

Ervilhas: Hereditariedade e o Nascimento da Genética

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

Caro professor,

A Unidade 3 é dedicada ao estudo do nascimento da Genética. Por essa razão, serão abordadas a primeira e a segunda lei de Mendel, além da herança genética ao longo das gerações. Esta Unidade está relacionada ao estudo da herança das características ao longo das gerações.

Este material foi elaborado para funcionar como suporte do material do aluno e traz propostas alternativas para serem utilizadas em sala de aula. A utilização de jogos e atividades adicionais estimula a utilização de recursos tecnológicos e a inserção no cotidiano do aluno. Esperamos que goste das atividades propostas.

A Atividade 1 propõe um jogo divertido: o bingo das ervilhas. Observe, professor, que o bingo contém cartelas para a primeira e a segunda lei de Mendel. Se achar que os conteúdos são muito extensos para uma atividade inicial, você pode dividir o jogo em dois, inicialmente propondo a primeira lei de Mendel e, no final da Unidade, complementar com a segunda parte do jogo, que seria a segunda lei de Mendel. Na opção 2, temos o jogo tabelando com a genética, onde se pode, com a ajuda do excel, estudar o melhoramento de raças. Essa estratégia é comumente utilizada na Zootecnia, quando há interesse em utilizar a genética em favor da produção do direcionamento de animais com determinadas características genéticas. Na opção 3, temos um vídeo para promover a sensibilização ao estudo da genética, pois trata da importância dos estudos genéticos na pre

venção e tratamento de doenças hereditárias. A proposta é a exibição do filme e posterior debate entre os alunos, através da mediação e orientação do professor. Para continuarmos, damos sugestões em relação às atividades presentes no livro do aluno. Sugerimos a utilização dessas atividades no decorrer das aulas, de acordo com o conteúdo apresentado pelo professor.

Para finalizar, em sua última aula, propomos uma revisão geral e avaliação do estudante. Para isso, apresentamos algumas possibilidades que estão nas seções *O que perguntam por aí?* e *Sugestões de Avaliação*.

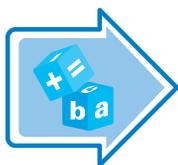
Apresentação da unidade do material do aluno

Disciplina	Volume	Módulo	Unidade	Estimativa de aulas para essa unidade
Biologia	1	2	3	4 aulas de 2 tempos

Titulo da unidade	Tema
Ervilhas: Hereditariedade e o Nascimento da Genética	Primeira Lei de Mendel Segunda Lei de Mendel Heredogramas
Objetivos da unidade	
Aplicar as leis de Mendel.	
Construir um heredograma.	
Seções	Páginas
Seção 1 - Gregor Mendel e suas ervilhas.	77 a 79
Seção 2 - A "Primeira Lei de Mendel".	79 a 85
Seção 3 - A "Segunda Lei de Mendel".	85 a 89
Seção 4 - Aprendendo mais com Árvores Genealógicas: os "Heredogramas".	90 a 92

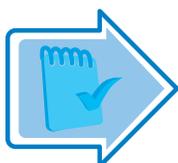
Recursos e ideias para o Professor

Tipos de Atividades



Atividades em grupo ou individuais

São atividades que são feitas com recursos simples disponíveis.



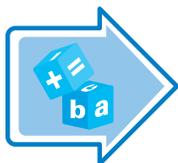
Material copiado para distribuição em sala

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;



Atividades lúdicas

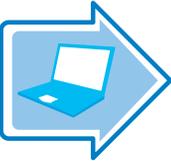
Experiências práticas que podem ser realizadas em sala com uso de recursos simples;



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
	Bingo das ervilhas.	Impressão do material do bingo (uma cartela principal com os cruzamentos e fenótipos possíveis, 20 cartelas para os alunos, quadro com os genótipos que serão recortados e sorteados), saco ou caixa para guardar as peças a serem sorteadas, sementes (feijão, milho) para marcar as cartelas. Essa atividade foi retirada do artigo publicado na revista Genética na Escola: http://genetica-naescola.com.br/vol-v1-artigo-02/ .	Jogo de bingo realizado em sala de aula, utilizando recursos simples, que têm como objetivo introduzir o tema hereditariedade.	A atividade poderá ser realizada individualmente ou em duplas, de forma a não ultrapassar 20 grupos, pois esse é o número máximo de cartelas.	40 min.
	A importância da Genética na prevenção de doenças hereditárias.	Projetor multimídia, computador, Internet, lápis e folha.	Sensibilização para o estudo da genética através de 2 vídeos sobre a importância dos estudos genéticos na prevenção e tratamento de doenças hereditárias. A proposta é a exibição do filme e posterior debate entre os alunos, através da mediação e orientação do professor.	A turma toda	50 min.



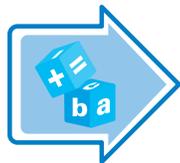
Melhorando raças domésticas.	Datashow com computador e arquivo da atividade disponível no pendrive.	Utilizar imagens de fluxogramas para visualizar os here-dogramas de uma forma mais simples, utilizando o tema melhoramento de raças. A partir daí, trabalhar o conceito de dominância e recessividade.	Individual	30 min.
------------------------------	--	--	------------	---------

Seção 1 - Gregor Mendel e suas ervilhas

Página no material do aluno

77 a 79

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Por que você nasceu assim?	Datashow (opcional), cartolina (opcional), quadro.	Pesquisa quantitativa de algumas características físicas dos próprios alunos, a fim de identificarem a influência da genética.	Individual	30 min.
	“Meu pé de ervilha”	Folhas de papel A4 em branco, cópias da imagem “variedades de ervilhas”, lápis de cor.	Proposta de criação, pelos alunos, do “Meu pé de ervilha” através de desenhos e com auxílio da imagem, que mostra a diversidade de características das ervilhas estudadas por Mendel.	Grupos de 3 a 4 alunos	30 min.



Contação de histórias: Quem foi Mendel?	Cópia do texto "A história de Mendel"	Atividade de contação de história sobre a vida de Mendel, a fim de montar o cenário da sociedade na época das primeiras descobertas genéticas.	Individual	30 min.
---	---------------------------------------	--	------------	---------



De onde vem esta característica?	<i>Datashow</i> (opcional) ou folha de papel A4.	Utilização de esquemas simples de cruzamentos de ervilhas comparando com a manifestação de características humanas, a fim de debater dominância, recessividade e hibridismo.	Individual	30 min.
----------------------------------	--	--	------------	---------

Seção 2 - A Primeira Lei de Mendel

Página no material do aluno

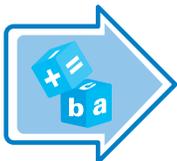
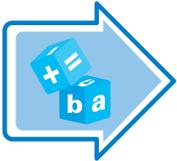
79 a 85

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Cruzando informações	Computadores da sala de Informática e material impresso	A atividade utiliza tabelas para apresentar/exercitar os cruzamentos genéticos da Primeira Lei de Mendel. As tabelas poderão ser trabalhadas na sala de Informática, utilizando o programa Excel, ou serem impressas.	Individual	30 min.
	A hipótese de Mendel	<i>Datashow</i> com computador, DVD e som	Apresentação de uma animação sobre os experimentos de Mendel e as conclusões da sua primeira Lei, envolvendo a participação dos alunos nos resultados dos cruzamentos das ervilhas.	Individual	30 min.

Seção 3 - A Segunda Lei de Mendel

Página no material do aluno

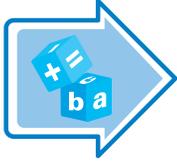
85 a 89

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Grupos sanguíneos e transfusão de sangue	Material copiado para distribuição em sala	Questões discursivas complementares à Atividade 2 da Seção 4 da Unidade 3, para serem feitas em grupo.	Turma dividida em grupos de 4 alunos	20 min.
	Cruzamento de moedas	Moedas e canetas esferográficas	Proposta de atividade lúdica que envolve a formação de gametas e a realização de cruzamentos genéticos com ervilhas, utilizando moedas para representar a Segunda Lei de Mendel.	Turma dividida em grupos de 4 alunos	50 min.

Seção 4 - Aprendendo mais com Árvores Genealógicas: os Heredogramas

Página no material do aluno

90 a 92

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Coletando informações genéticas	Material didático do aluno	Construção de um quadro com informações genéticas das famílias dos alunos, utilizando como caráter o indivíduo ser destro ou canhoto.	Participação dos alunos de forma individual	20 min.



Decifrando heredogramas	Material impresso e distribuído em sala aos alunos.	Aplicação de exercícios com uma série de heredogramas, para que os alunos decifrem o sistema de código utilizado com auxílio da legenda.	Turma dividida em grupos de 3 ou 4 alunos.	20 min.
-------------------------	---	--	--	---------

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Questões do ENEM e da UERJ	Fotocópias em papel A4	Sugerimos duas questões comentadas, retiradas de vestibulares passados, para que o aluno tenha maior contato com os tipos de questões cobradas pelas instituições públicas de Ensino Superior.	A atividade pode ser individual	30 min.

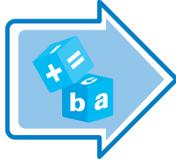


O bingo da 2ª Lei!	Impressão do bingo disponível no pendrive (uma cartela principal com os cruzamentos e fenótipos possíveis, 20 cartelas para os alunos, quadro com os genótipos que serão recortados e sorteados), saco ou caixa para guardar as peças a serem sorteadas, sementes (feijão, milho) para marcar as cartelas. Essa atividade foi retirada do artigo publicado na revista Genética na Escola: http://genetica-naescola.com.br/vol-v1-artigo-02/ .	Proposta de jogo similar à apresentada como uma das atividades iniciais com a Segunda Lei de Mendel, para consolidar conhecimentos.	Atividade em duplas	30 min.
--------------------	---	---	---------------------	---------



Avaliação sobre a Primeira Lei de Mendel	Folhas de papel A4 ou de caderno, 7 alunos voluntários	Dramatização com um caso de paternidade genética a ser desvendado.	Individual	30 min.
--	--	--	------------	---------

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Bingo das ervilhas.	Impressão do material do bingo (uma cartela principal com os cruzamentos e fenótipos possíveis, 20 cartelas para os alunos, quadro com os genótipos que serão recortados e sorteados), saco ou caixa para guardar as peças a serem sorteadas, sementes (feijão, milho) para marcar as cartelas. Essa atividade foi retirada do artigo publicado na revista Genética na Escola: http://genetica-naescola.com.br/vol-v1-artigo-02/ .	Jogo de bingo realizado em sala de aula, utilizando recursos simples, que têm como objetivo introduzir o tema hereditariedade.	A atividade poderá ser realizada individualmente ou em duplas, de forma a não ultrapassar 20 grupos, pois esse é o número máximo de cartelas.	40 min.

Aspectos operacionais

Todo o material para impressão do bingo encontra-se disponível no *link* <http://genetica-naescola.com.br/vol-v1-artigo-02/>. Essa atividade foi retirada do artigo publicado na revista Genética na Escola.

