

## Aula 10: Genética – Primeira Lei de Mendel



Genética (do grego *geno*; *fazer nascer*) é a especialidade da biologia que **estuda os genes, a hereditariedade e a variação dos organismos** e a forma como estes **transmitem as características biológicas de geração para geração**.

O termo **genética** foi primeiramente aplicado para descrever o estudo da variação e hereditariedade, pelo biólogo **William Bateson**, na data de 18 de abril de 1908.

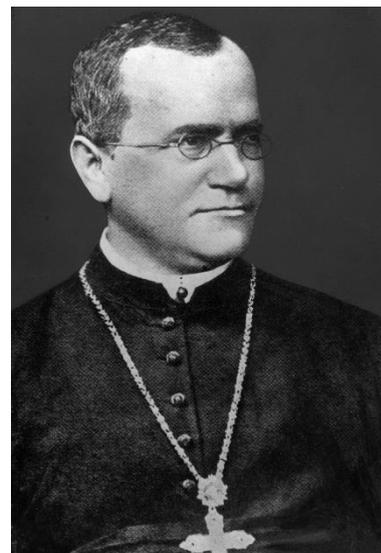
### Experimentos de Mendel

Gregor Mendel nasceu em 1822, em Heinzendorf, na Áustria. Era filho de pequenos fazendeiros e, apesar de bom aluno, teve de superar dificuldades financeiras para conseguir estudar. Em 1843, ingressou como noviço no mosteiro de agostiniano da cidade de Brunn, hoje Brno, na atual República Tcheca.

Entre 1856 e 1865, realizou uma série de **experimentos com ervilhas**, com o objetivo de entender como as características hereditárias eram transmitidas de pais para filhos.

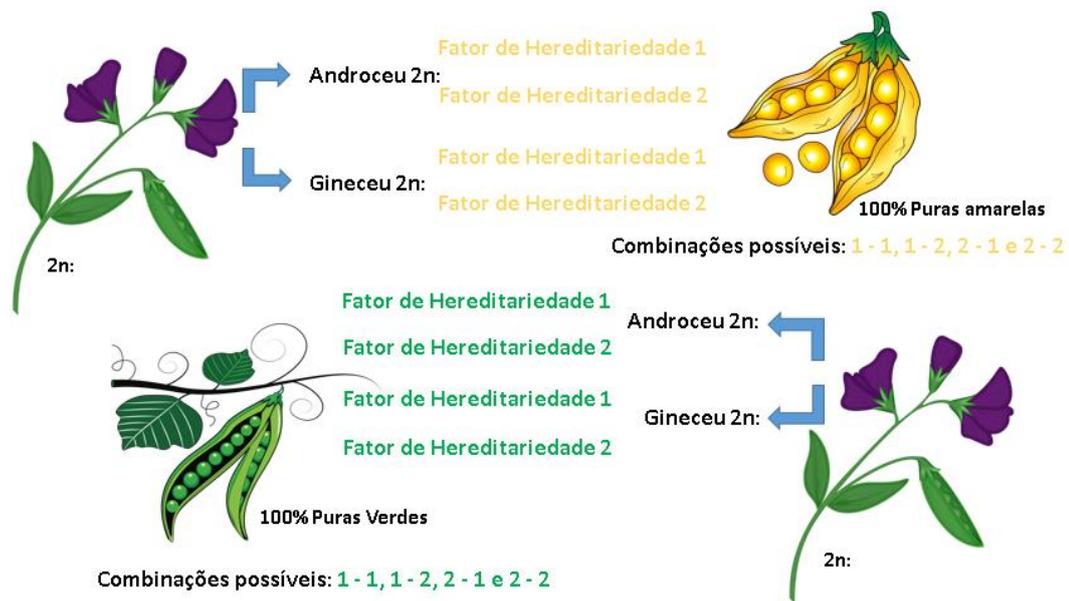
**Em 8 de março de 1865, Mendel apresentou um trabalho à Sociedade de História Natural de Brunn**, no qual enunciava as suas leis de hereditariedade, deduzidas das experiências com as ervilhas. Publicado em 1866, com data de 1865, esse trabalho permaneceu praticamente desconhecido do mundo científico até o início do século XX. Pelo que se sabe, poucos leram a publicação, e os que leram não conseguiram compreender sua enorme importância para a Biologia. As leis de Mendel foram redescobertas apenas em 1900, por três pesquisadores que trabalhavam independentemente.

