

Núcleo e o ciclo celular

Ana Paula Penna da Silva, Daniel Cabral Teixeira, Fabiana Cordeiro, Fernanda Souza de Oliveira Campos, Onofre Saback dos Anjos e Silvana S. A. Mesquita

Introdução

Olá, professor! A unidade 4 é dedicada ao estudo do núcleo e ciclo celular, com destaque para os processos de mitose e meiose. Com a finalidade de ajudá-lo a complementar a exposição desse tema, pesquisamos alguns recursos dinâmicos que poderão ser utilizados em suas aulas.

Esse material foi proposto para ser um apoio para você, professor. Desse modo, apresenta propostas de encaminhamento didático e orientações para as diferentes seções da unidade, multiplicando assim as possibilidades de trabalho. Acreditamos que, com essas sugestões, você estará apoiado para alcançar todos os objetivos da unidade.

Na primeira aula dessa unidade, recomendamos que seja feita a introdução do assunto de forma prática e contextualizada. Deste modo, disponibilizamos duas diferentes opções de atividades a fim de permitir que você escolha a que melhor se adapte na sua aula. A atividade inicial, opção 1, propõe uma aula dividida em duas partes: a primeira se refere a um debate sobre crescimento de organismos e a segunda parte sugere a visualização de uma animação sobre mitose. E, na opção 2 recomendamos um experimento sobre o processo de mitose em raiz de cebola.

Sugerimos alguns recursos complementares ao conteúdo do material didático do aluno para dar continuidade ao estudo. Para cada seção da unidade, propomos atividades que possam auxiliar no desenvolvimento das suas aulas. Desse modo, você terá um apoio para diversificar a forma de abordar os temas a serem estudados.

Professor, sinta-se à vontade para alterar e adaptar as atividades. Afinal, nossas propostas foram planejadas e organizadas de forma que você fique livre para conduzir da melhor maneira as suas aulas.

Ao término dessa unidade, recomendamos que se tenha a consolidação do aprendizado do aluno através de uma revisão dos assuntos mais importantes e um momento de avaliação.

E aí, vamos começar a trabalhar essa unidade?

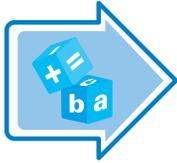
Apresentação da unidade do material do aluno

Disciplina	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Biologia	2	4	4 aulas de 2 tempos

Titulo da unidade	Tema
Núcleo e o ciclo celular	Componentes do núcleo celular Importância do núcleo para a célula Mitose Meiose
Objetivos da unidade	
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.	
Seções	Páginas
Seção 1 - Viagem ao centro do meu ser.	99 a 102
Seção 2 - O começo, o meio e o fim...	103 a 109

Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



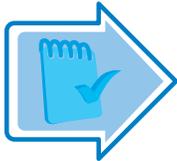
Material copiado para distribuição em sala

São atividades que irão utilizar material reproduzido na própria escola e entregue aos alunos;



Datashow com computador, DVD e som

São atividades passadas por meio do recurso do projetor para toda a turma;

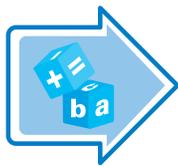


Avaliação

Questões ou propostas de avaliação conforme orientação.

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O crescimento dos seres vivos.	Folha A4 e datashow com computador.	Atividade sobre a divisão celular chamada mitose dividida em duas fases: a primeira serve para discutir em grupo como é possível o crescimento de organismos e a segunda fase apresenta uma animação sobre esse processo de divisão celular.	A atividade poderá ser realizada com grupos de 5 alunos.	50 min.

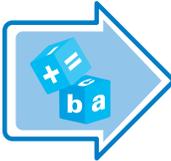


Mitose em célula vegetal.	<ul style="list-style-type: none">• Raízes novas de cebola (preparar uma semana antes da aula);• Solução deorceína acética 1% *;• Copos, potes de plástico, garrafa PET ou frasco de álcool cortados;• Palitos de dente;• Lâminas *;• Lamínulas *;• Pinças de metal e pinça de madeira (pode ser um pregador de roupas);• Lâmina de barbear;• Pipetas Pasteur ou conta-gotas;• Papel absorvente, papel toalha ou papel filtro;• Placa de Petri ou pires de material resistente ao calor*;• Lâmparina a álcool, vela, bico de Bunsen ou fogareiro;• Microscópio óptico que proporcione uma ampliação total de pelo menos 100x;• Óleo de imersão*;• Lâmparina a álcool. <p>* encontrados em distribuidores de materiais para laboratório.</p>	Observação do processo de mitose em raiz de cebola.	Turma toda.	40 min.
---------------------------	---	---	-------------	---------

Seção: 1 – Viagem ao centro do meu ser

Página no material do aluno

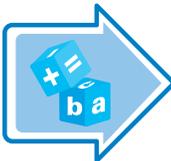
99 a 102

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Adivinha quem é?	Quadro, <i>datashow</i> com computador, folhas A4 para os grupos.	A atividade propõe que se desenvolva alguns termos da biologia celular, de forma a ajudar os alunos a reconhecer este novo e extenso vocabulário técnico do núcleo das células eucarióticas.	Turma dividida em grupo de 5 pessoas.	50 min.
	Cada locus por si mesmo: por onde andam esses genes?	Canudos de plástico, palitos de madeira para churrasco, papel ofício, cola plástica, tesoura, canetas hidrocor, fita dupla-face ou velcro e régua.	A atividade busca concretizar ludicamente conceitos relacionados à estrutura e dinâmica dos cromossomos durante o ciclo celular, através da criação de modelos com canudos de plástico e outros acessórios simples.	Turma dividida em grupo de 4 pessoas.	50 min.

Seção: 2 – O começo, o meio e o fim...

Página no material do aluno

103 a 109

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	<p>Como acontece a Mitose? E qual a sua importância?</p>	<p>Datashow com computador, DVD e som.</p>	<p>Trata-se de um vídeo que explica as fases da Mitose, através de filmagem de microscopia eletrônica e esquemas de desenho.</p>	<p>Turma inteira.</p>	<p>50 min.</p>
	<p>Jogo da meiose.</p>	<p>Papéis-cartão com três diferentes cores para montar as peças; papel contact, para revestir essas mesmas peças; tesoura e cola. Deverão ser confeccionados, também, três tabuleiros, impressos em papel A3; e três dados de papel. Botões coloridos poderão ser usados como os pinos dos grupos.</p>	<p>A atividade é um jogo, onde os alunos terão a oportunidade de conhecer as diferentes etapas do processo de divisão meiose.</p>	<p>Turma dividida em grupos de 5 alunos.</p>	<p>40 min.</p>



Por que os filhos se parecem fisicamente com os pais?	<i>Datashow</i> com computador, DVD e som	Trata-se da exibição de uma animação com links para vídeos curtos sobre como surgimos a partir de uma célula que sofre inúmeras divisões e posteriores diferenciações até a formação de um bebê.	Turma toda.	50 min.
---	---	--	-------------	---------

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Resolvendo questões.	Cópia da questão do vestibular.	Resolução de uma questão de vestibular sobre a temática de mitose e meiose.	Atividade individual.	10 min.
	Organizando as etapas -Mitose e meiose.	Cópia das fichas com as imagens dos processos de divisão celular mitose e meiose.	Atividade onde os alunos irão montar sequências de imagens para representar os processos de divisão celular mitose e meiose.	Turma dividida em grupos de 4 alunos.	10 min.

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O crescimento dos seres vivos.	Folha A4 e datashow com computador.	Atividade sobre a divisão celular chamada mitose dividida em duas fases: a primeira serve para discutir em grupo como é possível o crescimento de organismos e a segunda fase apresenta uma animação sobre esse processo de divisão celular.	A atividade poderá ser realizada com grupos de 5 alunos.	50 min.

Aspectos operacionais

Olá Professor! Nesta atividade enfocaremos a divisão celular (mitose, especificamente) como um fator crucial para o crescimento dos organismos. Desta forma, é importante verificar quais ideias os alunos já têm sobre o tema, o que pode ser feito através de um breve diálogo com a turma. Descreveremos a seguir as duas etapas sugeridas para esta atividade.

1ª Etapa: Debate

Nesta primeira parte da atividade, é de suma importância que você instigue os alunos, questionando-os, para que sozinhos formulem suas hipóteses. Comece o diálogo com questões como as dispostas abaixo. Fique livre, professor, para formular outras perguntas. Essa lista é apenas exemplificativa:

- Todos os seres humanos crescem no mesmo ritmo?
- Qual a diferença entre o ritmo de crescimento de um ser humano e o de outro animal como o cachorro, por exemplo, no período de um ano?
- Todos os seres vivos “crescem”? Até mesmo os unicelulares?
- Quantas células temos, aproximadamente, em nosso corpo?

Escreva as questões no quadro e peça para que os alunos se reúnam em grupos de 5 e escrevam suas hipóteses para as questões. Dado o devido tempo, inicie a discussão. Então, um grupo voluntário ou escolhido por você, responderá a uma das questões. Você poderá então, instigar a troca de ideias entre grupos e, por fim, auxiliar o fechamento das questões.

Ao fechamento das perguntas, deverá estar claro para os alunos que o aumento do número de células é um fator crucial para o crescimento dos organismos multicelulares.

2ª Etapa: Animação

Considerando a evolução conceitual tratada na etapa anterior, passe para os alunos, no Datashow, a animação disponibilizada no seguinte endereço do portal do professor: http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/10614/fases_mitose.swf.



Figura 1 – Página inicial da animação sobre mitose.

Fonte: http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/recursos/10614/fases_mitose.swf

Essa animação mostra com detalhes as 4 fases da mitose: prófase, metáfase, anáfase e telófase. Além dos desenhos, apresenta também uma parte teórica com as informações mais importante de cada etapa.

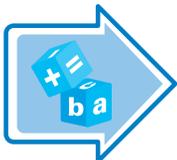
Aproveite o recurso para, de uma forma visual, levar o aluno a uma percepção mais detalhada do mecanismo celular pelo qual nós e outros organismos crescemos. Ressalte a característica da mitose de gerar células geneticamente idênticas e como isto ocorre durante as etapas desta divisão.

Aspectos pedagógicos

Professor, note que na primeira etapa (debate) não foi dado destaque ao termo "mitose". Isto porque o objetivo, neste momento, é a familiarização do aluno com o conceito de divisão celular, trazendo-o para mais próximo de seu cotidiano.

Com a apresentação da animação e a sua explicação, a mitose será apresentada em maior profundidade. Nesta etapa é importante que os alunos tomem nota, sobretudo dos termos que tiverem dúvidas, para que estas sejam discutidas ao final da abordagem.

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Mitose em célula vegetal.	<ul style="list-style-type: none"> • Raízes novas de cebola (preparar uma semana antes da aula); • Solução deorceína acética 1% *; • Copos, potes de plástico, garrafa PET ou frasco de álcool cortados; <ul style="list-style-type: none"> • Palitos de dente; • Lâminas *; • Lamínulas *; • Pinças de metal e pinça de madeira (pode ser um pregador de roupas); <ul style="list-style-type: none"> • Lâmina de barbear; • Pipetas Pasteur ou conta-gotas; • Papel absorvente, papel toalha ou papel filtro; • Placa de Petri ou pires de material resistente ao calor*; • Lamparina a álcool, vela, bico de Bunsen ou fogareiro; • Microscópio óptico que proporcione uma ampliação total de pelo menos 100x; <ul style="list-style-type: none"> • Óleo de imersão*; • Lamparina a álcool. <p>* encontrados em distribuidores de materiais para laboratório.</p>	Observação do processo de mitose em raiz de cebola.	Turma toda.	40 min.

Aspectos operacionais

Para iniciarmos o estudo da divisão celular, processo fundamental à manutenção da vida, propomos essa prática para estimular a curiosidade dos alunos em relação a este tema. Esta prática pode ser encontrada no link: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19278>. É importante ressaltar que a realização desta atividade dependerá da existência, em sua escola, de um laboratório, pois, como você pode perceber pela descrição dos materiais, são necessários alguns recursos que encontramos neste ambiente.

A mitose possibilita a multiplicação celular e a substituição de células em nosso corpo. A todo momento nossas células realizam a mitose, seja para substituir células que morreram, seja para cicatrização de um corte.

A mitose é um processo fundamental para manutenção da vida. Não só para a vida animal, mas também para a célula vegetal. Desta forma, como atividade inicial, propomos essa aula prática onde os alunos poderão visualizar o processo de maneira real, não ficando só limitados aos livros didáticos.

Uma dica de segurança importante para colocar em prática antes de começar a atividade é sobre o manuseio da lâmina de barbear. Quebre-a previamente ao meio e proteja a parte interna, que será manuseada pelo aluno, com fita adesiva. Faça esse procedimento antes da aula, não sendo aconselhável a realização do mesmo pelos alunos.

Outra dica importante é sobre a obtenção de raízes novas de cebola. A cebola deve ser preparada aproximadamente uma semana antes da aula de acordo com as instruções abaixo:

a) Raspar a região da raiz da cebola com a lâmina de barbear, conforme mostra a Figura 2. Com esse procedimento, a região ressecada (raízes antigas da cebola) é retirada, permitindo melhor contato da água com as células basais.

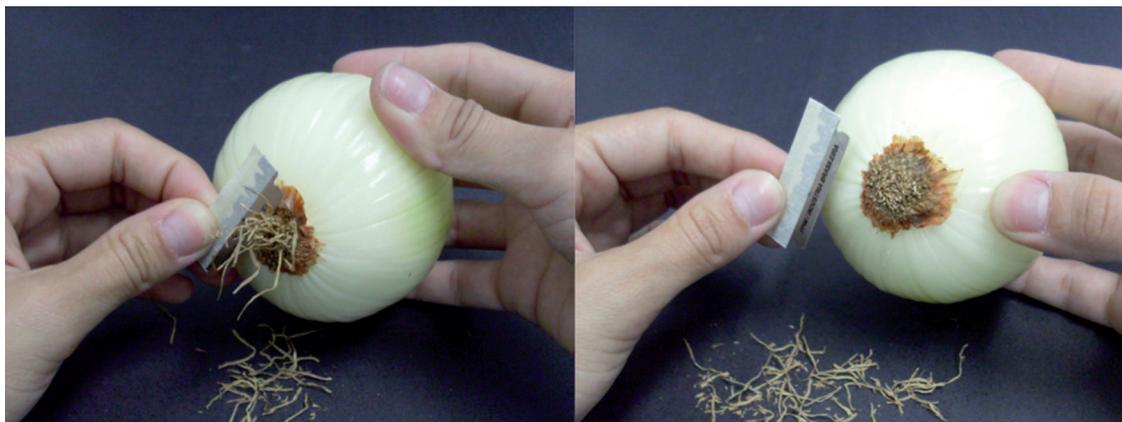


Figura 2 - Raspando a raiz da cebola.

b) Colocar a cebola com as raízes raspadas em um copo com água, com a região da raiz imersa. Para deixá-la parcialmente submersa, podem ser inseridos palitos que servirão de apoio na região mediana (Figura 3) ou ainda pode ser usado o frasco de álcool cortado invertido (Figura 4).