Como jogar:

1) O professor deverá recortar os genótipos (Figura 1) e colocá-los dentro de um saco ou envelope, para que os mesmos sejam retirados e anunciados;

2) Cada jogador deverá receber uma cartela (Figura 2). O professor retira a ficha contendo o genótipo respectivo ao bingo. Caberá ao jogador fazer o cruzamento e marcar na sua cartela aquele fenótipo representado com as figuras coloridas. Para controle dos genótipos que já saíram, o professor vai colocando os genótipos sorteados sobre os seus respectivos fenótipos na sua cartela principal(Figura 3);

3) O primeiro jogador que preencher a cartela pronuncia "Mendel"; o professor, nesse instante, deverá interromper o bingo para fazer a conferência e anunciar se, de fato, o jogador ganhou o jogo de bingo. Caso o jogador não tenha ganhado, o professor dará sequência ao jogo e poderá pedir ao jogador que blefou para pagar uma prenda ou responder a uma questão de genética, para que volte ao jogo. Sugere-se ao professor a entrega de brindes para os ganhadores para que, a cada rodada, os jogadores tenham mais expectativa. Para maior durabilidade do material e reutilizações do bingo, recomenda-se que o material (especialmente, as cartelas) seja plastificado;

4) No cruzamento das características, os genes dominantes virão antes dos recessivos; os dominantes serão representados pela letra maiúscula, e os recessivos, pela letra minúscula. A primeira lei de Mendel será representada pelas características: cor da ervilha (V), textura da ervilha (R), cor da vagem (F), forma da vagem (L), altura da planta (B) e posição das flores (P);

5) A cada momento dessa experiência, o professor poderá introduzir conceitos diretamente relacionados à genética e à explicação da utilização das letras para a representação do genótipo dominante e do recessivo. Além disso, o professor poderá, durante a brincadeira, introduzir esses conceitos da primeira lei, não somente relacionados a ervilhas, porém ao cotidiano do aluno de forma geral.

Texto suplementar: Mendel enrolado na dupla hélice <http://geneticanaescola.com.br/vol-i2-artigo-08/>.

VV	Vv	Vv	vv
FF	Ff	Ff	ff
RR	Rr	Rr	rr
BB	Bb	Bb	bb
LL	Ll	Ll	ll
PP	Pp	Pp	pp

Figura 1 - Os 24 genótipos da primeira lei de Mendel. O professor deve recortar cada genótipo e colocar num saco ou envelope.

	V	v	F	F	B	B	b
V							
v							
R			L		P		
r			l		p		

	V	v	F	F	B	B	b
V							
v							
R			L		P		
r			l		p		

	V	v	F	F	B	B	b
V							
v							
R			L		P		
r			l		p		

	V	v	F	F	B	B	b
V							
v							
R			L		P		
r			l		p		

	V	v	F	F	B	B	b
V							
v							
R			L		P		
r			l		p		

	V	v	F	F	B	B	b
V							
v							
R			L		P		
r			l		p		

	V	v	F	F	B	B	b
V							
v							
R			L		P		
r			l		p		

	V	v	F	F	B	B	b
V							
v							
R			L		P		
r			l		p		

Figura 2 - Cartelas da primeira lei de Mendel num total de 20 cartelas: o professor deve imprimi-las em tamanho adequado para o manuseio, recortá-las e entregar uma para cada aluno.

(Recomenda-se que o professor plastifique as cartelas, para aumentar a reutilização).

	V	v		F	f		B	b
V			F			B		
v			f			b		
	R	r		L	l		P	p
R			L			P		
r			l			p		

Figura 3 - Cartela principal da primeira lei de Mendel. Essa cartela deve ficar com o professor, para que coloque os genótipos sorteados sobre o fenótipo correspondente.

Aspectos pedagógicos

O uso de jogos ajuda a promover maior interação entre os alunos, além de permitir a introdução dos conceitos de genética de forma divertida. Ao mesmo tempo, com esse jogo, poderemos trabalhar os conceitos relacionados à primeira lei de Mendel. Para isso, professor, indicamos materiais necessários para o trabalho com a turma toda.

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A importância da Genética na prevenção de doenças hereditárias.	Projektor multimídia, computador, Internet, lápis e folha.	Sensibilização para o estudo da genética através de 2 vídeos sobre a importância dos estudos genéticos na prevenção e tratamento de doenças hereditárias. A proposta é a exibição do filme e posterior debate entre os alunos, através da mediação e orientação do professor.	A turma toda	50 min.

Aspectos operacionais

Professor, o objetivo desta atividade é despertar a curiosidade e motivar nossos alunos para o estudo da Genética. Isso se faz necessário porque, apesar de ser tratado de forma tão abstrata na escola, possui cada vez mais uma grande gama de possibilidades de aplicações nas nossas vidas, muitas delas, inclusive, com questões éticas de grande relevância.

Nossa sugestão é a projeção dos vídeos “Pesquisas Genéticas: Prevenção e Tratamento de Doenças I e II”, disponíveis em nos sites:

Prevenção e tratamento de doenças I - <http://www.youtube.com/watch?v=DBnOgsgNFeA>

Prevenção e tratamento de doenças II - <http://www.youtube.com/watch?v=gpSsS08PMSk>

Os vídeos têm uma linguagem de fácil compreensão, por serem de um programa de TV direcionado ao grande público. Por outro lado, quem fala, com grande propriedade e simplicidade, é um especialista no assunto, professor e pesquisador de uma universidade federal de Alagoas.

O programa inteiro tem 16 minutos e 41 segundos, divididos em duas partes. Nossa sugestão é que, após a exibição dos vídeos, você possa estimular o debate dos alunos sobre as questões mais relevantes. Para isso, destacamos alguns pontos:

- Mesmo as doenças genéticas não são determinadas 100% pelos genes; o pesquisador fala da importância do meio ambiente (alimentação, consumo de bebidas, cigarro, etc.);
- A importância do aconselhamento genético, principalmente, para mulheres que engravidam tardiamente e possuem maior chance de terem filhos com doenças genéticas;
- Aspectos éticos do uso da genética para descobrir doenças futuras do bebê. Esse ponto é bem interessante, porque muitas vezes enxergamos apenas os benefícios da ciência sem discutir as implicações éticas. No início do 2º filme, a entrevistadora pergunta se não é muito delicado saber que sua filha, ainda em estágio embrionário, pode desenvolver câncer de mama. O que fazer diante dessas possibilidades, que são apenas predisposições e não determinações, já que não somos apenas geneticamente determinados?
- A importância do meio (educação, cultura, etc.) na própria constituição da nossa inteligência, embora tenha também um fator genético.

Aspectos pedagógicos

Antes de iniciar o vídeo, o professor pode questionar os alunos sobre a importância da Genética, porque eles mesmos já conhecem algumas aplicações dessa ciência, como, por exemplo:

- melhoramento bovino, para produção de leite e carne de melhor qualidade;
- teste de DNA;
- provavelmente, já ouviram falar em transgênicos, entre outros.

Os alunos também devem ter ouvido falar em doenças genéticas ou hereditárias. Se preferir, você pode esclarecer as diferenças entre doenças hereditárias, congênitas e adquiridas.

Por fim, um ponto interessante que provavelmente os próprios alunos podem destacar, principalmente em relação ao aconselhamento genético, é a contradição vivida em nosso país. Se, de um lado, temos as mais modernas técnicas genéticas para prevenção de doenças hereditárias - mas que é acessível a poucos -, de outro lado, a grande maioria da população não possui acesso básico à saúde. Segundo dados do IBGE (2010), 42,4% das mulheres dão à luz sem passar por, ao menos, 6 consultas com o médico (Ver *link*: <http://delas.ig.com.br/saudedamulher/brasil-prenatal-ainda-esta-longe-do-ideal/n1237778434746.html>)

Professor,

Fique à vontade para acrescentar ou retirar alguns pontos sugeridos no debate.

Atividade Inicial

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Melhorando raças domésticas.	Datashow com computador e arquivo da atividade disponível no pendrive.	Utilizar imagens de fluxogramas para visualizar os here-dogramas de uma forma mais simples, utilizando o tema melhoramento de raças. A partir daí, trabalhar o conceito de dominância e recessividade.	Individual	30 min.

Aspectos operacionais

Essa atividade foi planejada para ser acompanhada por toda a turma com a orientação do professor através da apresentação do arquivo “Melhorando raças domésticas” no *datashow*. Ao longo da apresentação, o professor conduzirá os alunos a obterem as conclusões necessárias sobre os cruzamentos genéticos propostos.

A proposta é abordar os conceitos iniciais da genética mendeliana a partir do melhoramento das raças e dos cruzamentos entre os animais domésticos, que foram sendo feitos pela humanidade desde os primórdios.

É importante que você:

- Abra o arquivo referente à atividade “Melhorando raças domésticas”. Leia o texto guia para os alunos, interpretando os novos termos genéticos. Caso não disponha de um *datashow*, pode ser feita a leitura coletiva dos textos- -guia e construção das tabelas e fluxogramas no quadro;
- Comece explicando a eles quais são as possibilidades matemáticas de um encontro dos pares de genes materno e paterno. O primeiro texto-guia e o fluxograma 1 trabalham com a possibilidade de um fenótipo desejado se relacionar a um gene recessivo. A seguir, são apresentadas as possibilidades de cruzamentos e descendentes, de acordo com os fenótipos e genótipos possíveis da geração parental. Explore cada uma das tabelas propostas e deixe que os alunos respondam às questões propostas;
- O segundo texto-guia, associado a um segundo fluxograma, trabalha a possibilidade de um fenótipo desejado se relacionar a um gene dominante. Em seguida, também são apresentadas as possibilidades de cru-

zamentos e descendentes, de acordo com os fenótipos e genótipos possíveis da geração parental. Explore cada uma das tabelas propostas, deixando que eles respondam às questões que se seguem;

- A proposta é que você chegue ao resultado junto com os alunos, mostrando como é mais fácil selecionar e fixar na população uma característica que se apresenta por recessividade do que por dominância, quando se conta apenas com o fenótipo;
- A seguir, o modelo da atividade, disponível no *pendrive*, para apresentação no *datashow*.

Melhorando raças genéticas

Texto-guia 1: Se um fenótipo desejado se relacionar a um gene recessivo

Imaginem como podemos criar novas raças de cães a partir do cruzamento de raças bem diferentes. Para este experimento genético, serão usados para geração parental (GP) cães cruzados há muitas gerações entre a mesma raça que tenha orelhas grandes e caídas contra cães cruzados entre a mesma raça de orelhas médias e eretas. Será considerado que as orelhas caídas são dominantes, e as eretas, recessivas. A orelha caída na primeira geração (F1), muitas vezes, dominava a geração; mas quando os filhos destes mesmos pais era um de orelhas caídas, selecionava-se este para a produção de F2. Cães de F1 desta mesma experiência com outros de uma sequência de GP e F1 iguais são selecionados para cruzarem, e o resultado é uma segunda geração (F2) 100% de orelhas eretas.

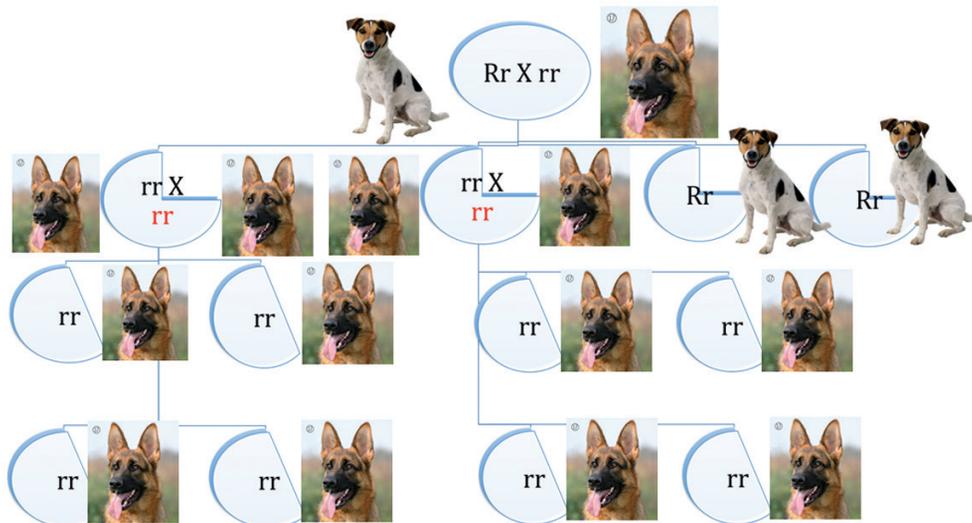


Figura 4 - Fluxograma 1: Cruzamento de cães de orelhas caídas com cães de orelhas eretas.