Desde os tempos de Mendel, existiam **muitas variedades disponíveis, dotadas de características de fácil comparação**. Por exemplo, a variedade que flores púrpuras podia ser comparada com a que produzia flores brancas; a que produzia sementes lisas poderia ser comparada com a que produzia sementes rugosas, e assim por diante.



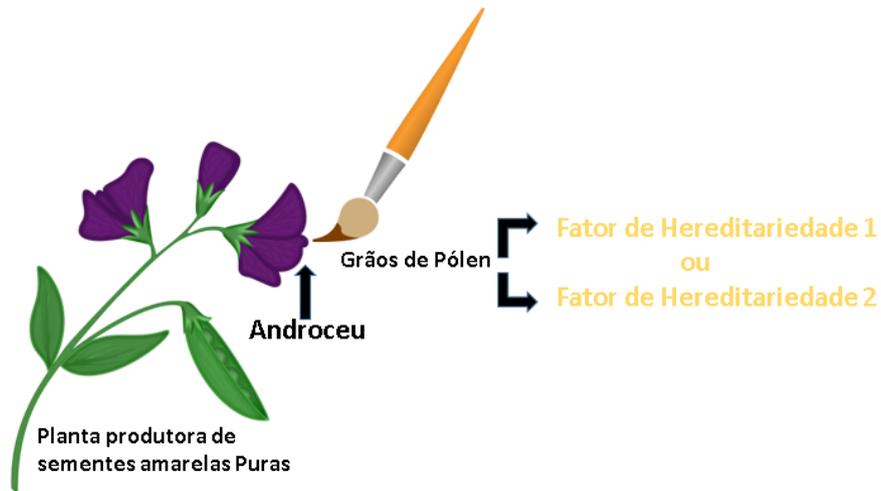
Outra vantagem dessas plantas é que estame e pistilo, os componentes envolvidos na reprodução sexual do vegetal, ficam encerrados no interior da mesma flor, protegidas pelas pétalas. Isso favorece a autopolinização e, por extensão, a autofecundação, formando descendentes com as mesmas características das plantas genitoras.

Nesse esquema percebe-se como se formavam as ervilhas puras, favorecidas pela autofecundação. Mendel acreditava que cada componente sexual (androceu e gineceu) reduzia a apenas um fator de hereditariedade (condição  $n$ ) que se uniam na fecundação. Desta forma haveriam 4 combinações diferentes envolvendo os dois fatores de hereditariedade de cada órgão sexual da planta.



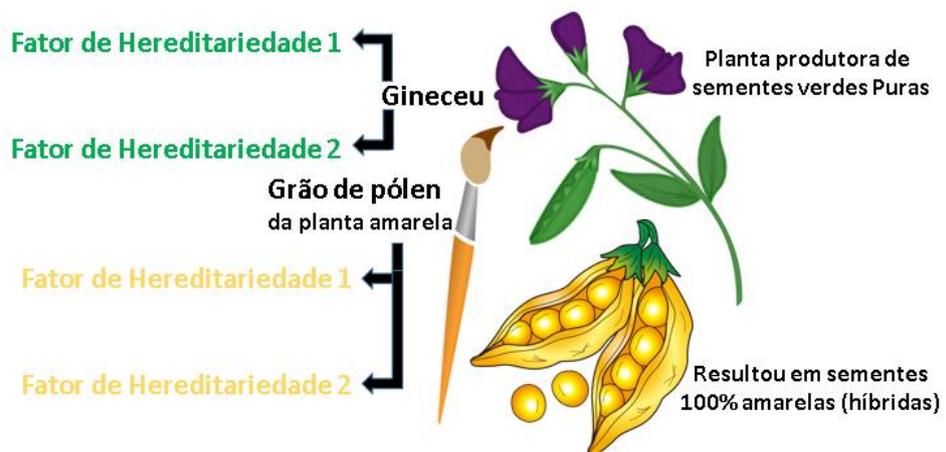
Depois de obter linhagens puras, Mendel efetuou um cruzamento diferente. Cortou os estames de uma flor proveniente de semente verde e depois depositou, nos estigmas dessa flor, pólen de uma planta proveniente de semente amarela.

