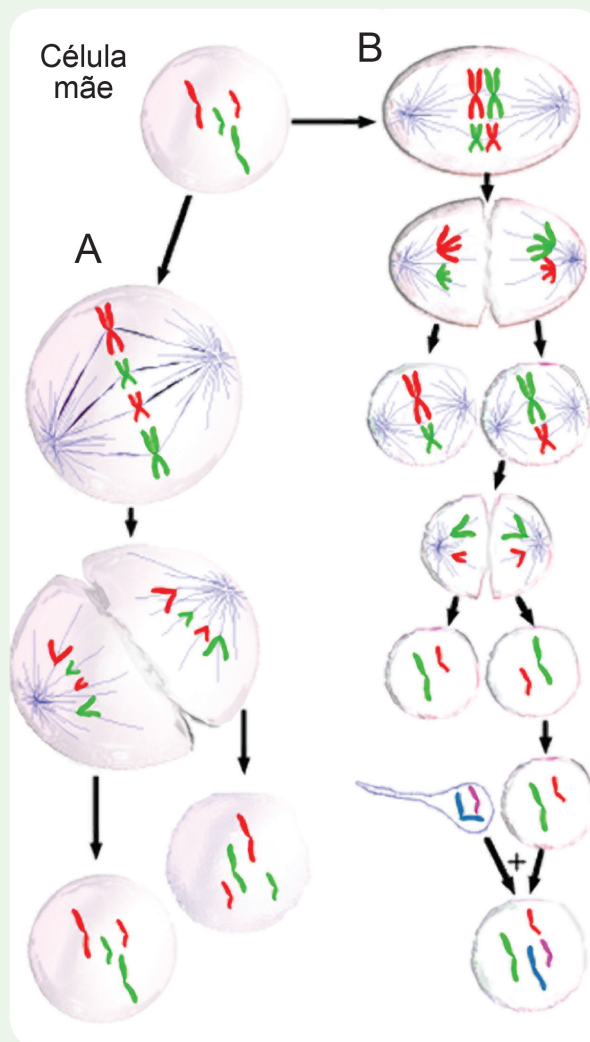
Anote suas respostas em seu caderno

Atividade

3

### Dividir é preciso!

Para que as células não percam suas informações ao morrerem, ao longo de sua vida elas se dividem, transmitindo essas informações às suas células filhas. Como você aprendeu nesta seção, existem dois tipos de divisão celular. Analisando a figura a seguir, identifique quem é A e quem é B, justificando sua resposta.



Anote suas respostas em seu caderno

Você acabou de estudar, então, que o núcleo é considerado o centro de comando de uma célula por conter todas as informações necessárias para o correto funcionamento da mesma. É através do ciclo celular, mais precisamente da divisão celular (mitose ou meiose), que as células passam todas essas informações – contidas em seus genes – para seus descendentes. Na próxima unidade, a gente vai ver um pouco sobre como as células, a partir das informações do núcleo, podem se dividir e se especializar em nas mais diversas funções do nosso organismo.

## Resumo

- O conteúdo do núcleo celular é separado do restante da célula por duas membranas semelhantes à membrana plasmática, chamada de envoltório nuclear ou carioteca;
- No núcleo estão guardadas todas as informações essenciais para a manutenção e geração dos organismos. Essas informações são os chamados genes e encontram-se nos cromossomos – conformação compactada da molécula de DNA;
- As células somáticas (que compõem todo o corpo) transmitem suas informações pela divisão celular mitótica, gerando duas células filhas idênticas;
- Células reprodutoras, como os ovócitos e os espermatozoides, dividem-se por meiose, gerando quatro células filhas que possuem a metade da informação genética das células mães;
- A meiose é muito importante para a variabilidade genética das células, pois durante seu processo ocorre o fenômeno de crossing over, no qual cromossomos homólogos trocam genes entre si.

## Veja ainda:

- Uma revisão bastante completa sobre cromossomos: <http://goo.gl/m0UcL>
- Um vídeo super legal de menos de dois minutos, mostrando como ocorrem a mitose e a meiose: <http://goo.gl/tdvcz>

# Bibliografia Consultada

## Livro

- Alberts, B.; Johnson, A.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K.; Walter, P. **Molecular Biology of the Cell**. 4th edition. New York: Garland Science, 2002. 1400p.