Análise dos resultados: Observe como as possibilidades de interpretação das informações contidas no texto-guia e no fluxograma foram expostas nas tabelas a seguir.

Fenótipo\Genótipo

Descrição do fenótipo:	Caída	Rr ou RR	Descrição do genótipo
	Ereta	rr	

1. Quais os fenótipos possíveis? _____ (Resposta: caída e ereta)
2. Quais os genótipos possíveis? _____ (Resposta: RR, Rr, rr)

Geração Parental

Possibilidade 1:		Pai		
		r	r	
Mãe	R	Rr	Rr	100% Rr
	R	Rr	Rr	

Possibilidade 2:		Pai		
		r	r	
Mãe	R	Rr	Rr	50% RR
	r	rr	rr	50% rr

3. Qual é o percentual genótipo dos descendentes, caso a mãe seja homocigoto dominante (RR)? _____ (resposta: 100%Rr)
4. Qual o percentual genótipo dos descendentes, caso a mãe seja heterocigota (Rr)? _____ (resposta: 50% RR 50% rr)

Texto-guia 2: Se um fenótipo desejado se relacionar a um gene dominante

Agora, você é um criador de minhocas e quer realizar o melhoramento de duas raças que já possui: minhocas curtas e ativas X minhocas compridas e lerdas. Seu objetivo é obter minhocas mais ativas. Você tem como base que as minhocas ativas são dominantes (A), e as lerdas, recessivas (a); assim, quando cruzamos as lerdas entre as lerdas, sempre surgem minhocas 100% lerdas (aa). Descubra como é possível, através dos cruzamentos genéticos, obter somente minhocas ativas (AA ou Aa), mas lembre-se de que não podemos definir se uma minhoca ativa é hetero ou homocigota. Fornecemos o quadro de cruzamentos da geração parental com suas possibilidades entre minhocas ativas heterocigotas.

Análise dos resultados: Observe como as possibilidades de interpretação das informações contidas no texto-guia foram expostas nas tabelas a seguir.

Fenótipo\Genótipo

Descrição do fenótipo:	Ativas	Aa ou AA	Descrição do genótipo
	Lerdas	aa	

5. Quais os fenótipos possíveis? _____ (Resposta:ativa e lerda)
 6. Quais os genótipos possíveis? _____ (Resposta:AA, Aa, aa)

Minhocas Ativas X Minhocas Ativas

Descrição do fenótipo:	Ativas	Aa ou AA	Descrição do genótipo
Possibilidade1:			
Mãe	Pai		
		A	A
	A	AA	AA
	A	AA	AA
			100% AA
Possibilidade2:			
Mãe	Pai		
		A	a
	A	AA	Aa
	A	AA	Aa
			50% AA 100% Ativas
			50% Aa
Possibilidade3:			
Mãe	Pai		
		A	a
	A	AA	Aa
	a	Aa	aa
			50% Aa 75% Ativas
			25% AA
			25% aa 25% Lerdas

7. Qual é o percentual genótipo dos descendentes, caso a mãe e o pai sejam homocigotos dominantes (AA)? _____ (resposta: 100%AA)
 8. Qual é o percentual genótipo dos descendentes, caso a mãe seja homocigoto dominante (AA) e o pai heterocigoto (Aa)? _____ (resposta: 50% AA, 50% Aa)
 9. Qual é o percentual genótipo dos descendentes, caso a mãe e o pai sejam heterocigotos (Aa)? _____ (resposta: 50% Aa, 25% AA, 25% aa)

Aspectos pedagógicos

Nesta atividade, será importante que você apresente diversas situações em que o melhoramento de raças é feito sem que a pessoa tenha conhecimentos de genética, como no caso das galinhas, cães, gado, ovelhas, cabras, coelhos, ou no caso do trigo, mandioca, batata, milho, laranja, tomate, entre outros.

Nossa expectativa é a de que os alunos atentem para a diversidade genética que se evidencia nos fenótipos, mas que um fenótipo não define se uma característica de dominância é dada por um fator heterocigoto ou homocigoto.

É importante que eles entendam como se desenvolve F1 e F2. Assim, os alunos perceberão que determinadas características ficam “adormecidas” em uma população, podendo reaparecer quando há o encontro de fatores recessivos em outra geração.

Seção 1 - Gregor Mendel e suas ervilhas

Página no material do aluno

77 a 79

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Por que você nasceu assim?	<i>Datashow</i> (opcional), cartolina (opcional), quadro.	Pesquisa quantitativa de algumas características físicas dos próprios alunos, a fim de identificarem a influência da genética.	Individual	30 min.

Aspectos operacionais

Comece propondo aos alunos a realização de uma pesquisa quantitativa sobre algumas de suas características físicas. Sugerimos que, nesse primeiro momento, o uso das palavras *genética* e *hereditariedade* sejam evitados, pois esta é a conclusão que esperamos que eles cheguem no fim da atividade.

Para começar a atividade, construa no quadro uma tabela, como a que disponibilizamos a seguir, para quantificar os dados da pesquisa com as características que serão observadas. Outra estratégia pode ser trazer a tabela pronta em forma de cartaz ou projetada no *datashow*.

Característica observada	Quantos alunos possuem?	Quantos alunos não possuem?
Olhos castanhos		
Enrola a língua em U		
Lóbulo da orelha solto		
Nariz curvado para cima		
Covinha na face		
Bico de viúva no cabelo		
Sobrancelhas separadas		
Redemoinho do cabelo no sentido horário		
A união das duas mãos com dedos entrelaçados, deixa automaticamente o dedo polegar esquerdo sobreposto ao direito		

A cada característica explicada, pergunte aos alunos quem as apresenta; conte e registre na tabela. Os alunos podem ser incentivados a ir registrando também em seu caderno, para facilitar a análise dos dados no final. *É possível, ainda, que seja feita uma comparação estatística para verificar a porcentagem de determinada característica.*

Ao final do levantamento, apresente as seguintes questões:

- Como se explicam as diferenças de características?
- Essas características são de nascença ou adquiridas no meio?
- Por que uns as apresentam e outros não?
- Por que você nasceu assim?

É importante que você procure superar as respostas do senso comum, como, por exemplo: “Porque eu nasci assim.”, “Foi Deus que fez.”, “Minha mãe que me deu.” O objetivo é que os alunos cheguem às palavras *genética e hereditariedade*.

Aspectos pedagógicos

Professor,

Esta seção procura debater o conceito de genética. Os alunos precisam ser conduzidos a identificá-la como uma parte da Biologia que nasceu e cresceu a partir de estudos cada vez mais aprofundados sobre a hereditariedade. Em outras palavras, sobre como e por que as características de seres vivos, em geral, são transmitidas dos pais para seus filhos através da reprodução e, depois, passadas adiante, geração após geração.

Nosso objetivo com esta atividade é trazer o conceito de genética o mais próximo possível do cotidiano do aluno; por isso, a análise de características do próprio corpo. Sugerimos que aproveite esse momento para uma reflexão sobre a diversidade humana e o respeito às diferenças; ter ou não ter determinada característica genética não tem correlação com o certo ou com o errado.

Seção 1 - Gregor Mendel e suas ervilhas

Página no material do aluno

77 a 79

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	“Meu pé de ervilha”	Folhas de papel A4 em branco, cópias da imagem “variedades de ervilhas”, lápis de cor.	Proposta de criação, pelos alunos, do “Meu pé de ervilha” através de desenhos e com auxílio da imagem, que mostra a diversidade de características das ervilhas estudadas por Mendel.	Grupos de 3 a 4 alunos	30 min.

Aspectos operacionais

Organize os alunos em grupos de 3 ou 4 e distribua as cópias da imagem com as variedades de ervilhas (*Pisum sativum*) utilizadas por Mendel em seus experimentos.

TEXTURA DA SEMENTE	COR DA SEMENTE	REVESTIMENTO DA SEMENTE	TEXTURA DA VAGEM	COR DA VAGEM	POSIÇÃO DA FLOR	COMPRIMENTO DO CAULE
 Lisa	 Amarela	 Colorido	 Inflada	 Verde	 Axilar	 Longo
 Rugosa	 Verde	 Branco	 Enrugada	 Amarela	 Apical	 Curto

Figura 5 – As diferentes características da ervilha *Pisum sativum* e sua variedade de fenótipos. Essa imagem está disponível em <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=50097>

Após a distribuição, debata com seus alunos sobre a imagem, evidenciando as características (ou o caráter) e as duas opções de manifestação de cada uma. Em seguida, proponha aos alunos que criem o seu próprio pé de ervilha selecionando as características que quiserem e fazendo um desenho em papel A4. Incentive-os a colorir e evidenciar bem as características escolhidas. Chame a atenção de que, no mesmo “pé de ervilha”, cada característica só pode se manifestar de uma forma. Por exemplo, se optarem por textura da semente lisa, todas as ervilhas desenhadas naquele pé deverão ser lisas.

Ao final, solicite que exponham seus desenhos e detalhem suas escolhas.

Aspectos pedagógicos

Professor,

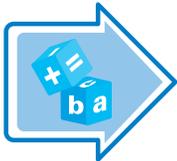
Nosso objetivo é aproximar os alunos desse vegetal, identificando características e formas de combinação. Trata-se de um primeiro passo para levar os alunos a compreender os experimentos de Mendel e de refletir sobre os motivos que levaram o cientista à escolha desse vegetal para as pesquisas pioneiras da genética.

Ao final da atividade, os alunos podem procurar responder à questão: Por que Mendel escolheu ervilhas? E, com a sua orientação, concluir que as principais características que variavam entre os indivíduos eram simples de serem notadas e registradas, além de as ervilhas serem relativamente fáceis de cultivar e capazes de produzir muitas sementes.

Seção 1 - Gregor Mendel e suas ervilhas

Página no material do aluno

77 a 79

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Contação de histórias: Quem foi Mendel?	Cópia do texto "A história de Mendel"	Atividade de contação de história sobre a vida de Mendel, a fim de montar o cenário da sociedade na época das primeiras descobertas genéticas.	Individual	30 min.

Aspectos operacionais

Sugerimos a leitura do texto "A história de Mendel", que estará disponível no *pendrive* do professor, no estilo de contação de história. Ouvir narrativas históricas requer concentração, silêncio e envolvimento do expectador. Para isso, o ambiente pode ser adaptado com os alunos em círculos na biblioteca ou na sala de leitura. Contar histórias que predam a atenção requer ainda do professor um tom de suspense, entonações variadas e até um tom lúdico.

Assim, você pode começar com uma pequena história de ficção, para despertar o interesse e até compará-la em relação à mensagem que ambas querem passar, concluindo com a pergunta: Qual é a moral da história?

Sugestão de história de ficção:

O PASSARINHO E O INCÊNDIO

(autor desconhecido)

"Certo dia, houve um grande incêndio na floresta, e todas as áreas foram cercadas por um fogo denso. Os animais, atônitos, não sabiam o que fazer e nem para onde correr.

De repente, todos pararam e viram que o beija-flor ia até a margem do rio, mergulhava, pegava em seu bico algumas gotas de água, voava até o fogo e deixava a gotinha cair sobre as labaredas. O elefante, vendo aquilo, disse-lhe: Você está louco? Acredita que esta simples gota pode apagar um incêndio tão grande? Ao que o passarinho respondeu: Eu estou fazendo a minha parte e, se todo mundo ajudar, com certeza conseguiremos alguma coisa."

Qual é a moral da história? Aprenda com o passarinho: faça também a sua parte!