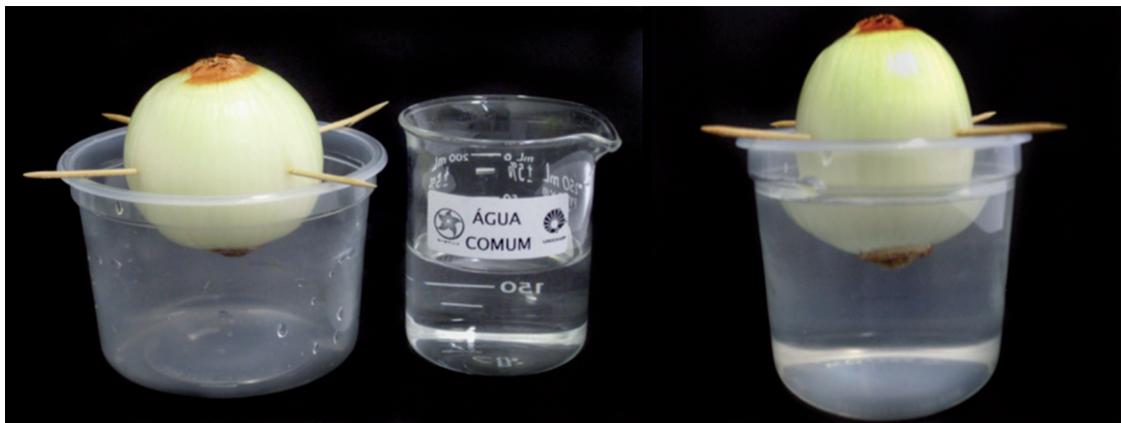


Figura 3 - Cebola com a parte da raiz submersa em água.



Figura 4 - Cebola mantida na água em frasco de álcool cortado.

c) Esperar de cinco a sete dias até as raízes atingirem aproximadamente 2 cm. É aconselhável preparar uma cebola para cada dois experimentos, devido ao número de raízes que crescem nesse período.

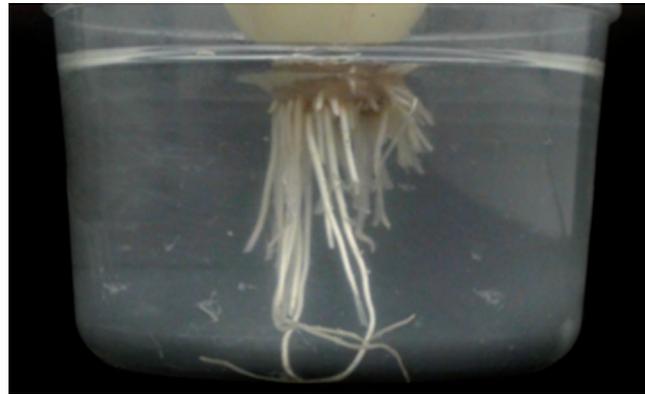


Figura 5 - Cebola com raízes novas.

Agora vamos ao passo a passo do protocolo experimental:

1) Corte três ou quatro raízes em tamanhos de 1 a 2 cm a partir da região apical (meristema apical) e as transfira para uma placa de Petri contendo orceína acética (corante), veja estes passos na figura 6.

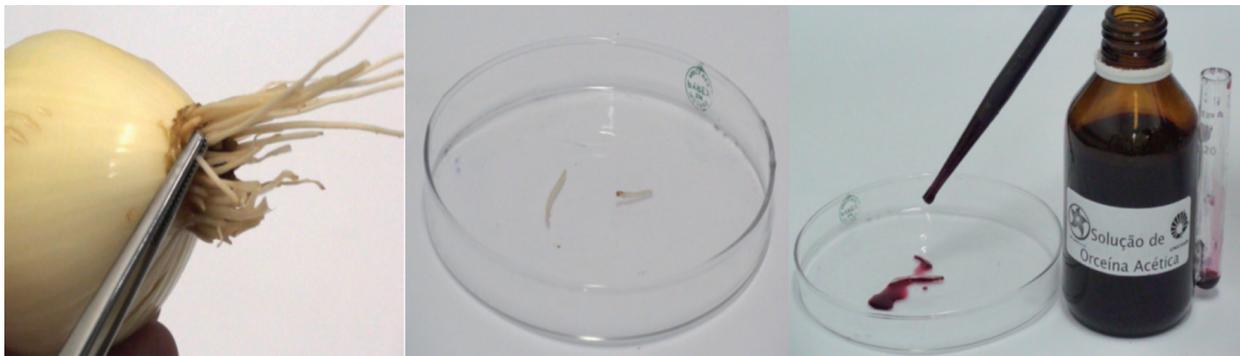


Figura 6 - Na sequência das imagens acima temos a retirada das raízes; as raízes depositadas na placa de Petri e, por último, as raízes com orceína acética.

A orceína acética é um corante formado por orceína e ácido acético. O ácido acético é um fixador que tem como função manter a integridade das estruturas celulares. A orceína cora os cromossomos, fazendo com que se destaquem das outras estruturas, podendo ser facilmente identificados ao microscópio. O meristema apical (Figura 7) é o tecido da região da ponta da raiz, responsável pelo seu crescimento. Sendo assim, possui células com alto grau de divisão celular (mitose).

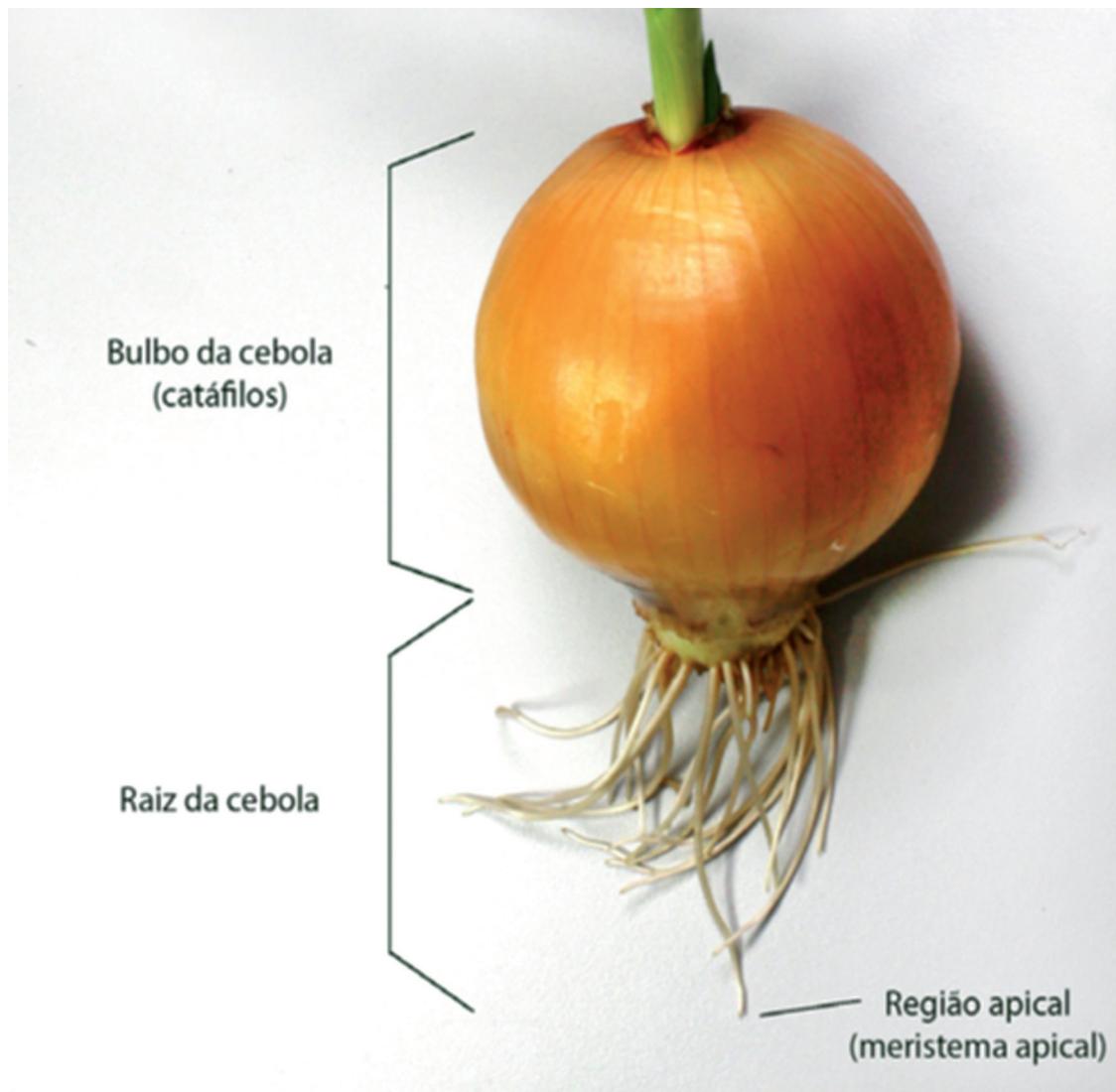


Figura 7 - Estruturas da cebola.

2) Aqueça a placa de Petri com uma lamparina a álcool até a emissão de vapores, sem deixar ferver (Figura 8). Nesse processo, apenas passe a placa de Petri algumas vezes sobre a chama, sem deixá-la por muito tempo em contato com o fogo. Professor, se achar conveniente, você pode flambar um pedaço da raiz até a fervura para depois comparar os resultados. Para isso, retire algumas raízes da placa, deixando apenas uma pequena parte que deverá ficar por mais tempo sobre a chama.



Figura 8 - Aquecimento das raízes com orceína acética.

Por questões de segurança, aqueça as raízes da cebola com a orceína acética perto de janelas, em capela ou em local com corrente de ar para eliminar os vapores que se desprendem do corante. Utilize uma pinça de madeira, um pedaço de pano ou papel espesso no manuseio da placa de Petri para evitar queimaduras.

3) Pegue as raízes com uma pinça de ponta fina, coloque-as sobre uma lâmina limpa e seccione a região do meristema, que representa um pedacinho de cerca de 2 a 3mm a partir do ápice. Despreze o resto da estrutura.



Figura 9 - Retirada do ápice da raiz.

É importante ficar atento a algumas questões de segurança em relação a esta prática. Por isso, chame atenção para que os alunos não toquem na placa de Petri, pois isso pode causar queimaduras. Se achar conveniente, deixe esfriar por cerca de 2 minutos antes de manusear. Corte a lâmina de barbear ao meio e coloque um pedaço de fita adesiva, como explicado anteriormente. O manuseio deve ser feito na região da fita, evitando o contato com a parte cortante. De preferência, acompanhe a utilização da lâmina por cada grupo e depois a recolha de volta.

4) Pingue uma gota de orceína acética sobre o meristema seccionado e, com muito cuidado, cubra o material com a lamínula.

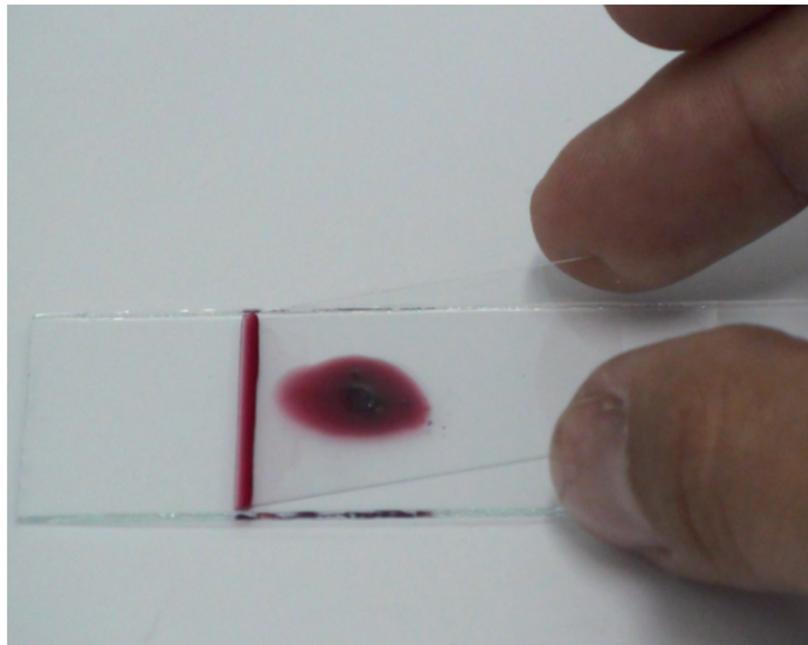


Figura 10 - Montagem da lâmina.

5) Com um pedaço de papel absorvente, elimine o excesso de corante. Cubra a lamínula com o papel absorvente e, cuidadosamente, pressione com o polegar, conforme mostram as imagens da figura 11.