## Imagens



- [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orchestra\\_of\\_the\\_18th\\_Century.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Orchestra_of_the_18th_Century.jpg)



- [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram\\_human\\_cell\\_nucleus\\_oc.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram_human_cell_nucleus_oc.svg)



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chromosome-es.svg>



- [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chromatin\\_chromosome.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chromatin_chromosome.png)



- <http://bioglossario2.wikispaces.com/Centrômero>



- [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chromatin\\_chromosome.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chromatin_chromosome.png)



- [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cell\\_Cycle\\_2.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cell_Cycle_2.svg)



- [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/MITOSIS\\_cells\\_secuence.svg/2000px-MITOSIS\\_cells\\_secuence.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/MITOSIS_cells_secuence.svg/2000px-MITOSIS_cells_secuence.svg.png)



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Meiosis.png>



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crossing-over.PNG>



- [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Three\\_cell\\_growth\\_types.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Three_cell_growth_types.png)

### **Atividade 1**

1 = Molécula de DNA; 2 = cromatina, pois representa a molécula de DNA associada às proteínas nucleares; 3 = cromossomo, que é a conformação compactada da molécula de DNA realizada pela ação das proteínas nucleares.

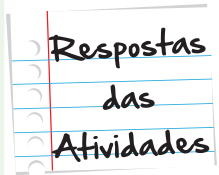
### **Atividade 2**

O fenômeno representado pela figura é o *crossing over* e ele é muito importante para a manutenção das espécies por conferir maior variabilidade genética, ou seja, uma variação do material genético que as células mães possuíam. Este fenômeno ocorre durante a primeira divisão da meiose, mais especificamente durante a etapa de prófase I. Ele é importante porque contribui para a diversidade, na medida em que gera gametas que originarão seres descendentes diferentes dos seus pais.

### **Atividade 3**

A = mitose, pois ao final da divisão celular foram geradas duas células filhas idênticas à célula mãe.

B = meiose, pois ocorreram duas divisões ao longo do processo e no final da segunda divisão foram geradas quatro células filhas contendo a metade das informações da célula mãe.







# O que perguntam por aí?

## Questão 1

- 1) (UFRN-90) A carioteca é formada por:
- a) duas membranas proteicas com poros.
  - b) uma membrana proteica sem poros.
  - c) uma membrana lipoproteica com poros.
  - d) duas membranas lipoproteicas com poros.
  - e) duas membranas lipoproteicas sem poros.

**Gabarito:** Letra D.

**Comentário:** A carioteca ou envoltório nuclear é formado por duas membranas semelhantes à membrana plasmática, sendo compostas principalmente por proteínas e lipídios.

## Questão 2

6) (CESGRANRIO-RJ) Dos constituintes celulares abaixo relacionados, qual está presente somente nos eucariontes e representa um dos critérios utilizados para distingui-los dos procariontes?

- a) DNA.
- b) Membrana celular.
- c) Ribossomo.
- d) Envoltório nuclear.
- e) RNA.

**Gabarito:** Letra D.

**Comentário:** Apenas células eucarióticas possuem carioteca.

### Questão 3

1) (UF-GO)



Relacione as fases da mitose: anáfase, telófase, metáfase e prófase, com os respectivos números das figuras acima:

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

**Gabarito:** Letra B.

Comentário: Durante a anáfase, as cromátides irmãs migram para os polos celulares; durante a telófase os novos núcleos celulares são completamente formados; durante a metáfase os cromossomos são alinhados na região equatorial da célula; durante a prófase há a condensação dos cromossomos e a quebra do envoltório nuclear.

### Questão 4

3) (UF-RN) A consequência mais importante da mitose é:

- a) determinar a diferenciação celular.
- b) a produção de gametas e esporos haplóides.
- c) a produção de células iguais à célula mãe.
- d) aumentar a variabilidade genética dos seres vivos.
- e) aumentar a taxa de mutação.

**Gabarito:** Letra C.

Comentário: Ao final da mitose são geradas duas células filhas idênticas à célula mãe, pois apresentam o mesmo conteúdo genético, proteico e de organelas.



## Questão 5

13) (CESGRANRIO) Durante a prófase da primeira divisão meiótica, ocorre a troca de fragmentos entre cromossomas homólogos, possibilitando uma maior variabilidade genética. A esse evento dá-se o nome de:

- a) formação de bivalentes.
- b) formação de tétrades.
- c) citocinese.
- d) intercinese.
- e) "crossing-over"

**Gabarito:** Letra E.

**Comentário:** O crossing over é o fenômeno no qual os cromossomos homólogos trocam de figurinhas entre si e assim, permite que as informações originalmente vindas do pai e as originalmente vindas da mãe estejam presentes no mesmo cromossomo. Aumentando a informação contida no mesmo, aumentando a variabilidade genética dos indivíduos que possuem esse cromossomo.

## Questão 6

22) (FATEC-SP) Das afirmativas abaixo:

I- O *crossing-over* permite a recombinação dos genes localizados em cromossomos homólogos.

II- Meiose é um tipo de divisão celular na qual uma célula diplóide dá origem a quatro células haplóides.

III- A intérfase é um período de grande atividade metabólica no núcleo. É nessa fase que o DNA se duplica e o RNA é sintetizado.

- a) apenas a afirmativa I é correta.
- b) apenas a afirmativa II é correta.
- c) apenas a afirmativa III é correta.
- d) apenas duas afirmativas são corretas.
- e) todas as afirmativas são corretas.