A HISTÓRIA DE MENDEL

“Gregor Mendel nasceu em 22 de julho de 1822 na Moravia, então parte do Império Habsburgo, na Europa Central. Seus pais eram fazendeiros, e a vida rural o ensinou a cuidar de plantas e animais e incentivou sua curiosidade acerca da Natureza.

Aos 21 anos, Mendel entrou para o monastério agostiniano de St. Thomas, na cidade de Brünn (hoje, Brno, na República Tcheca), onde pôde complementar seus estudos.

Após alguns anos, foi enviado à Universidade de Viena, onde frequentou cursos de Física e se submeteu aos exames necessários à obtenção do título de professor. Embora não tenha sido bem-sucedido nos exames, acredita-se que ali, Mendel tenha se inteirado das discussões sobre evolução biológica, tema que desde o início da década de 1850 já despertava discussões entre os biólogos.

Mesmo sem o crédito de professor, de volta ao monastério, Mendel se dedicou a lecionar e ao desenvolvimento de suas pesquisas com cruzamentos de animais e plantas. Mendel conhecia bem o trabalho de Darwin e entusiasmou-se com a questão da evolução. Ele percebeu que, para compreender esse fenômeno, seria necessário conhecer os fundamentos da transmissão da herança. Mendel iniciou seus estudos realizando cruzamentos com animais (abelhas e camundongos), mas este tipo de experimento era considerado imoral por seus superiores, por considerarem que Mendel estaria brincando com sexo. Mendel, então, mudou o enfoque de seus estudos para o cruzamento de plantas. Seus superiores não percebiam que as plantas também tinham sexo.

*Mendel fez experimentos com várias espécies de jardim, mas foi com as ervilhas que teve o maior sucesso. Os experimentos propriamente ditos começaram em 1856 e terminaram oito anos depois, após uma análise de cerca de 10.000 plantas. Os resultados da pesquisa foram apresentados em duas palestras proferidas em 8 de fevereiro e 8 de março de 1865 na Brünn Society for the Study of Natural Science e publicadas nos Proceedings dessa sociedade no ano seguinte com o título: *Versuche Über Pflanzen-Hybriden* (Experimentos em hibridação de plantas).*

*Na época, a importância do trabalho de Mendel não foi compreendida. O campo relativo aos cruzamentos com plantas estava cheio de dados que não permitiam conclusões gerais e os resultados obtidos com as ervilhas pareciam ser apenas mais um exemplo da enorme variação nos resultados obtidos com hibridação. Quando Mendel escreveu para Carl Nägeli, um grande estudioso na área, contando seus resultados, ele sugeriu que Mendel repetisse seus estudos com chicória (*Hieracium* sp). Mendel falhou em encontrar as regras consistentes para a herança nessa espécie, e ele próprio passou a acreditar que seus primeiros resultados poderiam ter aplicação restrita. Ocorre que, com *Hieracium*, Mendel não estava realizando os cruzamentos que pensava estar. Muito tempo depois da sua morte, descobriu-se que nenhuma proporção uniforme era de se esperar nessa espécie, pois nela ocorre um tipo de desenvolvimento partenogenético.*

O modelo de Mendel foi ignorado por cerca de 35 anos. Nas últimas três décadas do século XIX, os principais estudiosos da hereditariedade se concentraram, principalmente, no comportamento dos cromossomos durante as divisões celulares e fertilização. Eles acreditavam estar construindo uma base física para a herança - no que estavam certos.

Em 1900, Hugo De Vries, na Holanda, Carl Correns, na Alemanha, e Erich Von Tschermak, na Áustria, tiveram a oportunidade de conhecer o trabalho de Mendel. Em busca de dados que apoiassem suas próprias teorias sobre hereditariedade, cada um deles descobriu que a análise detalhada que haviam feito e as conclusões essenciais a que haviam chegado já tinham sido apresentadas muito antes por Mendel, cujo trabalho tinha sido esquecido e seu significado não compreendido. A partir daí, as ideias de Mendel foram sendo cada vez mais divulgadas na comunidade científica, que passou a utilizá-las na formulação de hipóteses, desenvolvendo, como veremos ao longo deste curso, as bases da Ciência que hoje conhecemos como Genética.”

Texto adaptado de *Genética Básica*. v.1 / Blanche C. Bitner-Mathé – 2.ed. –Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

Disponível na íntegra em <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=45923>

Ao final do texto, instigue os alunos, perguntando sobre qual seria a moral dessa história.

Em relação à primeira história, uma boa proposta poderia ser: Mendel fez a sua parte!

Já em relação ao objetivo desta seção, poderíamos dizer que Mendel construiu a base da hereditariedade, superou preconceitos e venceu barreiras, desenvolvendo experimentos que levaram à valorização da ciência, principalmente da Genética.

Aspectos operacionais

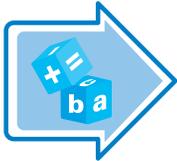
Professor,

A ciência e suas descobertas fazem parte de um contexto histórico que, muitas vezes, direcionaram algumas conclusões e levaram a refutações de teorias e descobertas. Isso também aconteceu no estudo da genética e sua gênese. O conhecimento sobre a vida de Mendel, as dificuldades da sua pesquisa e do reconhecimento de suas descobertas podem ser um bom instrumento de contextualização do conteúdo desta Unidade.

Seção 1 - Gregor Mendel e suas ervilhas

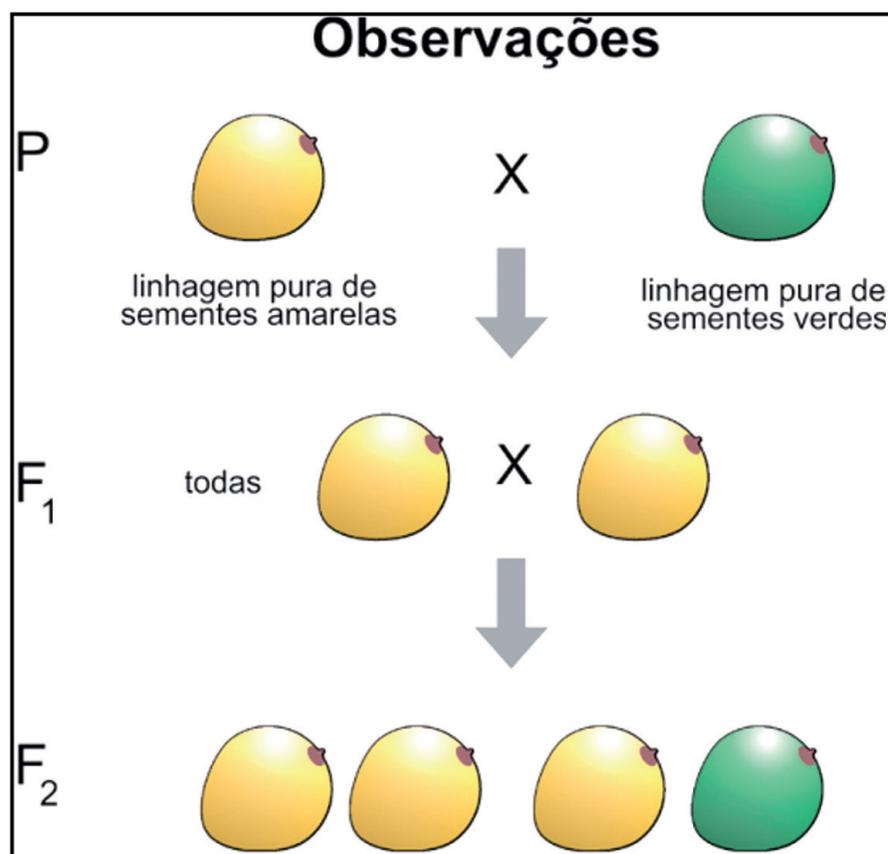
Página no material do aluno

77 a 79

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	De onde vem esta característica?	<i>Datashow</i> (opcional) ou folha de papel A4.	Utilização de esquemas simples de cruzamentos de ervilhas comparando com a manifestação de características humanas, a fim de debater dominância, recessividade e hibridismo.	Individual	30 min.

Aspectos operacionais

O primeiro passo é imprimir a figura a seguir (disponível no *pendrive*) ou esquematizá-la no quadro. Esta figura também se encontra disponível no material do aluno (página 78).



O esquema da figura mostra a característica “cor da semente” nas diferentes gerações de ervilhas trabalhadas por Mendel e os resultados gerais obtidos após os cruzamentos. É importante, professor, que você chame a atenção dos alunos para o fato de que, em F₁, não houve aparição da característica “semente verde”. Essa só surgiu novamente na F₂, em menor proporção (1 semente verde para cada 4 sementes).

Procure buscar relações dessa descoberta de Mendel com os seres humanos. Veja este exemplo:

- Mãe destra+ pai destro = filho canhoto
- Mãe com visão normal + pai com visão normal= filhos míopes

A partir desses exemplos, é possível levantar as seguintes reflexões:

- Como pais com as mesmas características geram filhos diferentes?
- De onde vem essa nova característica que se manifesta nos filhos?

Para essa discussão, solicite aos alunos que desenhem estes cruzamentos e tentem esquematizar os avós. Uma esquematização possível para a situação da cor dos olhos pode ser como esta representada a seguir:



Aspectos pedagógicos

Neste primeiro momento, o objetivo é refletir sobre a hereditariedade e despertar a atenção para alguns termos, como dominância, caráter escondido, gerações parental e filiação 1 e 2 e a transferência de caráter através das gerações. Aproveite também os erros que os alunos possam cometer em suas esquematizações, para explicar sua inviabilidade e propor outra possibilidade.

Seção 2 - A Primeira Lei de Mendel

Página no material do aluno

79 a 85

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Cruzando informações	Computadores da sala de Informática e material impresso	A atividade utiliza tabelas para apresentar/exercitar os cruzamentos genéticos da Primeira Lei de Mendel. As tabelas poderão ser trabalhadas na sala de Informática, utilizando o programa Excel, ou serem impressas.	Individual	30 min.

Aspectos operacionais

As páginas 75 a 85, que incluem as seções *Para Início de Conversa* até a seção 2 do material do aluno, trabalham os conceitos de genética, as leis mendelianas e a herança genética. Será explicado que a variabilidade pode ser discernida tanto por características fenotípicas, às vezes simplesmente pela morfologia, como também por símbolos do genótipo.

No seu *pendrive*, professor, oferecemos uma planilha com diversas abas onde é possível trabalhar os cruzamentos entre dominantes e recessivos e entre estes. Você poderá utilizar os meios multimídias ou a impressão desse material, visto que o nosso público de jovens e adultos, por ser muito diverso, mostrará a preferência pelo material. Aqui vão as três tabelas usadas (Aba 1, Aba 2 e Aba 3), que estão no arquivo do *pendrive*:

- Aba 1: Dominante (homozigoto e heterozigoto) X Recessivo

Cruzamentos possíveis entre ervilha Pai verde puro e Mãe semente amarela: AA x aa

Geração parental:

Plantas amarelas – fator dominante: representaremos por Aa.

Plantas verdes puras – fator recessivo: representaremos por aa.

Descrição do fenótipo:	Amarelo	Aa ou AA	Descrição do genótipo
	Verde	aa	
Mãe	Pai		
	A	a	a
	a		

Cruzamentos possíveis entre ervilha Pai verde puro e Mãe amarela pura: AA x aa

Geração parental:

Plantas amarelas – fator dominante: representaremos por AA.

Plantas verdes puras – fator recessivo: representaremos por aa.

Descrição do fenótipo:	Amarelo	Aa ou AA	Descrição do genótipo
	Verde	aa	
Mãe	Pai		
	A	a	a
	a		

Peça aos alunos que completem as tabelas preparadas na planilha homônima à atividade. Lá, haverá o cruzamento entre dominantes e recessivos. Forneça as porcentagens finais de cada genótipo e fenótipo explorados. Você poderá utilizar a calculadora ou funções do programa de planilhas para essa conta.