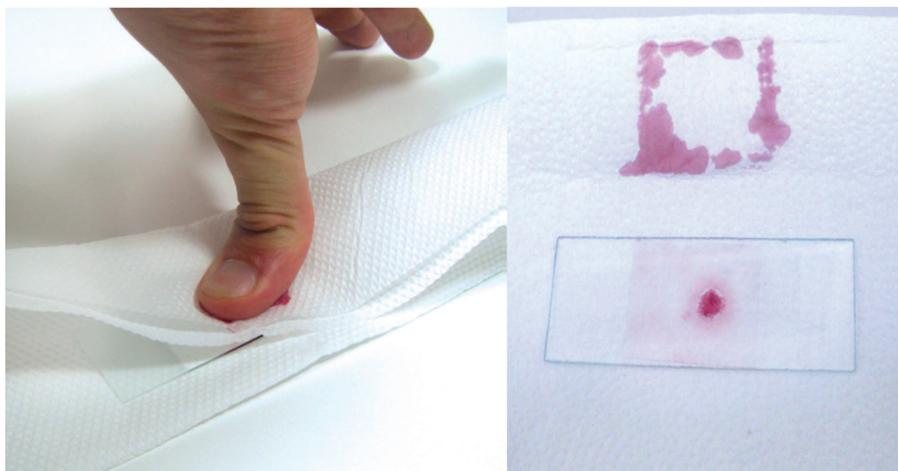


Figura 11 - Retirada do excesso de corante

Certifique-se de que a lâmina esteja sobre uma superfície lisa. Irregularidades como a interface entre azulejos, por exemplo, podem promover a quebra da lâmina. Fique atento a estes detalhes.

6) Coloque a lâmina no microscópio e visualize as células em divisão mitótica. O aumento de 1000x proporciona melhor visualização.

Dica: Caso não seja possível visualizar uma camada única de células ao microscópio óptico, sugerimos repetir o corte do ápice da raiz procurando cortá-lo mais fino, além de aumentar a compressão sobre a lamínula do item 5 para favorecer a formação de camada mais fina.

O uso do óleo de imersão

O aumento da visualização é calculado multiplicando-se o aumento da lente objetiva pelo aumento da lente ocular. Para objetivas, a partir do aumento de 100x, deverá ser usado óleo de imersão. O óleo de imersão é uma interface líquida que possui o mesmo índice de refração da objetiva. Ele deve ser usado para a objetiva de 100x, pois fará com que os raios luminosos não se dispersem ao atravessarem o conjunto lâmina-óleo, permitindo a entrada de um grande cone de luz na objetiva, o que melhora a visualização do material. Para uso do óleo de imersão, pingue uma pequena gota do óleo em cima da lamínula, somente quando for visualizar com a objetiva de 100x. Coloque a lâmina no microscópio e posicione a objetiva. Sendo a maior lente, a objetiva de 100x quase toca na lamínula.

Aspectos pedagógicos

Professor, o objetivo desta atividade não é caracterizar todas as fases da mitose, visto que é uma atividade para introduzir o conteúdo. O objetivo desta atividade é demonstrar para os alunos que o processo da mitose ocorre de verdade entre os seres vivos e não é só uma matéria do livro didático. Peça que em uma folha de papel, desenhem o processo sem dar nome aos boi. No decorrer das aulas peça que eles nomeiem cada uma das etapas, isto pode servir como uma avaliação da aprendizagem também.

Autorização de utilização da atividade

A Universidade Estadual de Campinas autoriza, sob licença Creative Commons – Atribuição 2.5 Brasil, cópia, distribuição, exibição e execução do material desenvolvido de sua titularidade, sem fins comerciais, assim como a criação de obras derivadas, desde que se atribua o crédito ao autor original da forma especificada por ele ou pelo licenciante, assim como a obra deverá compartilhar Licença idêntica a esta. Estas condições podem ser renunciadas, desde que se obtenha permissão do autor. O não cumprimento desta Licença acarretará nas penas previstas pela Lei nº 9.610/98.

Seção: 1 – Viagem ao centro do meu ser

Página no material do aluno

99 a 102

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Adivinha quem é?	Quadro, <i>datashow</i> com computador, folhas A4 para os grupos.	A atividade propõe que se desenvolva alguns termos da biologia celular, de forma a ajudar os alunos a reconhecer este novo e extenso vocabulário técnico do núcleo das células eucarióticas.	Turma dividida em grupo de 5 pessoas.	50 min.

Aspectos operacionais

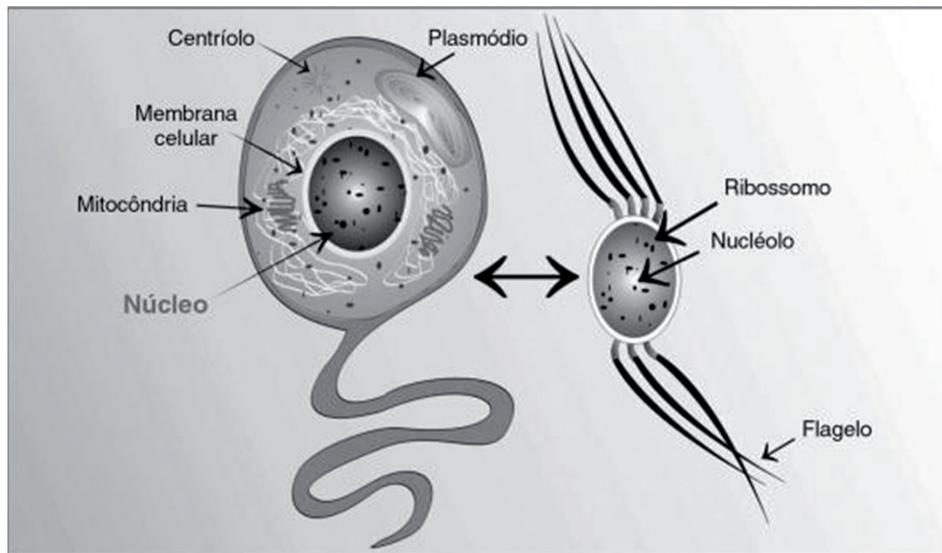
Olá companheiro docente! Esta atividade propõe uma ferramenta para o reconhecimento de certas organelas da célula, que têm a vital função biológica de comandar o crescimento dos organismos e sua perpetuação.

Os slides desta atividade “Adivinha quem é?”, disponíveis no pen drive do professor, são formados por duas partes. A primeira, nomeada Vocabulário genético, apresenta imagens de estruturas celulares seguidas de sua nomeação (termo) e respectivas definição. E, a segunda parte reapresenta os mesmos termos da primeira seguidos de suas respectivas imagens, porém sem as definições.

Desenvolvimento da atividade:

1) Organização da turma: Para esta atividade a turma poderá ser dividida em grupos de cinco pessoas, com folhas A4 e canetas a postos.

2) Etapa 1: Inicie a apresentação da primeira parte dos slides para a turma, acompanhado de seus comentários. Segue abaixo a lista dos termos, definições e imagens que compõe os slides desta primeira fase:

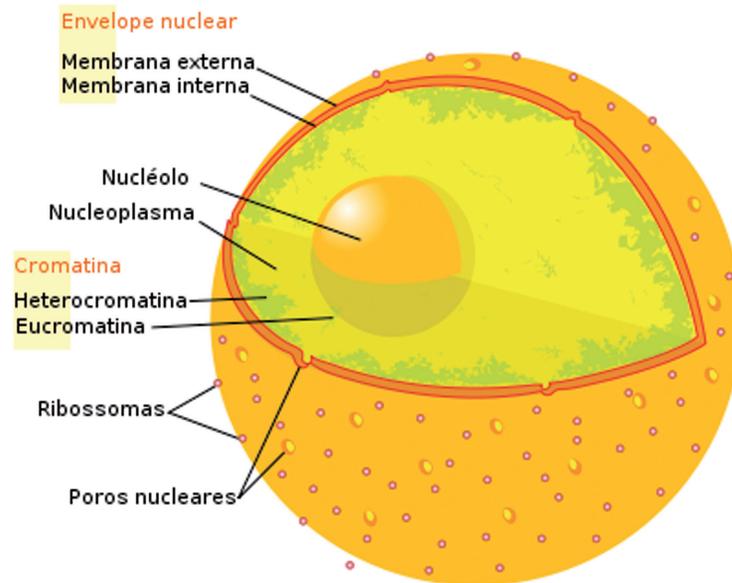


Célula eucarionte (à esquerda) e procarionte (à direita).

Fonte: <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=49813&urlArquivo> Autor(es): Bruno Gomes; Reinaldo Lee

Procarionte: ser formado por célula sem carioteca, ou membrana nuclear, cujo material genético fica disperso no citoplasma. Ocorre só no Reino Monera (bactérias e cianofíceas).

Eucarionte: ser composto por células com carioteca, cujo material genético fica protegido por este envoltório duplo, lipoprotéico e poroso. Ocorre nos demais reinos: Protista, Fungi, Plantae e Animália.



Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diagram_human_cell_nucleus_pt.svg

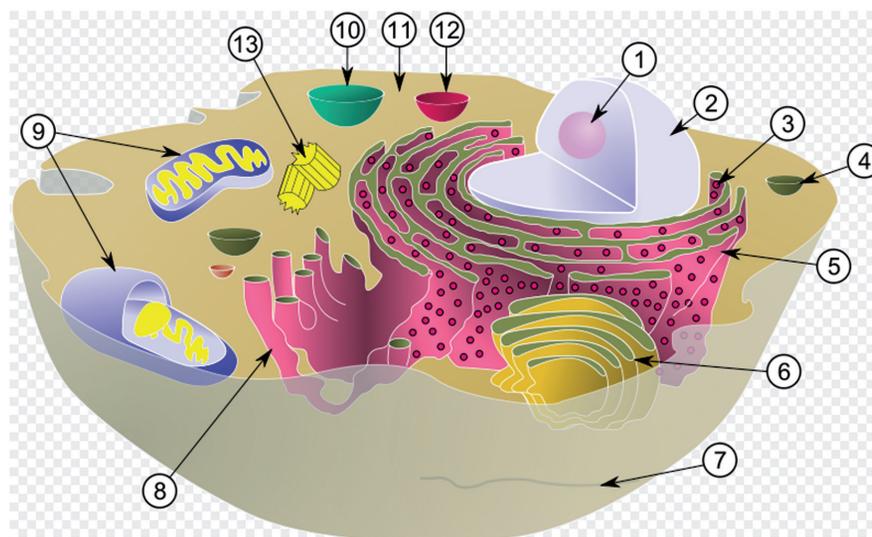
O **núcleo celular** é uma estrutura presente nas células eucariontes, que contém as informações genéticas da célula (ácidos nucléicos). É delimitado pelo envoltório nuclear, e se comunica com o citoplasma através dos poros nucleares. O núcleo possui duas funções básicas: regular as reações químicas que ocorrem dentro da célula (metabolismo), e armazenar as informações genéticas da célula.

A **carioteca**, também conhecido como **invólucro nuclear**, **envelope nuclear**, **envoltório nuclear**, **cariomembrana** ou **membrana nuclear** (este termo não é muito apropriado, pois é formado na verdade por duas membranas), é uma estrutura que envolve o núcleo das células eucarióticas, responsável por separar o conteúdo do núcleo celular (em particular o DNA) do citosol.

Nucléolos são organóides presentes em células eucarióticas, ligados principalmente à coordenação do processo reprodutivo das células (embora desapareça logo no início da divisão celular) e ao controle dos processos celulares básicos, pelo fato de conter trechos de DNA específicos, além de inúmeras proteínas associadas ou não a RNAr (RNA ribossômico).

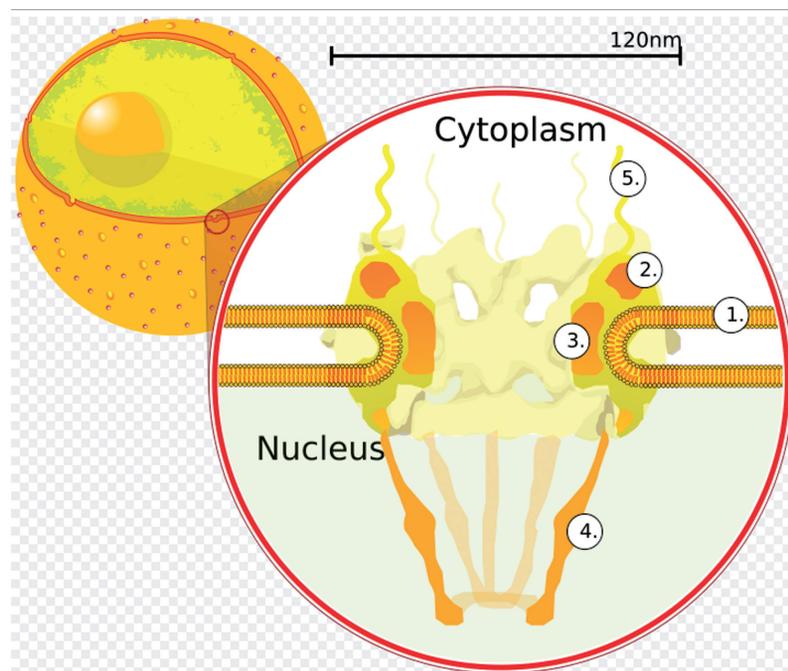
Nucleoplasma, **cariolinfa**, **hialoplasma nuclear** ou **suco nuclear**, é uma massa incolor constituída principalmente de água, proteínas e outras substâncias, o que faz com que o nucleoplasma seja muito parecido com o hialoplasma. Sua função é preencher o núcleo celular que contém os filamentos de cromatina e o nucléolo.

A **cromatina** é um complexo formado de DNA + proteínas (que juntas denomina-se cromossomo) que se encontra dentro do núcleo celular nas células eucarióticas. Os ácidos nucléicos encontram-se geralmente na forma de dupla-hélice. A **euromatina** consiste em DNA ativo, ou seja, que pode se expressar como proteínas e enzimas. Já a **heterocromatina** consiste em DNA inativo e que parece ter funções estruturais durante o ciclo celular.