**Gabarito:** Letra E.

**Comentário:** Por meio do crossing over, cromossomos homólogos trocam genes entre si, processo chamado de recombinação gênica.

Ao final da segunda divisão meiótica, são geradas quatro células filhas, contendo a metade do conteúdo da célula mãe.

A interfase compreende as fases G1, S e G2 consideradas em conjunto. Durante a fase S, ocorre a duplicação de todo o material da célula, incluindo seu DNA e sua massa de proteínas e organelas.



# Atividade extra

## Questão 1

A função básica do ciclo celular das células somáticas é duplicar todo o conteúdo de DNA. O processo de divisão celular é composto por cinco etapas: prófase, pró-metáfase, metáfase, anáfase, telófase.

Este processo é chamado de:

- a. mitose.
- b. meiose.
- c. interfase.
- d. citocinese.

## Questão 2

“A função básica do ciclo celular das células somáticas é duplicar todo o conteúdo de DNA...”

Adaptado de Ciências da Natureza e suas Tecnologias- Biologia - Cecierj. Fascículo 4.

Cada divisão da meiose é composta por quantas etapas seqüenciais?

- a. Uma
- b. Duas
- c. Três
- d. Quatro

### Questão 3

Células reprodutoras, como os ovócitos e os espermatozóides, geram quatro células filhas, que possuem a metade da informação genética das células mães.

Essas células dividem-se por

- a. duplicação.
- b. replicação.
- c. meiose.
- d. mitose.

### Questão 4

Durante o processo de divisão celular ocorre o fenômeno conhecido como crossing over, no qual cromossomos homólogos trocam genes entre si. Isto é muito importante para que ocorra a variabilidade genética das células.

Esse processo só ocorre na:

- a. segunda divisão da meiose, durante a citocinese.
- b. primeira divisão da meiose, durante a etapa de prófase I.
- c. primeira divisão da meiose, durante a etapa de metáfase I.
- d. segunda divisão da meiose, durante a etapa de metáfase II.

### Questão 5

O núcleo, a maior organela das células animais, é envolto por duas membranas: uma externa, em contato com o citoplasma, e outra interna a esta.

A este envoltório nuclear é dado o nome de:

- a. citoplasma.
- b. citocinese.
- c. cariótipo.
- d. carioteca.

## Questão 6

Crossing over é um fenômeno muito importante para a manutenção das espécies que ocorre durante a divisão celular.

Crossing over é o nome dado à:

- a. reversão de uma mutação.
- b. duplicação do cromossomo.
- c. troca de partes entre cromátides irmãs.
- d. troca de partes entre cromossomos homólogos.

## Questão 7

Enquanto ao final da mitose são geradas duas células filhas idênticas à célula mãe, ao final da meiose são geradas quatro células filhas com a metade das informações contidas na célula mãe.

Uma célula com 4 cromossomos sofre meiose e origina:

- a. 2 células com 4 cromossomos.
- b. 2 células com 2 cromossomos.
- c. 4 células com 2 cromossomos.
- d. 4 células com 4 cromossomos.

## Questão 8

O ciclo celular envolve a interfase e as divisões celulares, que podem se mitose ou meiose. A meiose é um tipo de divisão celular que originará quatro células com o número de cromossomos reduzido pela metade.

Uma característica do ciclo celular é que:

- a. o crossing over ocorre em todos os cromossomos não homólogos.
- b. a interfase é um período em que ocorre apenas a duplicação do material genético.
- c. na anáfase I cada cromossomo de um par de cromossomos homólogos é puxado para um dos pólos da célula.

d. na telófase I os cromossomos separados em dois lotes sofrem duplicação do material genético e as membranas nucleares se reorganizam.

## **Questão 9**

Os cromossomos são classificados de acordo com a posição ocupada pelo centrômero.

A posição ocupada pelo centrômero dá origem a quatro classes de cromossomos.

Quais são essas quatro classes de cromossomos?

## **Questão 10**

Uma estrutura do citoesqueleto das células eucariotas está envolvida na mitose e na meiose. A sua função é a de separar os cromossomos durante a divisão celular.

Como é chamado este processo?

# Gabarito

## Questão 1

- A** **B** **C** **D**

## Questão 2

- A** **B** **C** **D**

## Questão 3

- A** **B** **C** **D**

## Questão 4

- A** **B** **C** **D**

## Questão 5

- A** **B** **C** **D**

## Questão 6

- A** **B** **C** **D**

### Questão 7

- A**   **B**   **C**   **D**

### Questão 8

- A**   **B**   **C**   **D**

### Questão 9

Cromossomo Telocêntrico, Cromossomo Acrocêntrico, Cromossomo Submetacêntrico e Cromossomo Metacêntrico.

### Questão 10

Fuso mitótico.