Relembrando: Há quatro possibilidades (para ajudá-lo com os cálculos).

	X ou x	X ou x
X ou x	25% = 1/4	25% = 1/4
X ou x	25% = 1/4	25% = 1/4

Total: somatório das possibilidades iguais

- Aba 2: Dominante (homozigoto ou heterozigoto) X Dominante (homozigoto ou heterozigoto).

Geração parental:

Coelhos de pelagem cinza (pai e mãe) – fator dominante: representaremos por Cc ou CC.

Cruzamentos possíveis entre Pai cinza e Mãe cinza: CC x Cc.

Descrição do fenótipo:	Branco cc		Descrição do genótipo
	Pai		
Mãe	C		
	c		

Cruzamentos possíveis entre Pai cinza e Mãe cinza: CC x CC

Descrição do fenótipo:	Cinza Cc ou CC	Descrição do genótipo
	Branco cc	
Pai		
Mãe	C	C
	C	

Cruzamentos possíveis entre Pai cinza e Mãe cinza: Cc x Cc

Descrição do fenótipo:	Cinza Cc ou CC	Descrição do genótipo
	Branco cc	
Pai		
Mãe	C	c
	c	

- Aba 3: Recessivo X Recessivo

Geração parental:

Lóbulos presos – fator recessivo: representaremos por pp.

Lóbulos soltos – fator dominante: representaremos por Pp ou PP.

Cruzamentos possíveis entre Pai e Mãe lóbulo preso: pp x pp

Descrição do fenótipo:	Lóbulos presos	pp	Descrição do genótipo
	Lóbulos soltos	Pp ou PP	
Mãe	Pai		
		p	p
	p		
	p		

Aspectos pedagógicos

Esta atividade está totalmente relacionada com a teoria oferecida pela seção em questão. Então, acompanhe os alunos para que não confundam as linhas e as colunas da tabela. Com o uso da tabela, é possível avaliar se o aluno conseguiu fazer a distinção das características entre genes dominantes e recessivos e a separação dos alelos na produção dos gametas para a produção da variabilidade e na geração da diversidade.

Caso seja possível o uso da sala de Informática, uma nova possibilidade se desdobra para os alunos, pois poderão ter contato com o programa de planilhas Excel, ferramenta digital pouco conhecida pela maioria deles.

Seção 2 - A Primeira Lei de Mendel

Página no material do aluno

79 a 85

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	A hipótese de Mendel	Datashow com computador, DVD e som	Apresentação de uma animação sobre os experimentos de Mendel e as conclusões da sua primeira Lei, envolvendo a participação dos alunos nos resultados dos cruzamentos das ervilhas.	Individual	30 min.

Aspectos operacionais

Esta atividade gira em torno da exibição da animação “ A hipótese de Mendel”, disponível no *pendrive* do professor e no link <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=45442>.



Figura 6 – Imagem do primeiro quadro da animação

A animação apresenta uma sequência de informações, sendo necessário, para dar prosseguimento às sequências, clicar em diversas partes da imagem. Fique atento aos comandos! Ao longo da animação, há questões que envolvem a participação dos alunos para que se encontrem os resultados previstos.

Os quadros pelos quais vocês irão passar abordam os seguintes temas:

- Quadro 1 (Mendel): Começa com a definição dos fatores dominantes e recessivos. Atente para o fato de que Mendel usa o termo fatores, e não genes. Um botão no canto inferior direito solicita que se clique na mesa, para prosseguir;
- Quadro 2 (na mesa): Solicita a participação dos alunos para arrastarem com o *mouse* as letras que representarão os fatores dominantes e os recessivos;
- Quadro 3 (flor): Nesse ponto, há uma solicitação para que se clique na tesoura, para separar os alelos; depois, que se clique no quadrado, para realizar os cruzamentos;
- Quadro 4 (ervilhas): Mostra os fenótipos e genótipos resultantes do cruzamento e suas proporções;
- Quadro 5 (Mendel): Convite de Mendel para testar os conhecimentos nos próximos quadros.

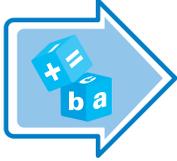
Aspectos pedagógicos

O recurso de multimídia interativa é uma ótima estratégia para dinamizar o tema da genética, pois evita que a realização de cruzamentos se torne apenas resultado de cálculos estatísticos dissociado do contexto biológico. Aproveite para solicitar que os próprios alunos manipulem o *mouse* durante a atividade; pode-se até propor o revezamento entre eles para a condução da animação.

Seção 3 - A Segunda Lei de Mendel

Página no material do aluno

85 a 89

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Grupos sanguíneos e transfusão de sangue	Material copiado para distribuição em sala	Questões discursivas complementares à Atividade 2 da Seção 4 da Unidade 3, para serem feitas em grupo.	Turma dividida em grupos de 4 alunos	20 min.

Aspectos operacionais

Olá, professor!

Sugerimos que os alunos façam a Atividade 2 (A genética do sangue) da Seção 3 do material do aluno (página 88). Para complementar o conteúdo específico sobre o Sistema ABO - e também para relacioná-lo com a questão da transfusão de sangue -, elaboramos duas questões complementares à proposta do material do aluno. Seria interessante a reprodução dessa folha de atividade com as novas questões que se encontram disponíveis no *pendrive* do professor.

Para a realização dessa atividade, sugerimos que reúnam os alunos em grupos. Distribua as folhas e peça-lhes para fazerem.

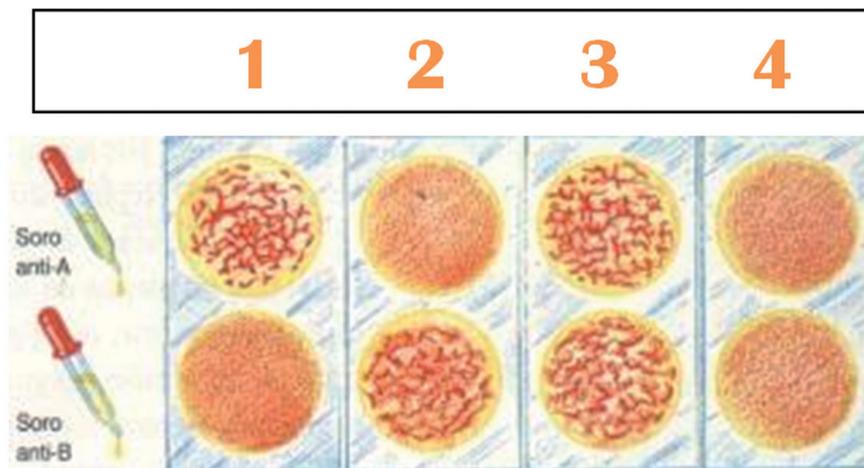
Folha de Questões Complementares – Método de determinação dos grupos sanguíneos do Sistema ABO e transfusão de sangue

Leia a explicação abaixo sobre como é feita a tipificação das hemácias e responda às questões seguintes:

- Numa lâmina, colocam-se duas gotas de soro anti-A e duas gotas de soro anti-B separados;
- Mistura-se a cada um deles um pouco de sangue do indivíduo a quem se vai determinar o grupo sanguíneo e, então, quatro casos podem ocorrer:

- Ou o sangue não fica aglutinado em nenhum dos soros e pertence ao grupo O;
- Ou aglutina-se só no soro anti-A e pertence ao grupo A;
- Ou aglutina-se só no soro anti-B e pertence ao grupo B;
- Ou aglutina-se nos dois soros e pertence ao grupo AB.

A figura que se segue permite observar a determinação dos grupos sanguíneos do sistema ABO:



Questões:

1) Observe os quatro casos (1, 2, 3 e 4) da figura e **INDIQUE** o tipo de sangue correspondente a cada caso.

2) Numa transfusão de sangue, o paciente (receptor) recebe hemácias de uma pessoa sadia (doador). Levando em conta as possíveis respostas do sangue do paciente, indique no quadro a seguir quais os casos em que haverá aglutinação das hemácias recebidas.

Grupo sanguíneo	Doador A	Doador B	Doador AB	Doador O
Receptor A				
Receptor B				
Receptor AB				
Receptor O				

Respostas das questões complementares:

1) A lâmina 1 é **A**, a lâmina 2 é **B**, a lâmina 3 é **AB** e a lâmina 4 é **O**.

2)

Grupo sanguíneo	Doador A	Doador B	Doador AB	Doador O
Receptor A		X	X	
Receptor B	X		X	
Receptor AB				
Receptor O	X	X	X	

Aspectos pedagógicos

Esta atividade pode ser importante para que os alunos consigam perceber que a genética determina fenótipos diferentes, não apenas visíveis, como as características físicas aparentes, como cor de olho e cabelo.

Também é importante para contextualizar o sistema ABO em relação a uma questão prática, que é a transfusão de sangue.

Referências

<http://www.prof2000.pt/users/csilvana/metod.html>

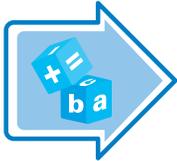
<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Corpo/Circulacao5.php>

Apostila de Ciências do Instituto de Tecnologia ORT (2012)

Seção 3 - A Segunda Lei de Mendel

Página no material do aluno

85 a 89

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Cruzamento de moedas	Moedas e canetas esferográficas	Proposta de atividade lúdica que envolve a formação de gametas e a realização de cruzamentos genéticos com ervilhas, utilizando moedas para representar a Segunda Lei de Mendel.	Turma dividida em grupos de 4 alunos	50 min.

Aspectos operacionais

1ª PARTE: Formação de gametas com moedas

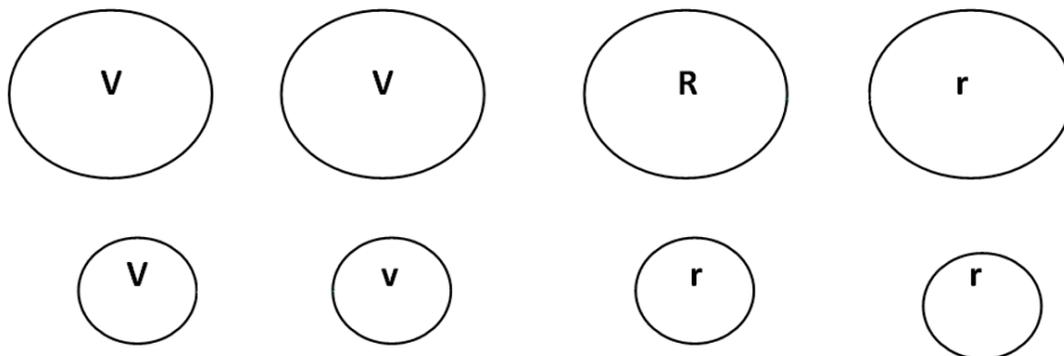
1. Comece organizando a turma em grupos de 4 alunos e solicite que providenciem 8 moedas, sendo quatro de um tamanho maior e quatro menores.



Carlos Oliveira

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1403392>

2. As moedas representarão os genes responsáveis por um caráter das ervilhas e precisarão receber uma letra desenhada em papel e colada sobre elas, como no esquema a seguir:



3. As letras representam: V - amarelo; v - verde; R - lisa; r - rugosa.

4. Em uma folha em branco, peça para os alunos registrarem os gametas formados e os resultados dos cruzamentos propostos por você, bem como os possíveis fenótipos e genótipos resultantes.

5. Para começar, poderá ser usado o mesmo cruzamento esquematizado no material da página 87 na Seção 3 do material do aluno.