Esquema mostrando o retículo endoplasmático (número 5), cheio de ribossomos (número 3) que são representados por grânulos. Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Biological_cell.svg - Autor: MesserWoland e Szczepan

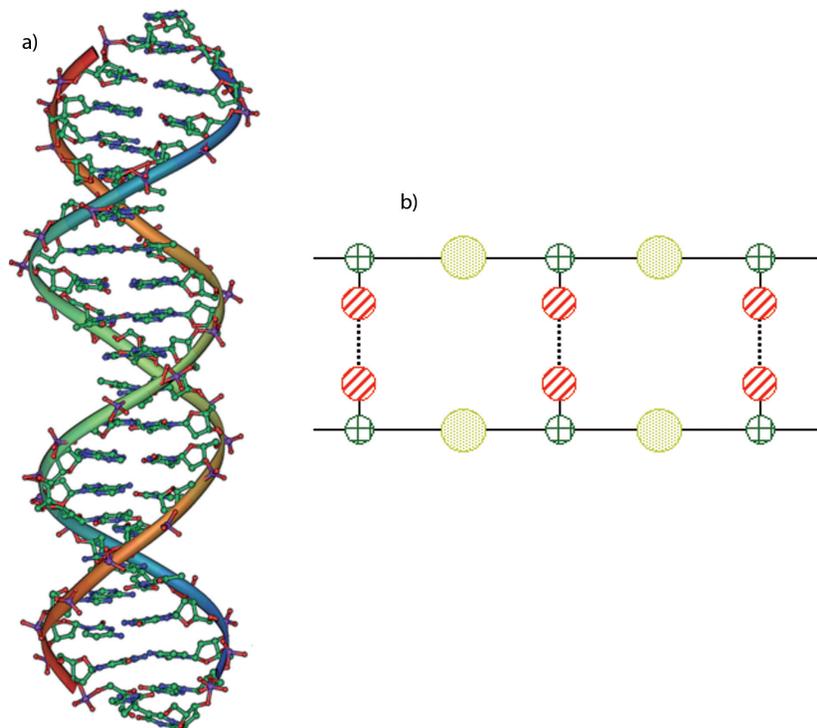
Ribossomos ou ribossomas são organelas presentes tanto nas células eucarióticas como procarióticas (portanto são organelas presentes em qualquer tipo de estrutura celular), cuja principal função é a síntese de proteínas e enzimas usadas pela célula.



Detalhes de um poro nuclear: Carioteca (1) e Nucleoporinas (2).

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:NuclearPore_crop.svg?uselang=pt-br - Autor: Mike Jones

Poros nucleares são grandes complexos de proteínas que atravessam o envoltório nuclear, uma membrana dupla que existe ao redor do núcleo das células eucariontes. Existem em média 2000 poros nucleares no envoltório nuclear de uma célula de um vertebrado, mas esse número varia conforme a atividade da célula. As proteínas que formam esses poros são conhecidas como nucleoporinas.



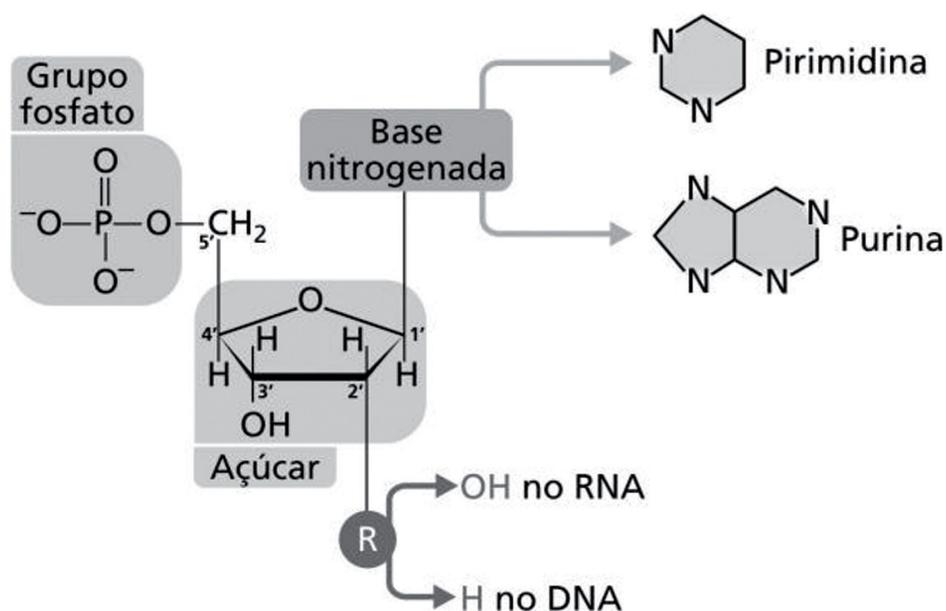
a - Esquema tridimensional de uma célula de DNA. b - Diagrama muito simplificado de um ácido nucleico duplamente trançado. Os círculos amarelos representam fosfatos, os verdes pentoses e os vermelhos bases nitrogenadas. As linhas sólidas representam ligações covalentes e as pontilhadas ligações de hidrogênio.

a - **Modificado de:**

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA_Overview.png – Autor: Michael Ströck

b - Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nucleic_acid.png – Autor: Ceyockey

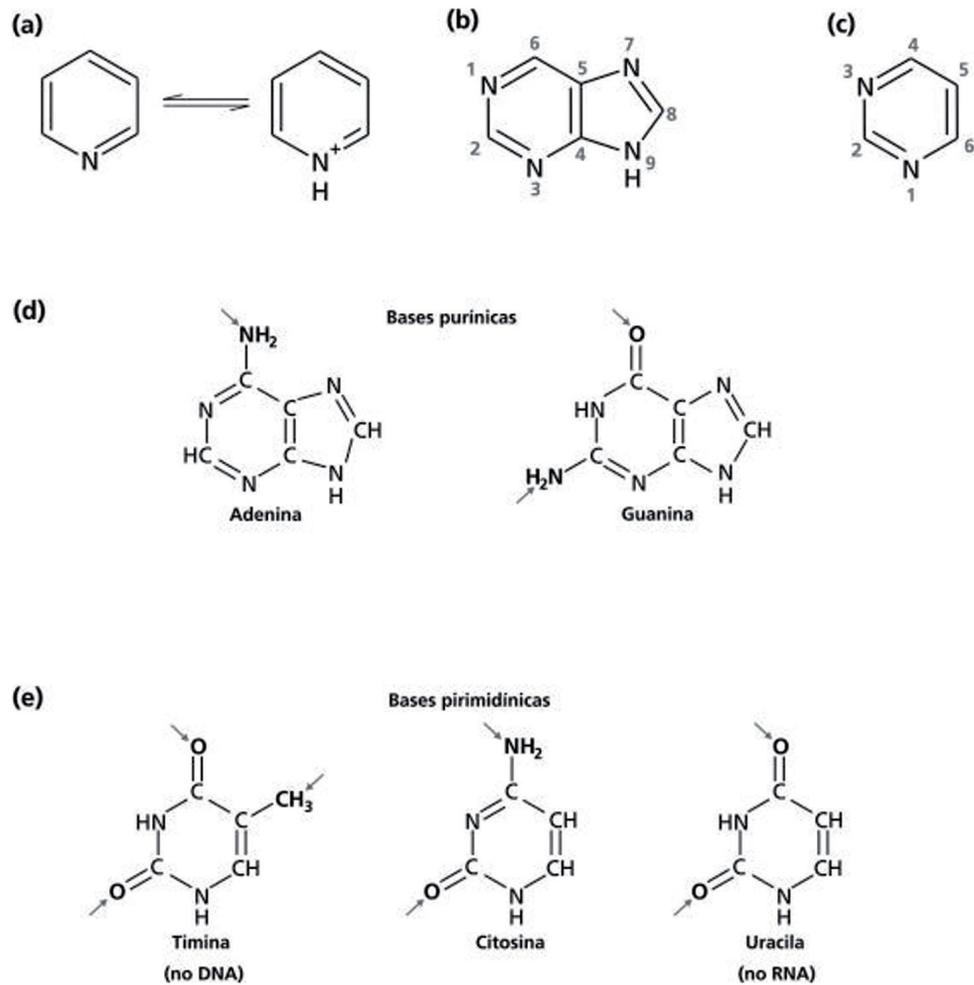
Ácido nucléico, RNA ou DNA: compõe-se de uma cadeia de nucleotídeos unidos por ligações fosfodiéster. Geometricamente a molécula possui uma forma de dupla-hélice, capaz de ser constringida em um pequeniníssimo espaço, formando novelos. Possuindo elevada massa molecular, que contém ácido fosfórico, açúcares e bases purínicas e pirimidínicas. São, portanto, macromoléculas formadas por nucleotídeos.



Estrutura geral de um nucleotídeo. Representadas as três partes: açúcar, fosfato e base nitrogenada.

Fonte: <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=48802> - Autor(es): Eduardo Bordoni; Fabio Muniz; Jefferson Caçador; Morvan de Araujo Neto

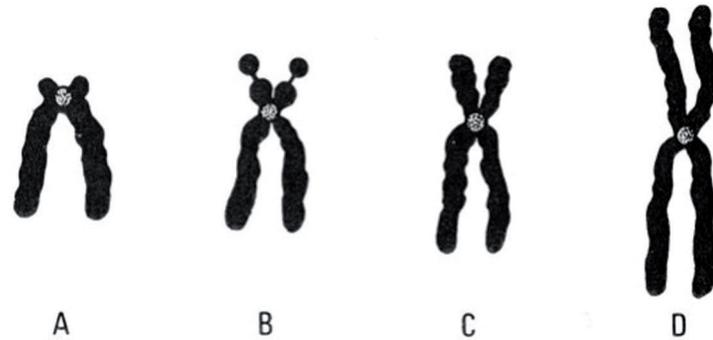
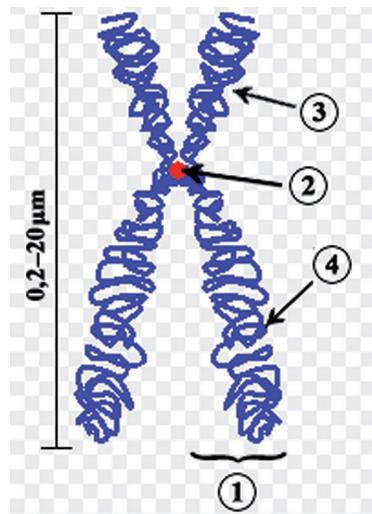
(a); (b); (c); (d) e (e): Estrutura das bases nitrogenadas



Modificado de:

<http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=48804&urlArquivo> - Autor(es): Eduardo Bordoni; Fabio Muniz; Jefferson Caçador; Morvan de Araujo Neto

Nucleotídeos podem ser considerados os monómeros do DNA/RNA, sendo o polímero, o próprio DNA/RNA, composto por: açúcar, fosfato e bases nitrogenadas. As bases nitrogenadas podem ser classificadas em: pirimidinas e púricas. Tanto o DNA como o RNA tem duas bases púricas: a adenina (A) e a guanina (G). Eles possuem também uma pirimidina principal: a citosina (C). Mas existe uma diferença entre as bases de DNA e RNA que é a segunda base pirimidica, que no DNA vai ser a timina (T) e no RNA será a uracila (U).



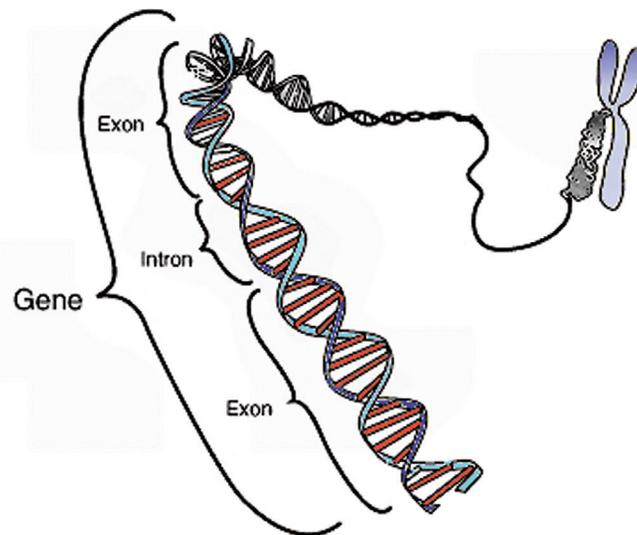
Exemplos de cromossomos em desenho das fitas enoveladas que formam as cromátidas e na disposição do cariótipo revelando a posição do centrômero. 1 – Cromátida; 2 – Centrômero; 3 – Braço curto; 4 - Braço longo; A - Cromossomo telocêntrico; B - Cromossomo acrocêntrico; C - Cromossomo submetacêntrico; D - Cromossomo metacêntrico.

Fonte figura esquerda:

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chromosome-upright.png> - Autor: Magnus Manske

Fonte figura direita: <http://bioglossario2.wikispaces.com/Centrômero>

Cromossomos são uma longa sequência de DNA, que contém vários genes, e outras sequências de nucleotídeos com funções específicas nas células dos seres vivos.



Este esquema ilustra o gene eucarioto com relação à estrutura do DNA e um cromossoma (direita).

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gene.png>

O gene é formado por uma sequência específica de nucleotídeos, sendo a unidade básica da hereditariedade.

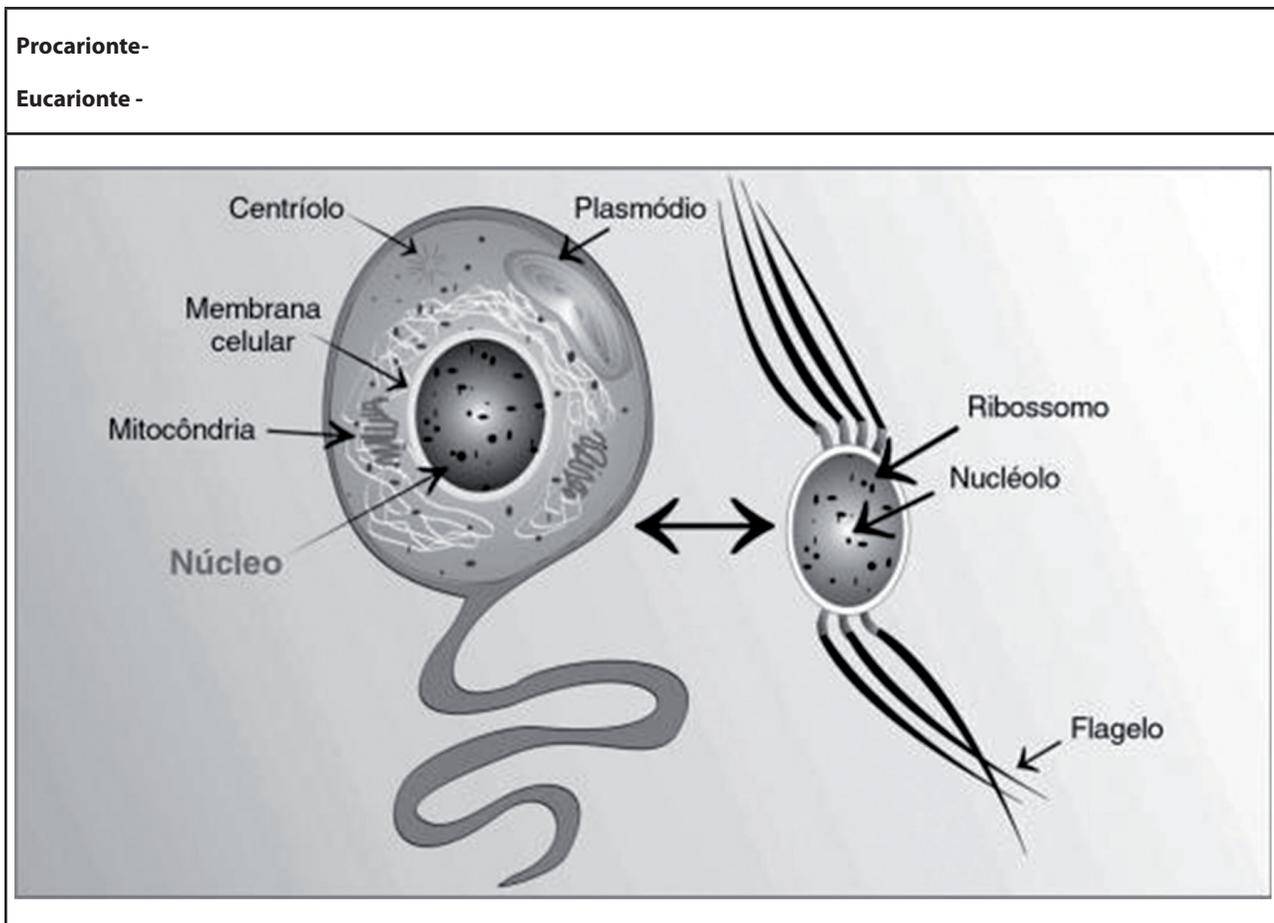
Alelo é uma das versões alternativas de um gene que podem ocupar um determinado locus. Alguns organismos são diploides, isto é, têm pares de cromossomas homólogos nas suas células somáticas ($2n$), contendo, assim, duas cópias do mesmo gene. Um organismo em que estas duas cópias do gene são idênticas, isto é, têm o mesmo alelo, é chamado de homocigótico, no que diz respeito àquele gene, especificamente. Um organismo em que o mesmo gene é representado por alelos diferentes, é chamado de heterocigótico.

3) Etapa 2: Orientar os alunos para tarefa proposta abaixo e iniciar a apresentação da segunda parte dos slides, "Adivinha quem é?":

3.1. A tarefa dos alunos será de registrar o nome do termo celular que for surgindo na segunda parte da apresentação dos slides, agora sem a definição escrita. E, com a ajuda da imagem de cada um, deverão, em grupo, tentar definir estes termos. É importante que cada grupo escreva sobre todos os termos.

3.2. Iniciar a apresentação da parte dois, dando um tempo (3-5 minutos) para os grupos copiarem o nome do termo, analisarem a figura projetada e definirem o termo respondendo em uma folha única.

Segue um exemplo de slide da parte 2, "Adivinha quem é?":



Aspectos pedagógicos

Caro professor, a intenção desta apresentação não é a tentativa de memorizar simplesmente estes nomes, até porque eles podem ainda não terem sido trabalhados, mas sim de associá-los às suas funções ou outras interpretações associativas que decorram da sequência de slides pré-estabelecida. Você pode ambientar o aluno através dos slides uma vez que eles vão desde as partes estruturais até as funcionais do núcleo com a saída destas informações tão vitais e tão bem guardadas. Este caminho tenta ordenar o conhecimento das características mais básicas até às que necessitam de maior abstração, através de imagens de diversos recursos gráficos.

Fique à vontade para dar mais importância a certos pontos que considerar necessário, até mesmo pelas habilidades e competências que a turma já possua e consiga alcançar. Volte aos slides com texto quando quiser frisar algum ponto. Você pode dar pontuação aos acertos, transformando num simples jogo ou até mesmo em uma avaliação.

Seção: 1 – Viagem ao centro do meu ser

Página no material do aluno

99 a 102

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Cada locus por si mesmo: por onde andam esses genes?	Canudos de plástico, palitos de madeira para churrasco, papel ofício, cola plástica, tesoura, canetas hidrocor, fita dupla-face ou velcro e régua.	A atividade busca concretizar ludicamente conceitos relacionados à estrutura e dinâmica dos cromossomos durante o ciclo celular, através da criação de modelos com canudos de plástico e outros acessórios simples.	Turma dividida em grupo de 4 pessoas.	50 min.

Aspectos operacionais

Olá professor, essa atividade é uma possibilidade de tornar mais concreto para nossos alunos da Nova EJA, os conceitos da genética relacionados às divisões celulares, através da construção de um modelo simples e barato.

Materiais necessários:

- Canudos de plástico (diversas cores), que apresentem uma região sanfonada e dobradiça. Mas, os canudos devem ser de cores com tonalidades parecidas, para representação dos alelos em cromossomos homólogos. Por exemplo:

AZUL escuro – AZUL claro;

AMARELO escuro – AMARELO claro;

VERMELHO escuro – VERMELHO claro

- Palitos de madeira para churrasco;
- Papel ofício;
- Cola plástica;
- Tesoura;
- Canetas hidrocor;
- Fita dupla-face ou velcro;
- Régua.

Como montar os cromossomos:

1º Passo - Cortar os canudinhos em pedacinhos de vários tamanhos e cores dependendo do número dos genes a serem representados.

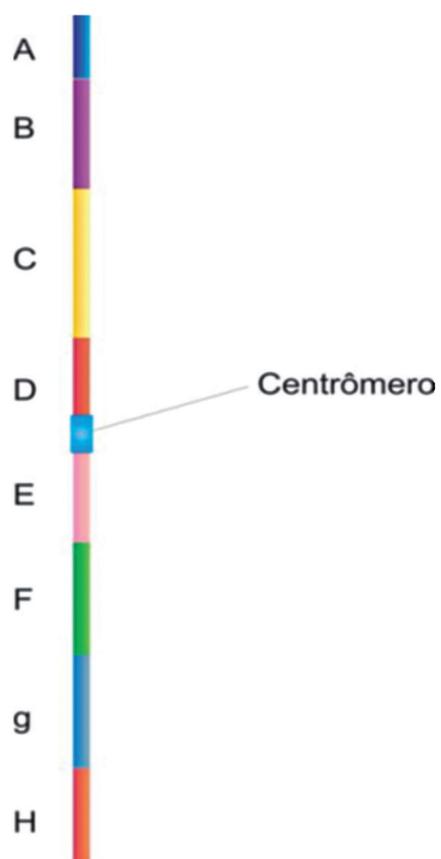
2º Passo - Usar pedaços de canudinhos brancos para identificar as regiões da molécula de DNA não-codificadora. Isto é, regiões onde não há genes.

3º Passo - Inserir esses pedaços de canudos em palitos de churrasco. Esses devem ter a mesma espessura dos canudos para entrar pressionados.

5º Passo - Quando esquematizar cromossomos homólogos, utilizar as mesmas cores com tonalidades diferentes, para os genes alelos diferentes e tonalidades iguais para genes alelos iguais.

6º Passo - O centrômero será esquematizado utilizando-se as dobras sanfonadas dos canudos. Retire um segmento sanfonado e faça um talho. Cole na região oposta ao talho um pedacinho de fita dupla-face ou velcro. Encaixe o segmento no palito que representa a cromátide. Escolha a posição do centrômero.

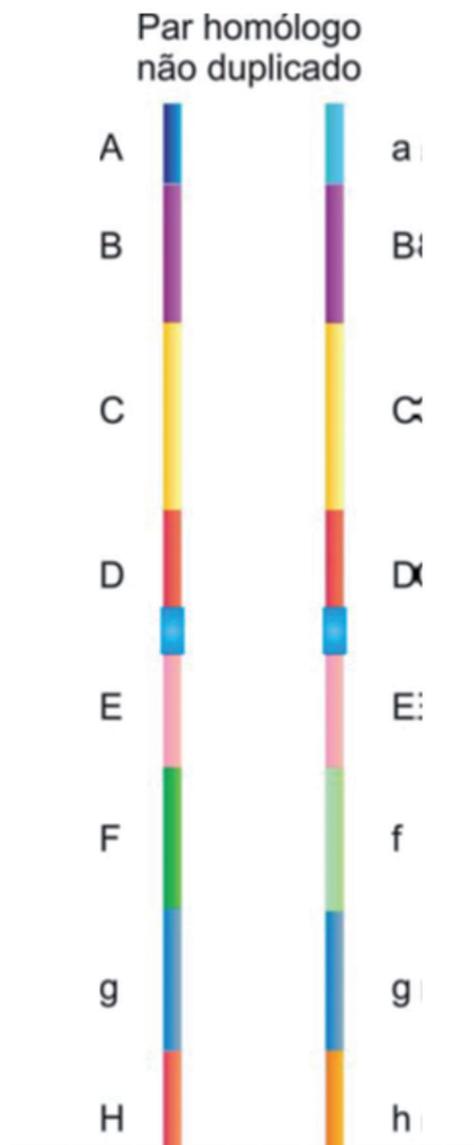
Exemplo de modelo de cromossomo:



Caro professor, com esses materiais, você pode realizar três diferentes propostas. Veja a descrição de cada uma a seguir.

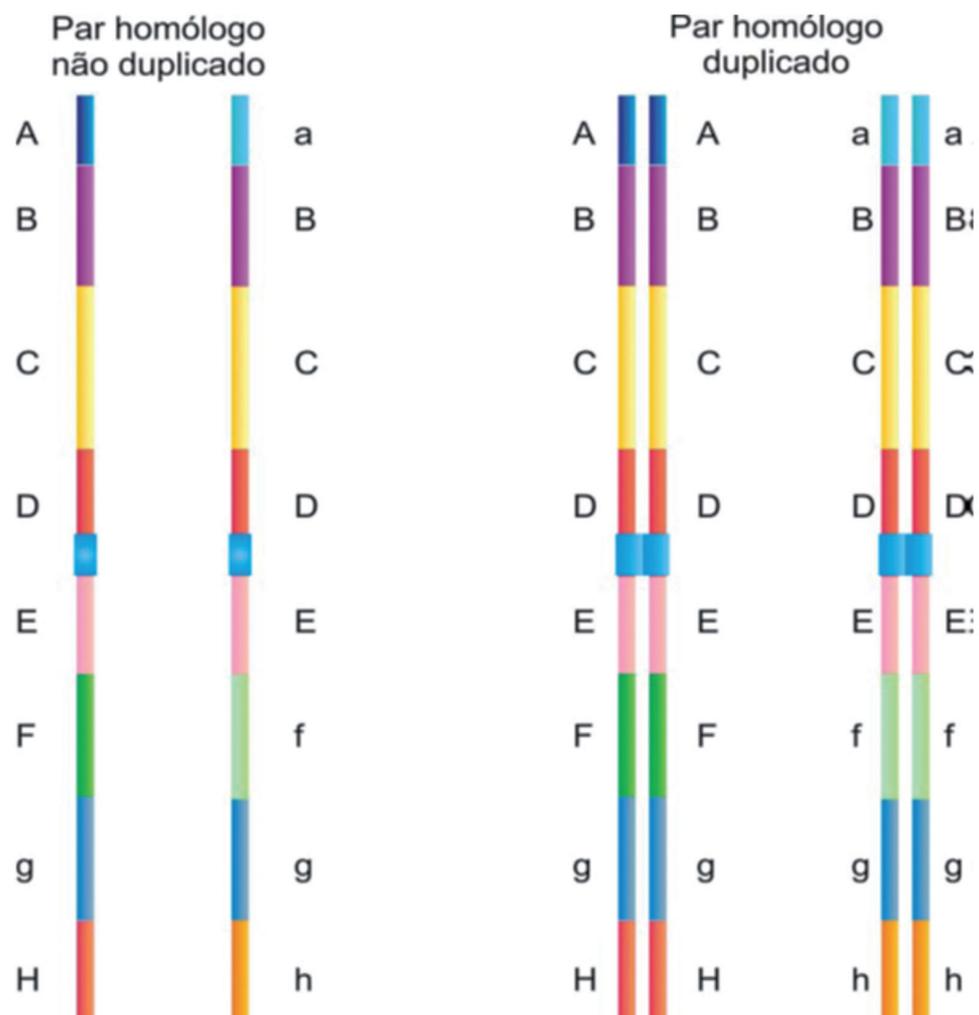
Sugestão 1 - Montagem de um par de cromossomos homólogos em fase G1 da interfase

Depois que os grupos montarem um cromossomo, você pode pedir que eles criem um cromossomo homólogo a este. Lembre-os de usarem as mesmas cores, em tonalidades diferentes para representar os genes alelos. Peça-os para colarem o par de cromossomos na folha de ofício e nomearem os alelos, como no exemplo a seguir.



Sugestão 2 - Duplicação dos cromossomos durante a fase S da interfase

Após a explicação da fase S da interfase, você pode pedir aos alunos que representem os cromossomos duplicados, ligados pela região do centrômero (segmentos sanfonados colados através da fita ou velcro). Assim:



Sugestão 3 - Divisão celular – Mitose e Meiose

Professor, esses materiais também podem ser usados para representação da mitose e da meiose. Nossa sugestão é que, nesse caso, não é necessário que os cromossomos possuam tantos alelos. Para demonstração e compreensão dos conceitos da divisão celular, vocês podem trabalhar com 4 alelos, por exemplo.

Você pode pedir que, em uma folha, eles montem a Mitose e em outra, a Meiose, comparando os dois processos. É possível também trabalhar, a partir desses materiais, o conceito de permuta ou crossing-over durante a Prófase I da Meiose, fazendo a troca dos genes (pedacinhos de canudinhos) entre cromátides não irmãs de cromossomos homólogos, como mostra a figura:



Aspectos pedagógicos

Uma das principais dificuldades dos alunos nas aulas de Biologia é a compreensão de conceitos genéticos. Entre as principais dificuldades, podemos apontar o entendimento sobre a estrutura e dinâmica dos cromossomos. Qual a relação entre os conceitos de gene, alelos, cromossomo, cromatina, cromátide? Que processos ocorrem com os cromossomos durante o ciclo celular?