6. Solicite aos grupos que formem os gametas com moedas. Para isso, oriente para que organizem as moedas na sequência abaixo e monte pares de letras/moedas. Primeiro, do lado A, formando pares de um V ou v com R ou r. Depois, solicite que façam o mesmo com o lado B.

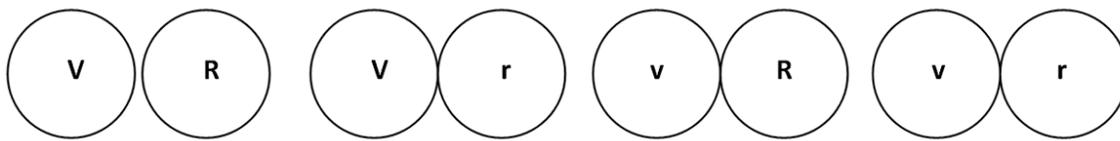
A	B
VvRr X	VvRr

7. Agora, lance o seguinte questionamento: Quais os pares (gametas) possíveis de serem formados?

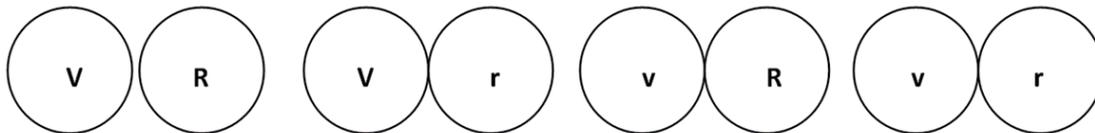
Peça a eles que registrem a resposta na folha em branco.

8. Os pares possíveis de serem formados são:

Lado A: VR – Vr – vR - vr



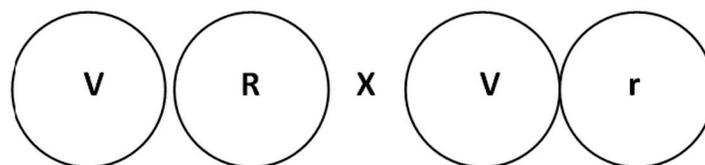
Lado B: VR - Vr – vR - vr (será igual ao lado A)



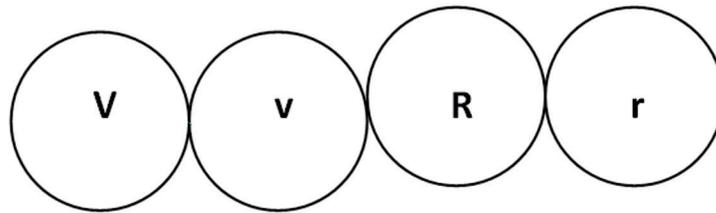
2ª PARTE: Cruzamento dos gametas com moedas

Para fazer os cruzamentos, proponha a escolha de um par de moedas (gametas) do lado A e outro do lado B. Veja o seguinte exemplo:

Lado A: VR X Lado B: Vr



Resultado do cruzamento:



Sabendo o que cada letra/moeda significa, levante a seguinte questão: Qual o fenótipo e o genótipo deste possível descendente?

A resposta procurada é: Fenótipo = Ervilha amarelo lisa ; Genótipo = VrRr (duplo heterozigoto).

Aspectos pedagógicos

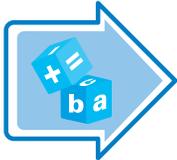
Depois de orientados, os alunos podem fazer vários cruzamentos com as moedas, a fim de exercitarem o processo. O professor pode ainda solicitar que cruzem todos os quatro gametas do lado A com o lado B e, no final, identifiquem os resultados, comparando com os dados da tabela da página 87 na Seção 3 do material do aluno.

Por fim, é importante debater com eles o que representam o lado A e o lado B no cruzamento entre seres vivos, levando-os a concluírem que correspondem ao casal, o macho e a fêmea. Enquanto as moedas representam os genes, e os pares de moedas, as células reprodutoras (gametas feminino e masculino).

Seção 4 - Aprendendo mais com Árvores Genealógicas: os Heredogramas

Página no material do aluno

90 a 92

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Coletando informações genéticas	Material didático do aluno	Construção de um quadro com informações genéticas das famílias dos alunos, utilizando como caráter o indivíduo ser destro ou canhoto.	Participação dos alunos de forma individual	20 min.

Aspectos operacionais

Professor,

Para auxiliá-lo no desenvolvimento da atividade da página 82 (de montagem de heredograma), sugerimos o desenvolvimento desta dinâmica, que funcionará como uma prévia, para que eles possam, sozinhos, realizar a atividade proposta no material. Para isso, siga os seguintes passos:

- 1) Peça para cada aluno montar o quadro a seguir. A lista de familiares pode ser alterada de acordo com a quantidade de irmãos ou filhos que o aluno possua;
- 2) Utilizando a memória, solicite que relembrem, dentre os seus familiares listados, quais são destros e quais são canhotos;
- 3) Os alunos precisam marcar com um X no quadro a característica correspondente a cada familiar.

Canhoto		Destro
Avó materna		
Avô paterno		
Avó paterna		
Avô materno		
Irmão		
Irmã		
Pai		
Mãe		
Filho		

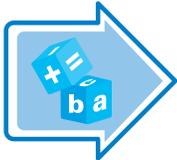
Aspectos pedagógicos

Essa é uma excelente oportunidade de aplicar, pelo cotidiano do aluno, conceitos da Genética. Você pode escolher um dos quadros preenchidos pelos alunos e construir um heredograma como modelo baseado nos dados coletados. Dessa forma, aprofunda o conhecimento da herança transmitida aos descendentes e apresenta uma nova forma de representá-la.

Seção 4 - Aprendendo mais com Árvores Genealógicas: os Heredogramas

Página no material do aluno

90 a 92

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Decifrando heredogramas	Material impresso e distribuído em sala aos alunos.	Aplicação de exercícios com uma série de heredogramas, para que os alunos decifrem o sistema de código utilizado com auxílio da legenda.	Turma dividida em grupos de 3 ou 4 alunos.	20 min.

Aspectos operacionais

A turma pode ser dividida em grupos de 3 ou 4 alunos, que receberão os heredogramas para serem decifrados junto com a legenda impressa (Figura 7). Esta atividade estará também disponível no *pendrive* do professor. As questões foram retiradas e adaptadas de <http://www.icb.ufmg.br/big/big623/product123.htm>.

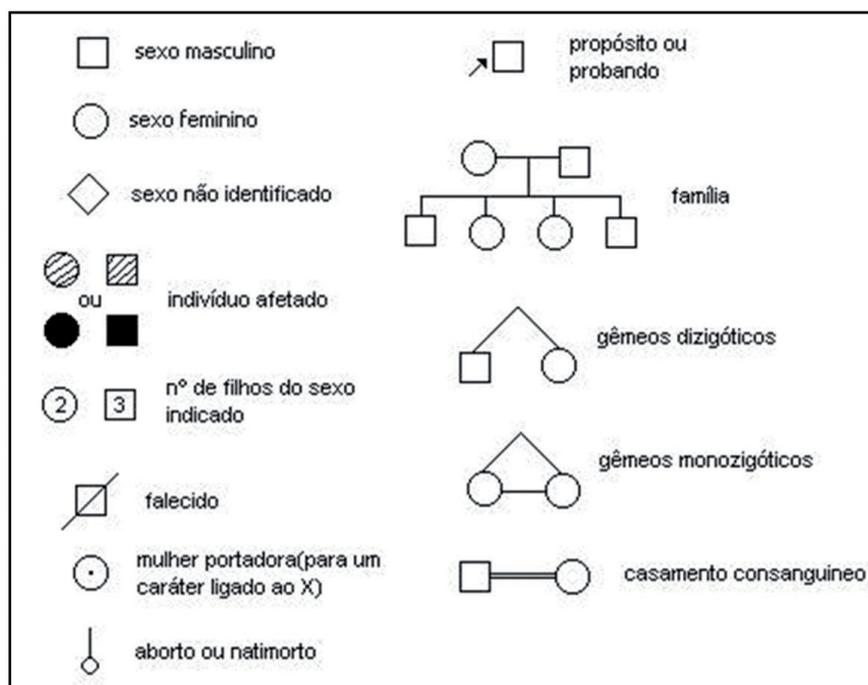
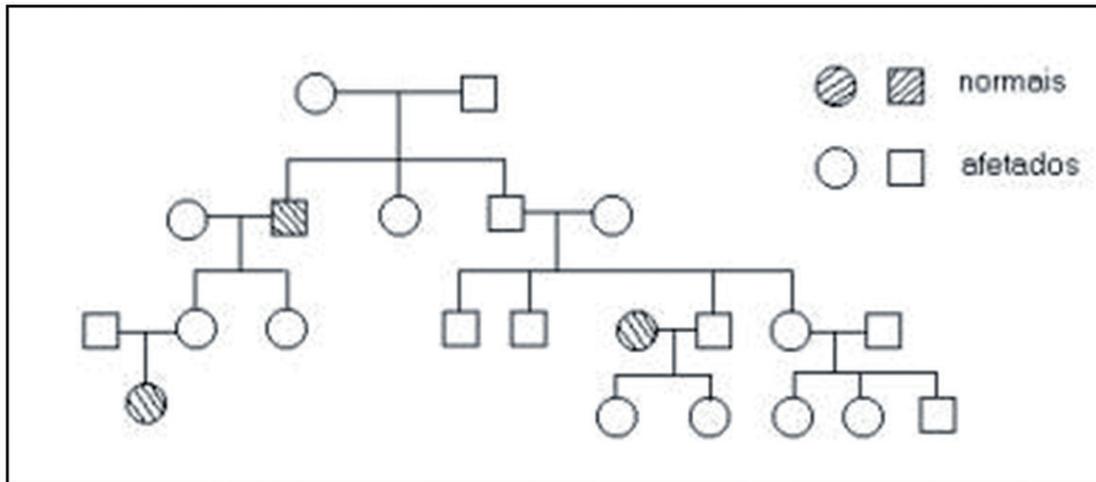


Figura 7 – Legenda com as imagens usadas no heredograma.

<http://www.icb.ufmg.br/big/big623/product21.htm>

Questões:

1. Numere, no heredograma abaixo, as gerações I, II, III e IV e os respectivos indivíduos de cada geração (1, 2, 3, 4...)



- a) Quantos homens estão representados nessa genealogia?

- b) Quantas mulheres estão representadas?

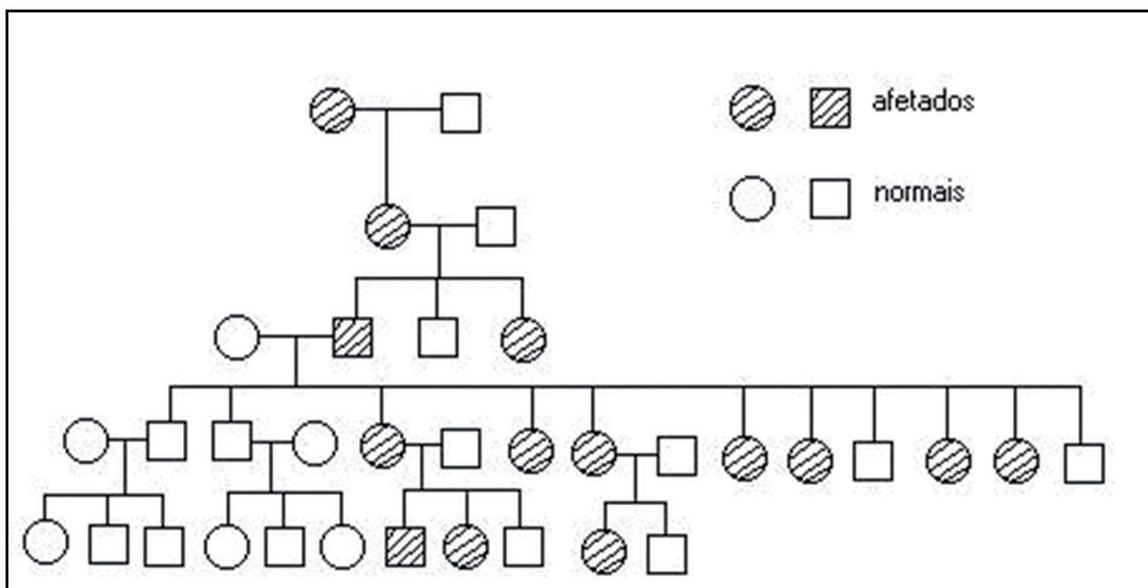
- c) Quantos indivíduos estão aí representados?