No entanto, caro professor, seria interessante que, logo no início da atividade, você esclarecesse aos alunos que esse é um modelo didático simplificado e não reflete exatamente a estrutura e organização dos cromossomos.

Aqui estão alguns conceitos e relações que podem ser trabalhados para cada sugestão anteriormente mencionada:

- Sugestão 1: Montagem de um par de cromossomos homólogos em fase G1 da interfase
 - Locus gênico;
 - Cromossomos homólogos;

- Alelos diferentes de um mesmo gene;
- Homozigose e heterozigose;
- Relação entre os alelos de um gene e as letras dos cruzamentos em Genética.
- Sugestão 2: Duplicação dos cromossomos durante a fase S da interfase
- Diferença entre o cromossomo simples (apenas uma cromátide) e o cromossomo duplicado (duas cromátides);
- Cromátides-irmãs (mesmo cromossomo) e cromátides não-irmãs (entre cromossomos homólogos);
- Conceito de segregação independente (2ª Lei de Mendel) para genes localizados em cromossomos diferentes;
- Relação da distância entre os genes localizados no mesmo cromossomo e os mapas gênicos.
- Sugestão 3: Divisão celular – Mitose e Meiose
- Diferença no comportamento dos cromossomos durante a Mitose e a Meiose;
- Permuta (ou crossing-over) durante a Prófase I da meiose.

Seção: 2 – O começo, o meio e o fim...

Página no material do aluno

103 a 109

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Como acontece a Mitose? E qual a sua importância?	Datashow com computador, DVD e som.	Trata-se de um vídeo que explica as fases da Mitose, através de filmagem de microscopia eletrônica e esquemas de desenho.	Turma inteira.	50 min.

Aspectos operacionais

Caro Professor, esse vídeo proporciona a visualização das fases da Mitose e explica cada fase desse processo. Você pode exibi-lo uma vez, sem interrupção e, numa segunda vez, exibi-lo com focos específicos nas fases da Mitose.

Entre a primeira e a segunda exibição, seria importante que você chamasse a atenção dos alunos sobre as funções da Mitose e sua importância.

O vídeo está presente no pen drive do professor e também no site: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/ficha-Tecnica.html?id=32616>

Aspectos pedagógicos

Caro professor, já é sabido por nós que a simples repetição pelos alunos dos conteúdos apresentados em sala de aula não corresponde necessariamente a um verdadeiro aprendizado dos processos biológicos. Especificamente sobre a Mitose, podemos nos indagar: “Seria tão importante nosso aluno saber de cor as fases da Mitose, sem aprender sobre as funções e a importância desse processo?”

Procure indagar aos alunos sobre quais seriam as funções da Mitose, mas experimente não dar as respostas prontamente, deixando-os chegarem às suas próprias conclusões através determinadas “perguntas-pistas”, como por exemplo:

- Vocês sabiam que já fomos uma única célula?
- Como uma única célula pode originar um bebê?
- Vocês sabiam que nossas células morrem, durante toda nossa vida?
- Vocês sabiam que alguns tecidos se renovam com maior velocidade que outros? Como isso é possível?
- Quando há um corte na nossa pele ou rompimento de algum vaso, como é que acontece a cicatrização?

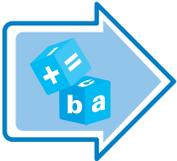
Enfim, aqui estão algumas pistas para os alunos reconhecerem esse processo de divisão celular como sendo fundamental na constituição de todos os seres vivos, no nosso crescimento, na manutenção do nosso organismo, além de ser a forma de reprodução dos seres unicelulares.

É preciso chamar atenção para o fato de que a mitose produz células filhas idênticas, tendo a função de manter as informações genéticas dos seres vivos.

Seção: 2 – O começo, o meio e o fim...

Página no material do aluno

103 a 109

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Jogo da meiose.	Papéis-cartão com três diferentes cores para montar as peças; papel contact, para revestir essas mesmas peças; tesoura e cola. Deverão ser confeccionados, também, três tabuleiros, impressos em papel A3; e três dados de papel. Botões coloridos poderão ser usados como os pinos dos grupos.	A atividade é um jogo, onde os alunos terão a oportunidade de conhecer as diferentes etapas do processo de divisão meiose.	Turma dividida em grupos de 5 alunos.	40 min.

Aspectos operacionais

Esse jogo é uma adaptação de atividade disponível em: <http://geneticanaescola.com.br/wp-home/wp-content/uploads/2012/10/Genetica-na-Escola-51-Artigo-04.pdf> - Autores: Rodrigo Lorbieski, LeyrSevioli Sanches Rodrigues, Luciana Paula Grégio d'Arce.

O objetivo do jogo será percorrer a “trilha meiótica” e o vencedor será quem chegar ao final do trajeto primeiro. Para isso, os alunos serão separados em grupos de cinco pessoas, sendo que participarão do jogo dois grupos por vez (grupo A e grupo B). Cada grupo terá um representante que irá lançar um dado e mover o botão para a casa correta. O grupo adversário deverá observar a cor da casa que o outro grupo parou, e pegar uma carta corresponde àquela cor. Deverá, então, ler a carta, esperar a tarefa ser executada e depois, conferir se houve acerto ou erro. Para evitar confusões, o grupo que estiver com a carta deverá mostrar a mesma para a outra equipe. Se o grupo acertar, fica na

mesma casa que parou e espera a próxima rodada quando então deverá lançar o dado novamente, e depois, repetir o procedimento anterior. Se errar, deverá voltar o número de casas especificado na carta e esperar a próxima rodada, para lançar novamente o dado e repetir o mesmo procedimento anteriormente explicado.

O jogo proposto deverá ser construído na forma de um tabuleiro, separado em várias casas com cores diferentes (Figura 12), bem como por diversas cartas diferenciadas nas mesmas cores das casas do tabuleiro.

Cada carta, além da tarefa a ser realizada pela equipe que lançou o dado, conterà também a resposta do desafio, de modo a que a equipe adversária verifique se houve erro ou acerto, e também, o número de casas que a equipe terá que voltar se errar. As cartas poderão ter alguma pergunta (Figura 13) ou um esquema didático para ser montado (Figura 14). Além dessas cartas, há também as cartas informativas (Figura 15), indicando o número de casas que o grupo deve avançar ou retroceder no tabuleiro, bem como, cartas que farão com que o grupo fique uma vez sem jogar. É importante ressaltar que o verso verde, vermelho e azul não distingue os tipos de cartas.

Os esquemas didáticos são peças separadas de cromossomos (Figura 16), fusos meióticos (Figura 17), fluxograma meiótico geral sem cromossomos (Figura 18) e alguns esquemas representando células em prófase, metáfase, anáfase e telófase, também sem material genético (Figura 19). Tais peças servem para os alunos montarem os esquemas conforme pedido nas cartas.

Aspectos pedagógicos

Professor, a utilização de jogos atua como facilitador no processo ensino aprendizagem, pois cria uma atmosfera favorável ao desenvolvimento dos temas propostos. Durante o jogo você poderá aproveitar para introduzir conceitos, ou mesmo aprofundar, esclarecer e corrigir possíveis erros cometidos pelos alunos sobre a temática. Além disso, uma dica seria que ao final da atividade fosse discutido os objetivos do jogo com os alunos e, dessa forma, consolidar os conhecimentos adquiridos.



Figura 12 - Tabuleiro separado em cores diferentes referentes as cartas.

<p>O que é intercinese?</p> <p>A) Uma das fases da meiose I B) Fase intermediária entre prófase II e metáfase II; C) Uma das fases da meiose II; D) Fase intermediária entre prófase I e metáfase I; E) Fase intermediária entre a meiose I e meiose II;</p> <p>* Se errar, volte 1 casa. RESPOSTA: - Letra E</p>	<p>O pareamento dos cromossomos homólogos é exclusivo da meiose e é considerado o evento chave deste tipo de divisão. De acordo com essas informações, responda em qual fase ocorre esse pareamento?</p> <p>A) Anáfase I B) Metáfase I C) Profase I D) Interfase E) Prófase II</p> <p>* Se errar, volte 2 casas RESPOSTA: - Letra C</p>	<p>O pareamento dos cromossomos homólogos tem dupla importância. Quais são elas?</p> <p>* Se errar, perca uma jogada. RESPOSTA: - garantir a posterior separação dos cromossomos homólogos no final da meiose I - permitir que ocorra a troca de segmentos entre os cromossomos homólogos (crossing-over)</p>	<p>Quais são as subdivisões da Prófase I?</p> <p>A) Intercinese, Zigóteno, Paquíteno, Diplóteno e Diacinese; B) Leptóteno, Zigóteno, Paquíteno, Diplóteno e Intercinese; C) Intercinese, Leptóteno, Paquíteno, Diplóteno e Diacinese; D) Leptóteno, Zigóteno, Paquíteno, Diplóteno e Diacinese; E) Leptóteno, Zigóteno, Intercinese, Diplóteno e Diacinese;</p> <p>* Se errar, volte 1 casa RESPOSTA: - Letra D</p>
<p>A Primeira Lei de Mendel diz que:</p> <p>A) Cada característica é formada por mais de dois fatores que se separam na formação dos gametas; B) Cada característica é formada por dois fatores que não se separam na formação dos gametas; C) Cada característica é formada por dois fatores que se separam na formação dos gametas; D) Toda característica é formada por dois fatores que se separam na formação dos gametas; E) Toda característica é formada por dois fatores que não se separam na formação dos gametas;</p> <p>* Se errar, volte 2 casas. RESPOSTA: - Letra C</p>	<p>A Segunda Lei de Mendel diz que:</p> <p>A) Características distintas não se segregam independentemente umas das outras na formação dos gametas; B) Características distintas segregam-se independentemente umas das outras na formação dos gametas; C) Características semelhantes segregam-se independentemente umas das outras na formação dos gametas; D) Características semelhantes não se segregam independentemente umas das outras na formação dos gametas; E) Características distintas segregam-se dependendo umas das outras na formação dos gametas</p> <p>* Se errar, volte 2 casas. RESPOSTA: - Letra B</p>	<p>O que são quiasmas?</p> <p>A) São pontos onde os cromossomos se encontram mais condensados; B) São pontos onde houve intercâmbio genético entre as cromátides não irmãs dos cromossomos homólogos; C) São os pontos onde as fibras do fuso se ligam para que haja separação dos cromossomos homólogos; D) São as regiões onde se inicia o processo de duplicação dos cromossomos; E) São as regiões responsáveis pela união das cromátides irmãs nos cromossomos;</p> <p>* Se errar, volte 1 casa. RESPOSTA: - Letra B</p>	<p>O crossing-over ou recombinação genética é um evento que ocorre na prófase I da meiose e é um dos responsáveis por aumentar a variabilidade genética das células formadas. De acordo com essas informações, responda o que ocorre nesse evento:</p> <p>A) Duplicação dos cromossomos; B) Duplicação das cromátides irmãs; C) Troca de segmentos entre as células; D) Troca de segmentos entre as cromátides não irmãs dos cromossomos homólogos; E) Duplicação e troca de segmentos dos cromossomos não homólogos;</p> <p>* Se errar, volte 2 casas.</p>
<p>Ameiose ocorre em células:</p> <p>A) Somáticas; B) Germinativas; C) Todas as vegetais; D) Todas as humanas; E) Nenhuma das alternativas</p> <p>* Se errar, volte 3 casas. RESPOSTA: - Letra B</p>	<p>Ameiose ocorre em:</p> <p>A) Animais, vegetais, bactérias e vírus; B) Animais, bactérias e vírus; C) Animais, vegetais e bactérias; D) Animais e vegetais; E) Animais e bactérias; F) Animais e Vírus</p> <p>* Se errar, volte 2 casas. RESPOSTA: - Letra D</p>	<p>Embora o crossing-over seja um evento da meiose que resulta em variabilidade genética, esta também pode ser promovida por:</p> <p>A) Separação das cromátides irmãs; B) Duplicação do material genético; C) Troca de material genético entre os cromossomos homólogos; D) Segregação independente dos cromossomos homólogos; E) Formação de várias células a partir de uma;</p> <p>* Se errar, volte 1 casa. RESPOSTA: - Letra D</p>	<p>Durante o Zigóteno ocorre a formação de uma estrutura conhecida como complexo sinaptonêmico. Qual a função dessa estrutura?</p> <p>A) Essa estrutura localiza-se entre as cromátides irmãs separando e estabilizando o pareamento dessas cromátides para que possa ocorrer a troca de segmentos entre elas; B) Essa estrutura localiza-se entre os cromossomos homólogos sendo de fundamental importância para a separação destes no final da meiose I; C) Essa estrutura localiza-se entre os cromossomos homólogos estabilizando o pareamento e formando um espaço entre eles para que ocorra a recombinação genética; D) Essa estrutura localiza-se entre as cromátides irmãs sendo de fundamental importância para separação destas no final da meiose;</p> <p>* Se errar, volte 1 casa. RESPOSTA: - Letra C</p>

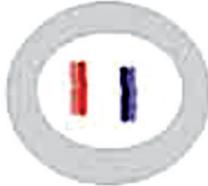
Figura 13 - Cartas que apresentam questões de múltipla escolha. Você poderá criar novas questões, ou utilizar questões discursivas.

Montar um esquema representando o PAQUÍTENO da PROFÁSE I:

- os cromossomos homólogos se pareiam totalmente;
- a cromatina está bem condensada, mas ainda não está no seu máximo;
- o envoltório nuclear separa os cromossomos do restante da célula;
- Ocorre o crossing-over.

* Se errar, volte 1 casa.

RESPOSTA:



Montar um esquema representando o DIPLÔTENO da PROFÁSE I:

- a cromatina está altamente condensada;
- os cromossomos homólogos começam a se afastar, marcando o final do crossing-over;
- o envoltório nuclear separa os cromossomos do restante da célula;
- Fase onde o crossing-over é visível, devido à alta condensação das cromatídeos;

* Se errar, perca uma jogada.