- d) Quantos afetados?

- e) Indique (pelos respectivos números) que casais possuem maior número de descendentes.

- f) Faça uma seta indicando o indivíduo III-2.

2. Numere, no heredograma abaixo, as gerações I, II, III, IV e V e os respectivos indivíduos de cada geração (1, 2, 3, 4...)



a) Quantos homens estão representados nessa genealogia?

b) Quantas mulheres estão representadas?

c) Quantos indivíduos estão aí representados?

d) Quantos afetados?

e) Indique (pelos respectivos números) que casais possuem maior número de descendentes.

f) Faça uma seta indicando o indivíduo V-10.

3. Desenhe um heredograma representando os seguintes dados genéticos:

Um casal normal para visão em cores teve quatro filhos: três mulheres e um homem, todos normais, nessa ordem de nascimento. A primeira filha casa-se com um homem normal e tem quatro crianças, todas normais, sendo duas mulheres, um homem e uma mulher, nessa ordem. A segunda filha casa-se com um homem normal e também tem quatro crianças: uma menina normal, um menino daltônico, um menino normal e o último daltônico. Os demais filhos do casal ainda não têm descendentes.

Aspectos pedagógicos

Professor,

Nesta atividade, é possível perceber que o grau de dificuldade vai aumentando ao longo das questões. Nosso principal objetivo é decifrar os esquemas de representação utilizados nos heredogramas. Trata-se de um primeiro contato dos alunos com essa forma de representação gráfica da herança genética. A partir daqui, outras questões mais complexas podem ser inseridas, a fim de incluir as análises mendelianas na representação dos heredogramas.

A questão 3 pode ser ampliada e realizada por toda turma junta, propondo a confecção de um grande painel, utilizando recortes de papéis coloridos nos formatos das peças do heredograma.

Sugestão de aprofundamento:

Genética - www.virtual.epm.br/cursos/genetica/genetica.htm - Site da UNIFESP, contendo textos e figuras sobre os seguintes tópicos: base cromossômica da hereditariedade, estrutura dos cromossomos humanos, padrões de herança monogênica, mutações, aberrações cromossômicas e hemoglobinopatias.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Questões do ENEM e da UERJ	Fotocópias em papel A4	Sugerimos duas questões comentadas, retiradas de vestibulares passados, para que o aluno tenha maior contato com os tipos de questões cobradas pelas instituições públicas de Ensino Superior.	A atividade pode ser individual	30 min.

Aspectos operacionais

A primeira questão proposta caiu na prova do ENEM de 2009 e aborda as leis de Mendel.

(ENEM)

Mendel cruzou plantas puras de ervilha com flores vermelhas e plantas puras com flores brancas, e observou que todos os descendentes tinham flores vermelhas. Nesse caso, Mendel chamou a cor vermelha de dominante e a cor branca de recessiva. A explicação oferecida por ele para esses resultados era de que as plantas de flores vermelhas da geração inicial (P) possuíam dois fatores dominantes iguais para essa característica (VV), e as plantas de flores

brancas possuíam dois fatores recessivos iguais (vv). Todos os descendentes desse cruzamento, a primeira geração de filhos (F1), tinham um fator de cada progenitor e eram Vv, combinação que assegura a cor vermelha na flores. Tomando-se um grupo de plantas cujas flores são vermelhas, como distinguir aquelas que são VV das que são Vv?

a) Cruzando-as entre si, é possível identificar as plantas que têm o fator v na sua composição pela análise de características exteriores dos gametas masculinos, os grãos de pólen.

b) Cruzando-as com plantas recessivas, de flores brancas. As plantas VV produzirão apenas descendentes de flores vermelhas, enquanto as plantas Vv podem produzir descendentes de flores brancas.

c) Cruzando-as com plantas de flores vermelhas da geração P. Os cruzamentos com plantas Vv produzirão descendentes de flores brancas.

d) Cruzando-as entre si, é possível que surjam plantas de flores brancas. As plantas Vv cruzadas com Vv produzirão apenas descendentes vermelhas, portanto as demais serão VV.

e) Cruzando-as com plantas recessivas e analisando as características do ambiente onde se dão os cruzamentos, é possível identificar aquelas que possuem apenas fatores V.

Aspectos pedagógicos

Gabarito:B

Comentários da questão do ENEM:

(A) Se houver cruzamento entre si ($VV \times Vv = VV, Vv, Vv$), seria impossível determinar quem tem o fator v (todas seriam vermelhas). Não é possível identificar a presença ou não de um fator v apenas pela análise exterior dos gametas masculinos.

(B) Se houver cruzamento com plantas recessivas (vv), teremos: ($VV \times vv = Vv, Vv, Vv$) flores vermelhas. Novo cruzamento: ($Vv \times vv = Vv, Vv, vv$) flores vermelhas, porém produziram descendentes brancas.

(C) Se as plantas vermelhas da geração (P) possuíam dois fatores dominantes (VV), em hipótese alguma o cruzamento com plantas Vv resultariam em flores brancas recessivas (vv).

(D) Plantas Vv, cruzadas entre si, temos: ($Vv \times Vv = VV, Vv, Vv$ e vv), portanto produzirão flores vermelhas e brancas (vv).

(E) Não é possível, a partir de características ambientais, identificar a presença ou não de um fator.

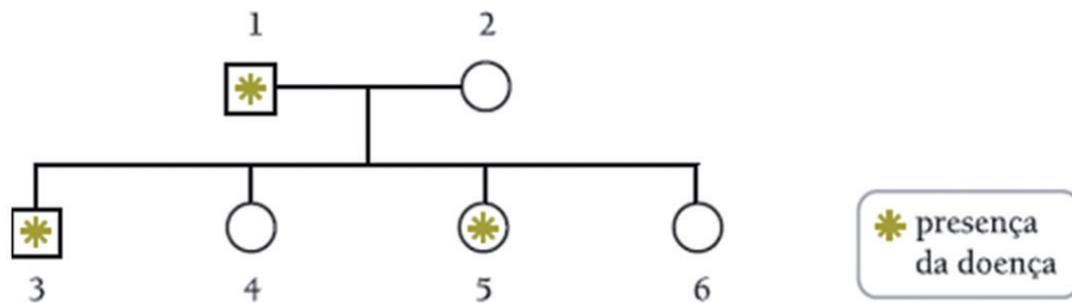
Aspectos operacionais

A segunda sugestão de questão vem de uma prova da UERJ do primeiro exame de qualificação do ano de 2010.

UERJ

A *doença de von Willebrand*, que atinge cerca de 3% da população mundial, tem causa hereditária, de natureza autossômica dominante. Essa doença se caracteriza pela diminuição ou disfunção da proteína conhecida como fator *von Willebrand*, o que provoca quadros de hemorragia.

O esquema abaixo mostra o heredograma de uma família que registra alguns casos dessa doença.



Admita que os indivíduos 3 e 4 casem com pessoas que não apresentam a *doença de von Willebrand*.

As probabilidades percentuais de que seus filhos apresentem a doença são, respectivamente, de:

- (A) 50 e 0
- (B) 25 e 25
- (C) 70 e 30
- (D) 100 e 50

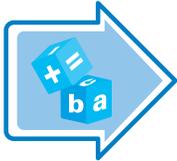
Aspectos pedagógicos

Gabarito: A

Comentários da questão da UERJ:

O casal 1 e 2, ele portador da *doença de von Willebrand*, e ela, normal, teve quatro filhos, sendo 3 e 5 portadores da doença e 4 e 6 normais. Isso indica que, sendo a doença autossômica dominante, o pai é heterozigoto, apresentando apenas um alelo anormal. Portanto, o casamento do filho 3 (doente) com uma mulher normal irá gerar filhos com 50% de probabilidade de apresentar a doença; e o casamento da filha 4 (normal) com um homem normal terá 0% de probabilidade de gerar filhos com a doença.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	O bingo da 2ª Lei!	Impressão do bingo disponível no pendrive (uma cartela principal com os cruzamentos e fenótipos possíveis, 20 cartelas para os alunos, quadro com os genótipos que serão recortados e sorteados), saco ou caixa para guardar as peças a serem sorteadas, sementes (feijão, milho) para marcar as cartelas. Essa atividade foi retirada do artigo publicado na revista Genética na Escola: http://genetica-naescola.com.br/vol-v1-artigo-02/ .	Proposta de jogo similar à apresentada como uma das atividades iniciais com a Segunda Lei de Mendel, para consolidar conhecimentos.	Atividade em duplas	30 min.

Aspectos operacionais

Como jogar:

- 1) O professor deverá recortar os genótipos (Figura 5) e colocá-los dentro de um saco ou envelope, para que os mesmos sejam retirados e anunciados;
- 2) Cada dupla deverá receber uma cartela (Figura 6). O professor fica com a cartela contendo todos os genótipos respectivos ao bingo (Figura 7);
- 3) O professor vai “cantando” os genótipos, à medida que os tira de dentro do saco ou envelope; caberá às duplas fazerem o cruzamento e marcarem na sua cartela aqueles fenótipos com as figuras coloridas;
- 3) O primeiro jogador que preencher a cartela pronuncia “Mendel!”. O professor, neste instante, deverá interromper o bingo para fazer a conferência e anunciar se, de fato, o jogador ganhou o jogo de bingo. Caso o jogador não

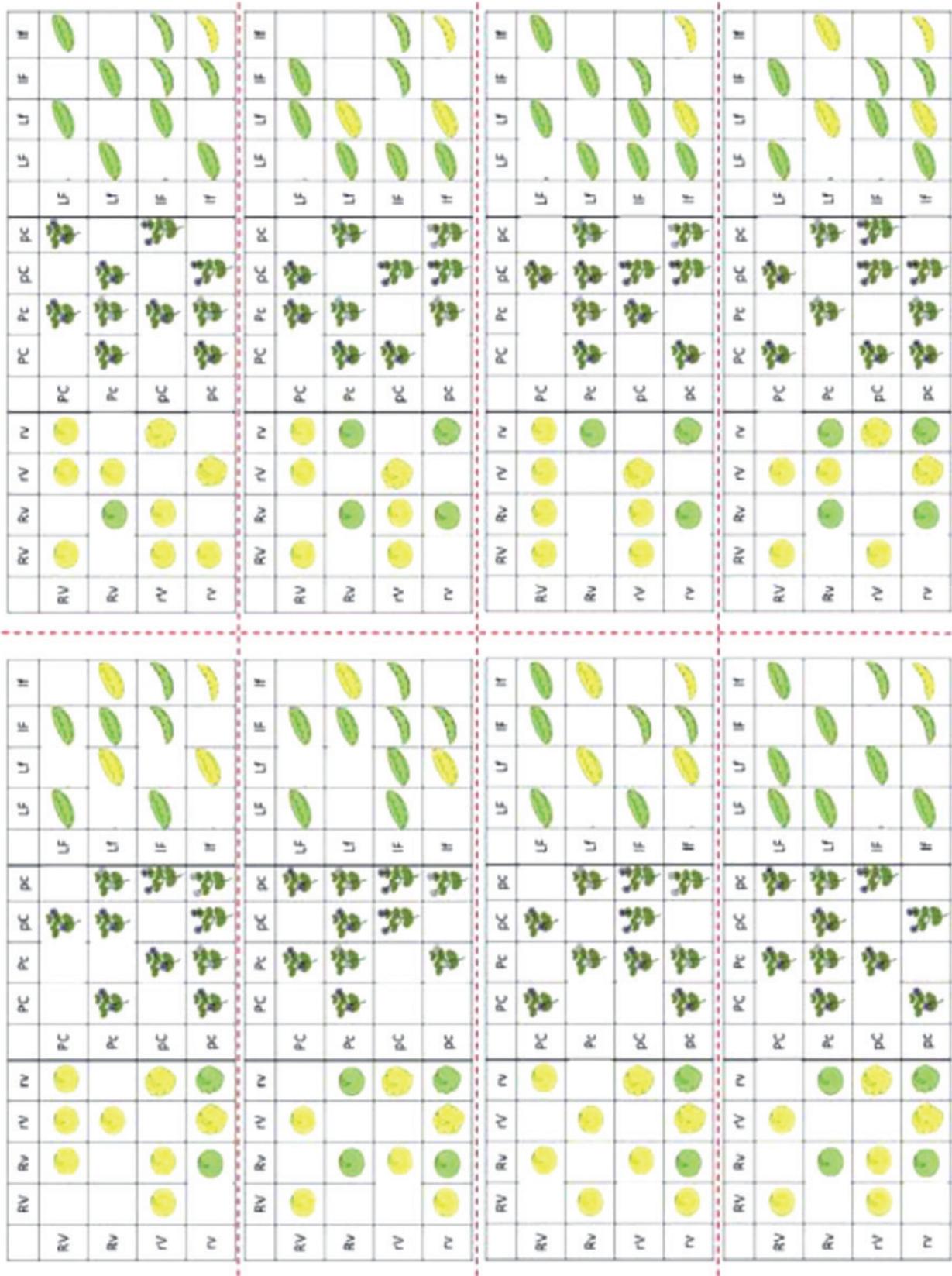
tenha ganhado, o professor dará sequência ao jogo e poderá pedir ao jogador que blefou para pagar uma prenda ou responder a uma questão de Genética, para que volte ao jogo. Sugere-se ao professor a entrega de brindes para os ganhadores, para que, a cada rodada, os jogadores tenham mais expectativa. Para maior durabilidade do material e reutilização do bingo, recomenda-se que o material (especialmente, as cartelas) seja plastificado. Cruzamentos das características do bingo: No cruzamento, os genes dominantes virão antes dos recessivos; os dominantes serão representados pela letra maiúscula, e os recessivos, pela letra minúscula. A Segunda Lei de Mendel será representada pelas características: cor da ervilha (V), textura da ervilha (R), cor da vagem (F), forma da vagem (L), altura da planta (P) e posição das flores (C). (<http://geneticanaescola.com.br/vol-v1-artigo-02/>);

4) A cada momento dessa experiência, o professor poderá introduzir conceitos diretamente relacionados à Genética e a explicação da utilização das letras para a representação do genótipo dominante e recessivo. Além disso, o professor poderá, durante a brincadeira, introduzir esses conceitos da segunda lei, não somente relacionados a ervilhas, porém ao cotidiano do aluno, de forma geral.

Texto suplementar: Mendel enrolado na dupla hélice <http://geneticanaescola.com.br/vol-i2-artigo-08/>.

RRVV	RRVv	RrVV	RrVv	LLFF	LLFf	LlFF	LlFf
RRVv	RRvv	RrVv	Rrvv	LLFf	LLff	Llff	Llff
RrVV	RrVv	rrVV	rrVv	LlFF	LlFf	llFF	llFf
RrVv	Rrvv	rrVv	rrvv	LlFf	Llff	llff	llff
PPCC							
PpCC							

Figura 5. Os 48 genótipos da Segunda Lei de Mendel. O professor deve recortar cada genótipo e colocar num saco ou envelope.



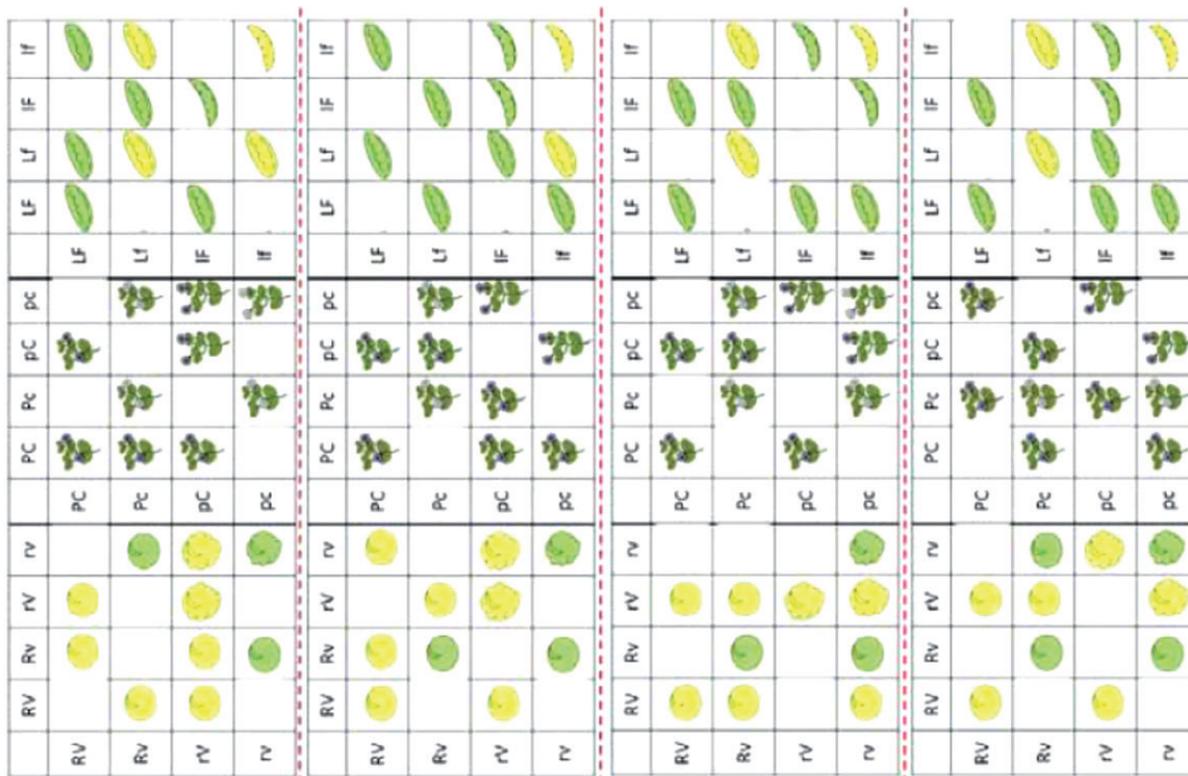


Figura 6. Essas são as 20 opções de cartelas da Segunda Lei de Mendel. O professor deve recortar na linha pontilhada e entregar uma para cada aluno.

	RV	Rv	rV	rv		PC	Pc	pC	pc		LF	Lf	IF	If
RV					PC					LF				
Rv					Pc					Lf				
rV					pC					IF				
rv					pc					If				

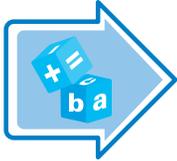
Figura 7. Cartela principal da Segunda Lei de Mendel. Esta cartela deve ficar com o professor, para que coloque o genótipo sorteado sobre o fenótipo correspondente.

Aspectos pedagógicos

Professor,

Com esta atividade, vamos aprofundar mais o conhecimento sobre as leis de Mendel. Aqui, diferentemente do que foi proposto na atividade inicial, o jogo terá o objetivo de avaliar os alunos. Peça que eles utilizem a cartela e, paralelamente a isso, que façam os cruzamentos em uma folha separada. Após terminar o jogo, eles entregarão as folhas com os cruzamentos realizados, e o professor poderá avaliar. Após a correção de cada dupla, o professor deverá selecionar os erros mais comuns e saná-los no quadro com o acompanhamento de toda a turma.

Avaliação

Tipos de Atividades	Título da Atividade	Material Necessário	Descrição Sucinta	Divisão da Turma	Tempo Estimado
	Avaliação sobre a Primeira Lei de Mendel	Folhas de papel A4 ou de caderno, 7 alunos voluntários	Dramatização com um caso de paternidade genética a ser desvendado.	Individual	30 min.

Aspectos operacionais

Caro professor,

Esta atividade pode ser usada como uma avaliação de conteúdo da Primeira Lei de Mendel. As questões são muito simples, mas você pode ficar à vontade para adaptar à sua necessidade e à necessidade dos alunos do EJA.

Para começar, o professor precisará de um grupo de 7 alunos voluntários que estejam dispostos a fazer parte de uma cena de teatro.

A sinopse é a seguinte: Dois casais: A e B (aqui os alunos poderão criar nome para cada pessoa) moram próximo e são muito amigos. Os dois tiveram filhos na mesma época. O filho do casal B, no entanto, possui uma característica diferente dos pais (os alunos podem criar essa característica) e, então, o marido B começa a desconfiar da paternidade. Entra um geneticista na estória e desvenda os genótipos de cada indivíduo.

Casal B: Homem: aa Mulher: aa Filho: Aa

Desvendado o genótipo, cria-se uma questão: esse filho Aa, realmente, não pode ser filho desse homem. A cena congela.

A primeira questão será: “Por que o filho Aa não pode ser filho do casal em questão?” Essa pode ser a primeira pergunta da avaliação. Cada aluno, inclusive os alunos “atores”, irá escrever em sua folha por que o filho Aa não pode ser filho do casal B.

Outra sugestão, que poderá ser a questão 2 é: “Há alguma chance de essa criança, embora apresente uma característica nova, um gene diferente dos pais, ser filha deles?”

Continuando a dramatização... O homem B imagina a possibilidade de sua esposa tê-lo traído com o amigo vizinho e, então, faz-se necessário um estudo genético do homem A que, segundo o geneticista, é aa. Ou seja, ele também não pode ser pai da criança.

Após muitas investigações (o grupo de atores pode criar situações que levem a isso), descobre-se que foi um caso de troca na maternidade. Os bebês dos casais A e B foram trocados, pois os genótipos do casal A também são incompatíveis com os do bebê, diz o geneticista.

Casal A : Homem aa Mulher AA Filho aa

Possíveis questões:

- 3) Por que esse bebê não poderia ser filho do Casal A?
- 4) Quais os possíveis resultados de genótipos dos filhos do casal A?

Aspectos pedagógicos

Professor,

Essa sugestão de dramatização para o trabalho da Primeira Lei de Mendel também pode ser usada de outras maneiras; uma delas seria dividir a turma em grupos e deixar que cada grupo crie um caso, encenando-o posteriormente, para que a “plateia” desvende.

Seria bom entregar uma ficha com as questões antes de a dramatização começar.

Na questão 2, você pode, numa correção coletiva, recordar a questão das mutações.

Outra sugestão é que, para ficar mais claro para os alunos, os genótipos de cada um dos personagens podem ser escritos em folhas de papel e fixados com uma fita adesiva, por exemplo, nas camisas deles, à medida que o geneticista vai desvendando os casos.

Peça que a dupla que faz o casal B crie, antes de começar a cena, uma característica nova para o filho: cor dos olhos, tipo de cabelo, etc. Pode ser interessante se os próprios atores não souberem de antemão seus genótipos. Apenas você conhece todo o enredo e pode, inclusive, fazer o papel do geneticista.