RESPOSTA:

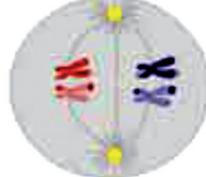


Montar um esquema representando a METÁFASE I:

- os cromossomos homólogos pareados estão dispostos na região equatorial da célula;
- os cromossomos estão altamente condensados;
- os cromossomos estão ligados às fibras do fuso, que os levam em direção aos polos da célula;
- o envoltório nuclear está desorganizado;

* Se errar, volte 1 casa

RESPOSTA:

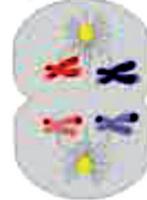


Montar um esquema representando a ANÁFASE I:

- os cromossomos homólogos estão presos nas fibras dos fusos que os levam em direção aos polos da célula;
- os cromossomos homólogos estão se afastando um dos outros;
- o envoltório nuclear está desorganizado;
- o citoplasma começa a se dividir;

* Se errar, volte 1 casa

RESPOSTA:



Montar um esquema representando a TELOFASE I:

- os cromossomos homólogos estão separados em diferentes células;
- a membrana nuclear é reorganizada;
- há formação de duas células n 2c

* Se errar, perca uma jogada.

RESPOSTA:

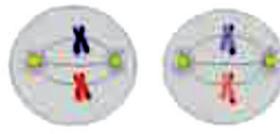


Montar um esquema representando a METÁFASE II:

- esse evento ocorre nas duas células filhas formadas pela Meiose I;
- os cromossomos estão dispostos na região equatorial da célula;
- os cromossomos estão altamente condensados;
- os cromossomos estão ligados às fibras do fuso, que os levam em direção aos polos da célula;
- o envoltório nuclear está desorganizado;

* Se errar, volte 2 casas

RESPOSTA:

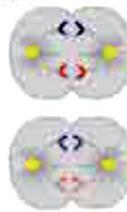


Montar um esquema representando a ANÁFASE II:

- esse evento ocorre nas duas células filhas formadas pela Meiose I;
- as cromátides estão presas às fibras dos fusos que as levam em direção aos polos da célula;
- as cromátides irmãs estão se afastando uma das outras;
- o envoltório nuclear está desorganizado;
- o citoplasma começa a se dividir;

* Se errar, volte 1 casa

RESPOSTA:

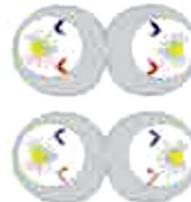


Montar um esquema representando a TELOFASE II:

- as cromátides irmãs estão separadas em diferentes células;
- a membrana nuclear é reorganizada;
- há formação de duas células haplóides;

* Se errar, perca uma jogada.

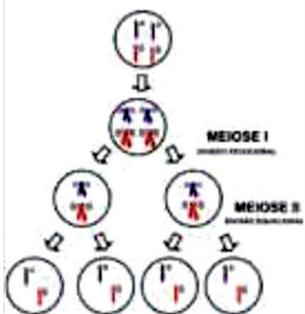
RESPOSTA:



Montar um esquema mostrando a segregação dos alelos aaBB, os locais onde ocorrem meiose I e II indicando qual é reducional e qual é equacional

* Se errar, volte 2 casas

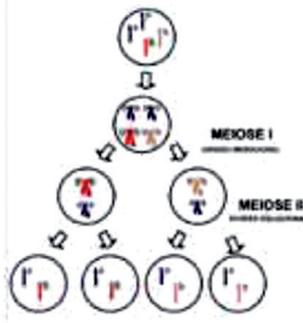
RESPOSTA:



Montar um esquema mostrando a segregação dos alelos aaBb, os locais onde ocorrem meiose I e II indicando qual é reducional e qual é equacional

* Se errar, volte 2 casas.

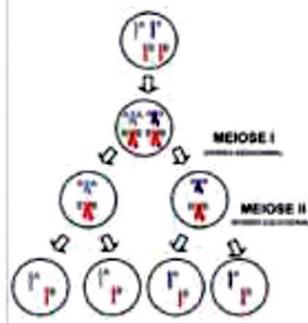
RESPOSTA:



Montar um esquema mostrando a segregação dos alelos AaBB, os locais onde ocorrem meiose I e II indicando qual é reducional e qual é equacional

* Se errar, volte 2 casas.

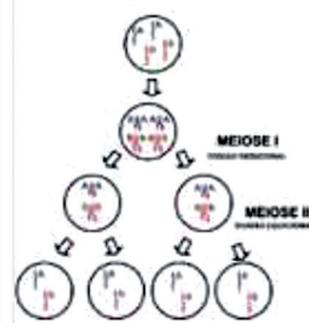
RESPOSTA:



Montar um esquema mostrando a segregação dos alelos AaBb, os locais onde ocorrem meiose I e II indicando qual é reducional e qual é equacional

* Se errar, volte 2 casas.

RESPOSTA:



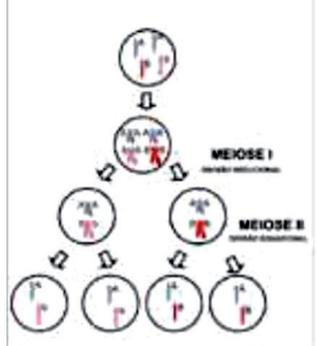
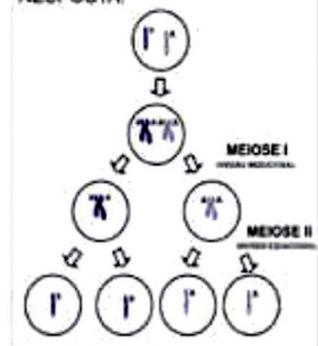
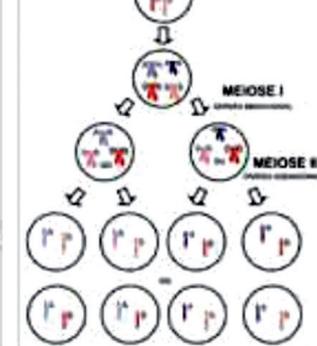
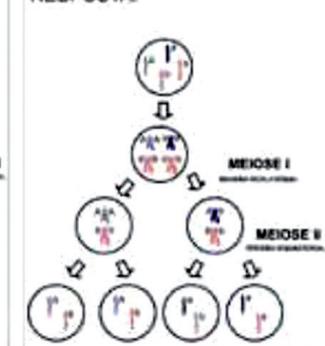
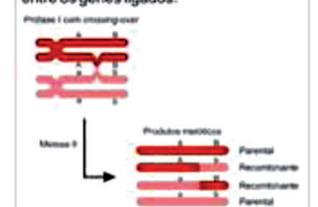
<p>Montar um esquema mostrando a segregação dos alelos AABb, os locais onde ocorrem meiose I e II indicando qual é reducional e qual é equacional!</p> <p>* Se errar, volte 2 casas.</p> 	<p>Montar um esquema representando a segregação dos alelos Aa. Indicar onde ocorrem a Meiose I e a Meiose II e qual é reducional e qual é equacional.</p> <p>* Se errar, volte 3 casas.</p> <p>RESPOSTA:</p> 	<p>Represente a segregação independente dos alelos AaBb. Indicar qual divisão é reducional e qual é equacional!</p> <p>* Se errar, volte 2 casas.</p> <p>RESPOSTA:</p> 	<p>Montar um esquema mostrando a segregação dos alelos Aabb, os locais onde ocorrem meiose I e II indicando qual é reducional e qual é equacional!</p> <p>* Se errar, volte 2 casas.</p> <p>RESPOSTA:</p> 
--	--	---	---

Figura 14 - Cartas do jogo que pedem a elaboração de um esquema representando alguma fase da meiose, ou a segregação alélica nos cromossomos homólogos e nas cromátides irmãs.

<p>CURIOSIDADE</p> <p>Um dos mecanismos hereditários não previstos por Mendel é a co-dominância, um tipo de ausência de dominância em que o indivíduo heterozigoto expressa simultaneamente os dois fenótipos parentais. Como exemplo podemos considerar a cor da pelagem em bovinos da raça Shorthorn: os indivíduos homocigotos AA têm pelagem vermelha; os homocigotos BB têm pelagem branca e os heterocigotos AB têm pelos brancos e pelos vermelhos alternadamente distribuídos.</p> <p>Essa descoberta trouxe avanços à genética, pois através dela, pôde-se entender processos que antes não eram compreendidos baseando-se apenas nas leis de Mendel.</p> <p>*Devido a essa descoberta, avance 2 casas.</p>	<p>CURIOSIDADE</p> <p>Uma importante restrição às leis de Mendel são os genes ligados. Eles se situam em um mesmo cromossomo e só irão se separar na ocorrência de um crossing-over entre eles, durante a meiose. Desse modo, podem ser formados gametas parentais e também, gametas recombinantes, em uma proporção que será de, no máximo 50%, e irá depender da distância existente entre os genes ligados.</p> <p>Problema 1 com crossing-over</p>  <p>Meiose I</p> <p>* Devido a essa descoberta, avance 1 casa</p>	<p>CURIOSIDADE</p> <p>A noção de que uma célula só pode existir através de outra célula, assim como um animal só surge de outro animal e uma planta só surge de outra planta, transmite a idéia da continuidade da vida. A única maneira de uma célula surgir de outra é através da divisão das células pré-existentes. A capacidade da célula de se reproduzir é um dos processos fundamentais da vida e da perpetuação das espécies. Existem dois processos pelos quais as células se multiplicam conhecidos como mitose e meiose.</p> <p>* Avance 1 casa</p>	<p>CURIOSIDADE</p> <p>Ocorreu uma não disjunção dos cromossomos homólogos, durante sua separação na meiose I, resultando em células com excesso ou falta de cromossomos, levando ao surgimento de várias síndromes, entre elas a Síndrome de Down, trissomia do cromossomo 21, e a Síndrome de Klinefelter, na qual há a presença de mais de 2 cromossomos sexuais.</p> <p>* Devido a esse problema, fique uma rodada sem jogar.</p>
---	--	--	---

grupos de seres que utilizam a energia do sol para montar moléculas mais energéticas e complexas, além de outros seres que “quebram” estas moléculas, retirando a energia contida nelas para o seu usufruto.

CURIOSIDADE	CURIOSIDADE	CURIOSIDADE	CURIOSIDADE
<p>Um mecanismo hereditário não previsto por Mendel e que altera a proporção final esperada de um cruzamento são os alelos letais. Em 1905, o cientista Lucien Cuénot, baseando-se em experimentos em que estudava a herança da cor da pelagem em camundongos, verificou que esse tipo de herança não obedecia às proporções esperadas. Em seus estudos ele percebeu que indivíduos homocigotos dominantes para uma determinada característica morriam antes de nascer e que esse alelo, quando em homocigose era letal para o indivíduo que o possuía, mas, se esse alelo se encontra em heterocigose ele não levava o indivíduo à morte.</p> <p>Um alelo letal causa morte pré-natal ou pós-natal, ou ainda, produz uma deformidade significante. O alelo letal pode ser dominante ou recessivo e pode se manifestar em alguns casos somente quando em heterocigose ou homocigose.</p> <p>* Devido a esse problema, volte 2 casas.</p>	<p>O crossing-over é um mecanismo que ocorre entre as cromátides não irmãs de dois cromossomos homólogos e resulta em um aumento da variabilidade genética.</p> <p>Devido a esse fenômeno, ocorre uma maior variabilidade dos tipos de gametas formados ao final de cada meiose, o que contribui com uma maior diversidade de organismos e favorece a adaptação evolutiva da espécie, ou seja, o processo de recombinação genética acelera o processo evolutivo das espécies.</p> <p>* Devido ao aumento da variabilidade genética proporcionado pelo crossing-over, avance 2 casas.</p>	<p>No início da Meiose cada célula apresenta um par de cromossomos homólogos e estes encontram-se duplicados. Assim, a célula é denominada diplóide e apresenta quantidade de DNA 4C. No fim da Meiose I, com a separação dos cromossomos homólogos, a célula passa a ser então chamada de haplóide, com somente um lote cromossomal por célula e 2C de DNA, sendo cada cromossomo composto por duas cromátides. Com o fim do processo meiótico, há a formação de 4 células filhas com apenas um lote cromossômico cada, e quantidade C de DNA.</p> <p>* Avance 2 casas.</p>	<p>Mesmo sendo de grande importância, as observações e interpretações de Mendel foram deixadas de lado por 35 anos. Os motivos dessa demora foram a incompreensão das estruturas celulares e de como as células se dividiam. Somente em 1900 houve conhecimento necessário sobre a célula e seus processos para que os princípios de Mendel pudessem ser devidamente interpretados.</p> <p>* Devido à demora na compreensão dos processos celulares, volte 2 casas.</p>

Figura 15 - Cartas informativas, trazendo curiosidades sobre o tema proposto. Algumas fazem o grupo retroceder no tabuleiro, outras o fazem avançar.

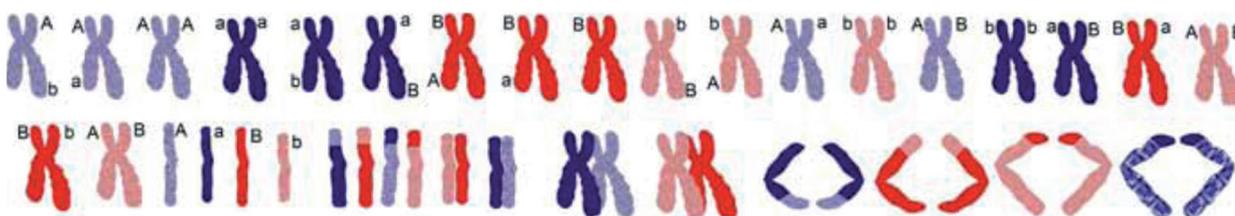


Figura 16 - Desenhos de cromossomos e cromatídeos que deverão ser recortados para a montagem dos esquemas. Alguns apresentam alelos, que podem ou não estar indicados de maneira correta. Cada um é impresso na quantidade de seis cópias por kit de jogo.

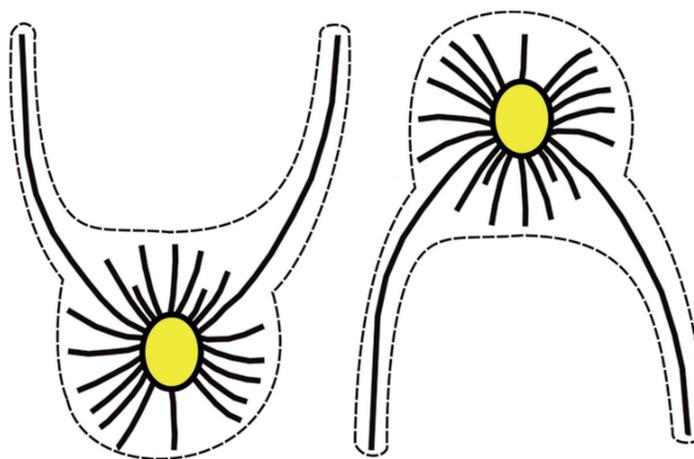


Figura 17 - Representação de um centrômero com as fibras do fuso meiótico e fibras do áster.

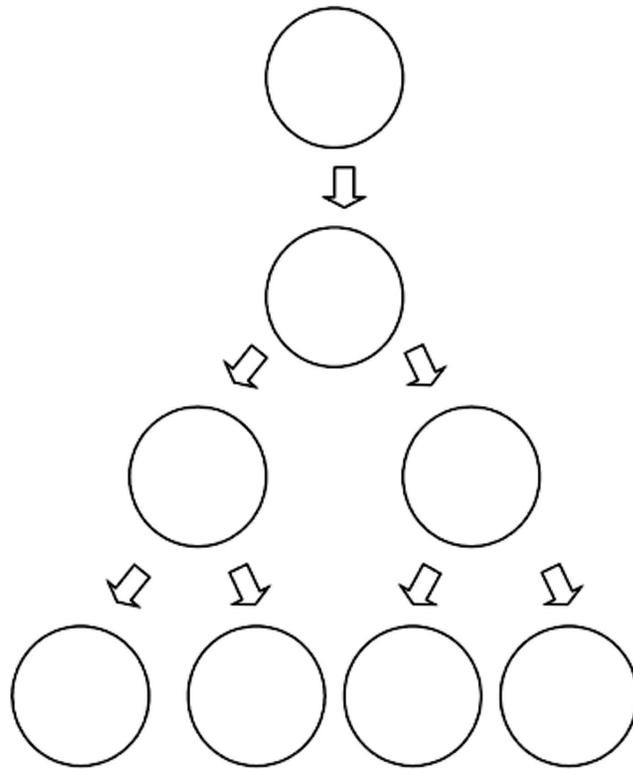


Figura 18 - Fluxograma básico para a representação das divisões meióticas I e II. Usado para a montagem de esquemas exigidos pelas cartas, os quais podem se referir à meiose puramente, ou, à segregação alélica.

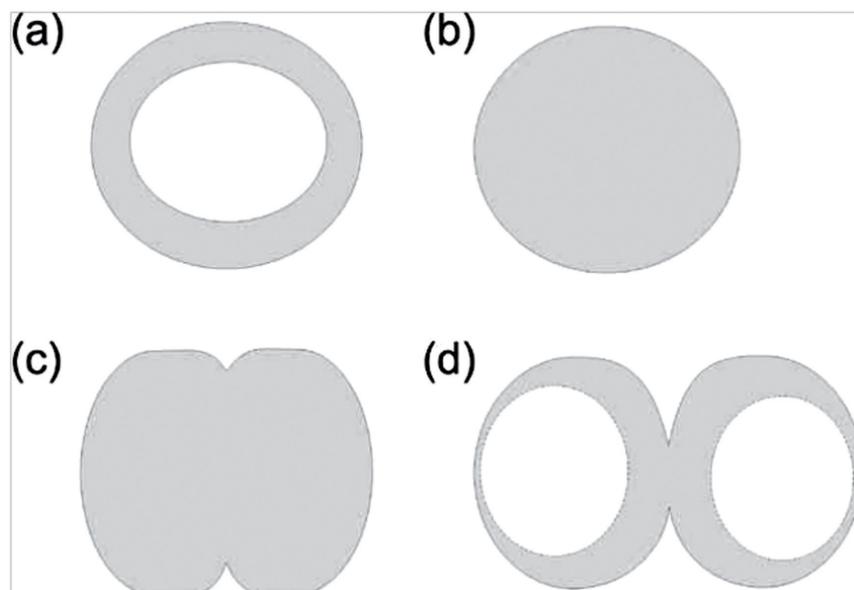


Figura 19 - Representações de células sem cromossomos e outros morfocomponentes, usadas para a montagem de esquemas de prófases (a), metáfases (b) anáfases (c) e telófases (d).

Seção: 2 – O começo, o meio e o fim...

Página no material do aluno

103 a 109

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Por que os filhos se parecem fisicamente com os pais?	Datashow com computador, DVD e som	Trata-se da exibição de uma animação com links para vídeos curtos sobre como surgimos a partir de uma célula que sofre inúmeras divisões e posteriores diferenciações até a formação de um bebê.	Turma toda.	50 min.

Aspectos operacionais

Caro professor, antes de exibir a animação seria interessante que você realizasse um levantamento prévio das concepções alternativas dos alunos sobre o tema. De maneira simples mesmo, como numa conversa informal, pergunte a eles como se dá a semelhança física entre pais e filhos. É possível que a maioria atribua essa semelhança, a uma suposta herança do sangue dos pais. Então, você pode questioná-los, até que alcancem a resposta esperada: união dos gametas, que possuem informações de cada um dos pais.

A partir daí, você poderá exibir o filme, que mostra um vídeo curto de fertilização in vitro, a formação da célula-ovo ou zigoto, as sucessivas divisões celulares, até o processo de diferenciação celular.

O filme está no pen drive do professor e no link <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=49423> (Autor(es): Fundação CECIERJ).

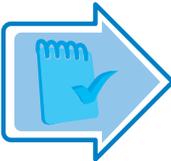
Aspectos pedagógicos

Professor, as concepções alternativas dos nossos alunos fazem parte do senso comum e, muitas vezes, partindo delas podemos construir um aprendizado mais efetivo dos conceitos científicos. Como sabemos, não constituem respostas totalmente descabidas ou de menor valor, pois podemos perceber que quase sempre fazem algum sentido. A questão da hereditariedade, por exemplo, pode vir acompanhada da ideia de que herdamos as características através do sangue dos nossos pais. Você pode perguntá-los se realmente há troca de sangue numa relação sexual e como essa troca poderia formar um bebê. Eles mesmos irão desconstruindo essa ideia. Ao recordar os sistemas reprodutores masculino e feminino e indagá-los sobre o que acontece na relação sexual, relacionado à formação do bebê, vocês finalmente irão chegar nos conceitos de gametas e célula-ovo.

A partir daí, você irá construir o conceito de hereditariedade como transmissão de DNA, que no caso humano e de todos os seres cuja reprodução é sexuada, envolve uma combinação do DNA do pai e da mãe, gerando uma única célula que, através de sucessivas MITOSES, origina um novo ser.

Outro conceito importante também é tratado aqui: DIFERENCIAÇÃO CELULAR. Você pode perguntar também antes do filme sobre esse conceito: “Vocês acham que nossas células são todas iguais?” “Por que não poderiam ser?” Até eles concluírem que para cada função há um formato mais eficiente. Então, você pode mostrar que as células musculares, por exemplo, são alongadas o que está diretamente relacionada às funções de contração e alongamento. Procure lembrar onde há esse e outros tipos de célula apresentados no vídeo (células do epitélio ciliado da tuba uterina e células nervosas) para que eles mesmos relacionem-nas com suas respectivas funções.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Resolvendo questões.	Cópia da questão do vestibular.	Resolução de uma questão de vestibular sobre a temática de mitose e meiose.	Atividade individual.	10 min.

Aspectos operacionais

Professor, como forma de avaliação uma boa estratégia é fornecer questões sobre o tema que já caíram no vestibular para que o aluno possa conferir como é cobrado na prática. Oferecemos a seguir uma questão recente do vestibular da FUVEST para que você a imprima e distribua aos alunos para que a realizem individualmente.

(FUVEST 2012)

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 equita-

tiva do material genético entre as células resultantes estão indicados em:

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

Aspectos pedagógicos

Comentários da questão: A reparação de tecidos é realizada por mitoses. Podemos verificar que os eventos I e III são exclusivos da meiose, correspondendo respectivamente a metáfase I e a prófase I. Por sua vez, os eventos II e IV ocorrem tanto na mitose como na meiose. Dessa forma, a resposta é a letra B.

Professor, após a resolução desta questão em aula, você pode promover uma discussão das respostas encontradas pelos alunos, comentando os possíveis erros por eles cometidos.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Organizando as etapas -Mitose e meiose.	Cópia das fichas com as imagens dos processos de divisão celular mitose e meiose.	Atividade onde os alunos irão montar seqüências de imagens para representar os processos de divisão celular mitose e meiose.	Turma dividida em grupos de 4 alunos.	10 min.

Aspectos operacionais

Prezado professor, para realizar a revisão do conteúdo proposto, sugerimos uma atividade que retrata os processos das divisões celulares da mitose e da meiose. Para isso, tire cópias (em número igual a quantidade de grupos formados) das figuras apresentadas a seguir, que se encontram disponíveis no pen drive do professor, e recorte, separando, cada uma das etapas dos dois processos de divisão celular.

Agora, entregue as etapas embaralhadas para cada um dos grupos e peça que identifiquem cada um dos processos e montem a sequência correta deles. Logo após as equipes terem montado suas sequências, faça uma revisão em grupo dos erros e dos acertos, aproveitando para ressaltar as principais semelhanças e diferenças entre esses dois processos.

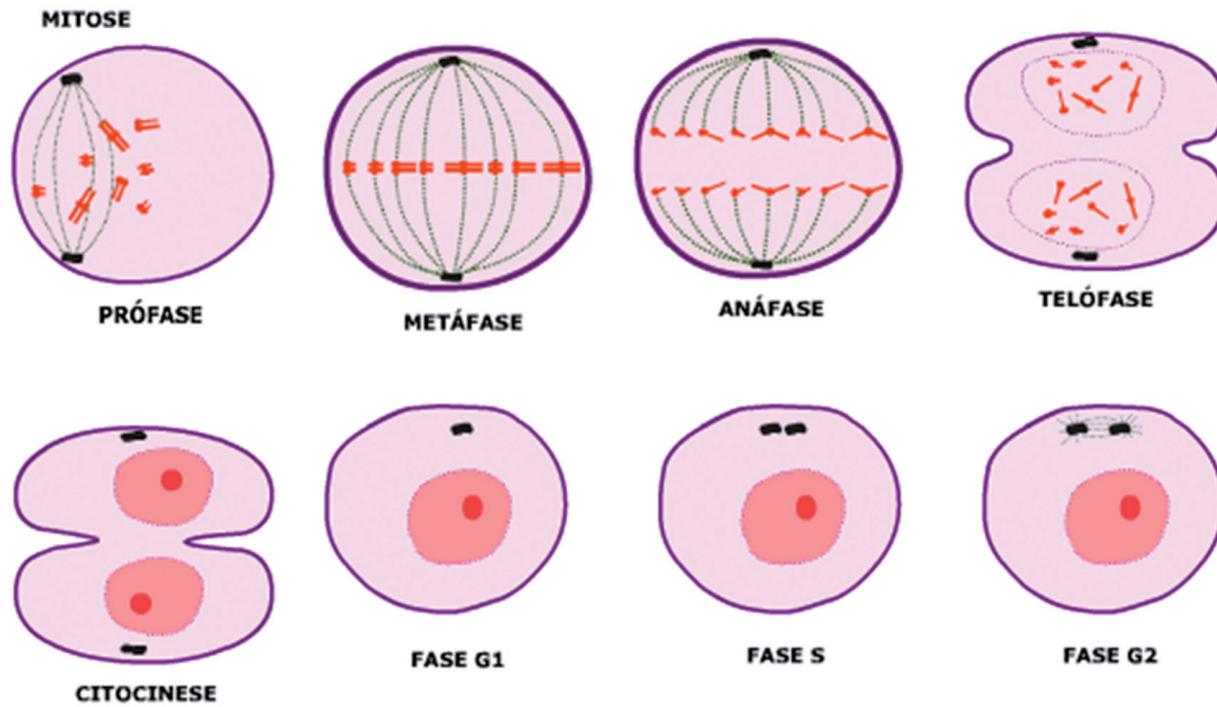


Figura 20 – Etapas do processo de MITOSE.

Fonte: <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=42416> - Autor: CEDERJ

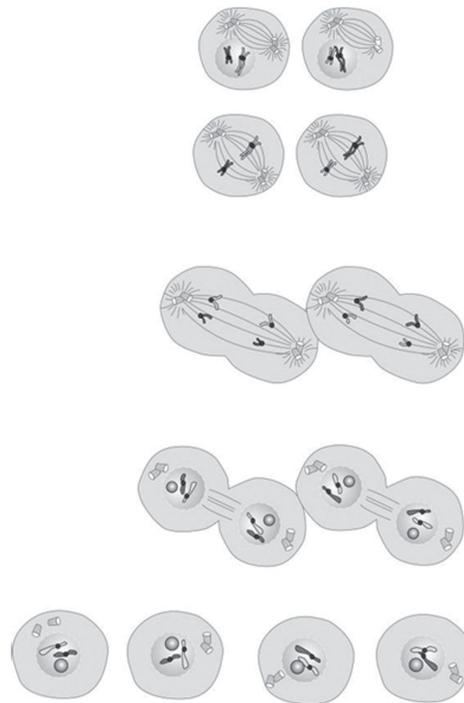


Figura 21 – Etapas do processo de MEIOSE.

Fonte: <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=50086> - Autor(es): Jefferson Caçador; Eduardo Bordoni

Aspectos pedagógicos

Professor, nesta proposta de avaliação o objetivo é a diferenciação dos dois processos de divisão celular pela análise gráfica, identificando a meiose como um processo que origina quatro células haploides, enquanto a mitose origina apenas duas células diplóides.

Para ampliar a atividade pode-se solicitar que os alunos cole as sequências em folhas de papel A4 e façam um pequeno resumo das etapas, com destaque para a diferenciação entre meiose e mitose quanto ao número final de cromossomos e sua relação com a reprodução das espécies.