Efetou, então, artificialmente, uma **polinização cruzada**: pólen de uma planta que produzia apenas semente amarela foi depositado no estigma de outra planta que só produzia semente verde, ou seja, cruzou duas plantas puras entre si.

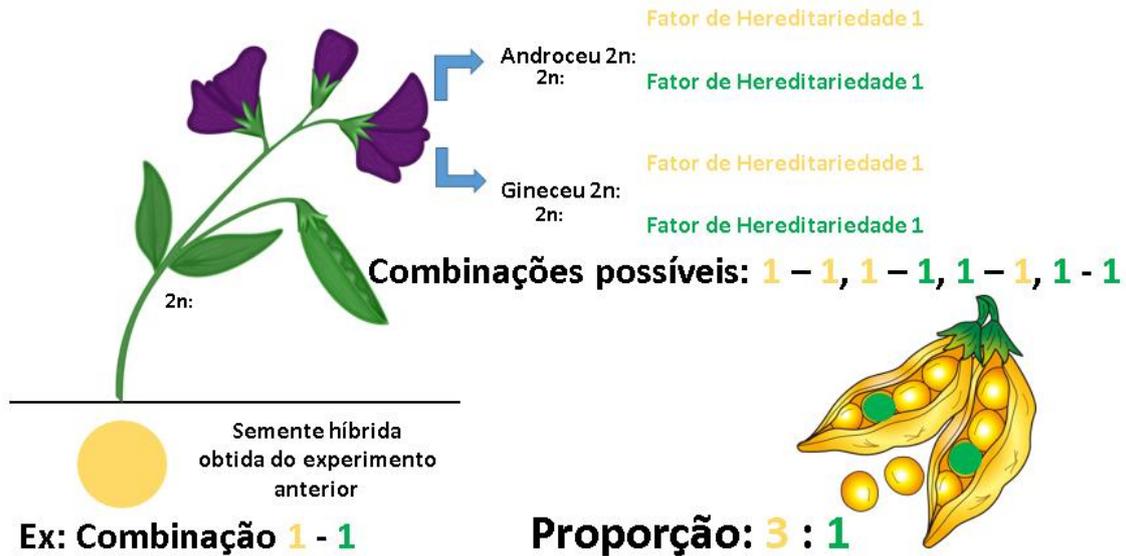


Após repetir o mesmo procedimento diversas vezes, Mendel verificou que todas as sementes originadas desses cruzamentos eram amarelas – a cor verde havia aparentemente “desaparecido” nos descendentes híbridos (resultantes do cruzamento das plantas), que Mendel chamou de **F<sub>1</sub>** (primeira geração filial). Concluiu, então, que a **cor amarela “dominava” a cor verde**. Chamou o caráter **cor amarela da semente de dominante e o verde de recessivo**.

**Combinações possíveis: 1 – 1, 1 – 2, 2 – 1, 2 - 2**



A seguir, Mendel fez germinar as sementes obtidas em  $F_1$  até surgirem as plantas e as flores. Deixou que se auto fertilizassem e aí houve a surpresa: a cor verde das sementes reapareceu na  $F_2$  (segunda geração filial), só eu em proporção menor que as de cor amarela: surgiram 6.022 sementes amarelas para 2.001 verdes, o que conduzia a **proporção 3:1**.

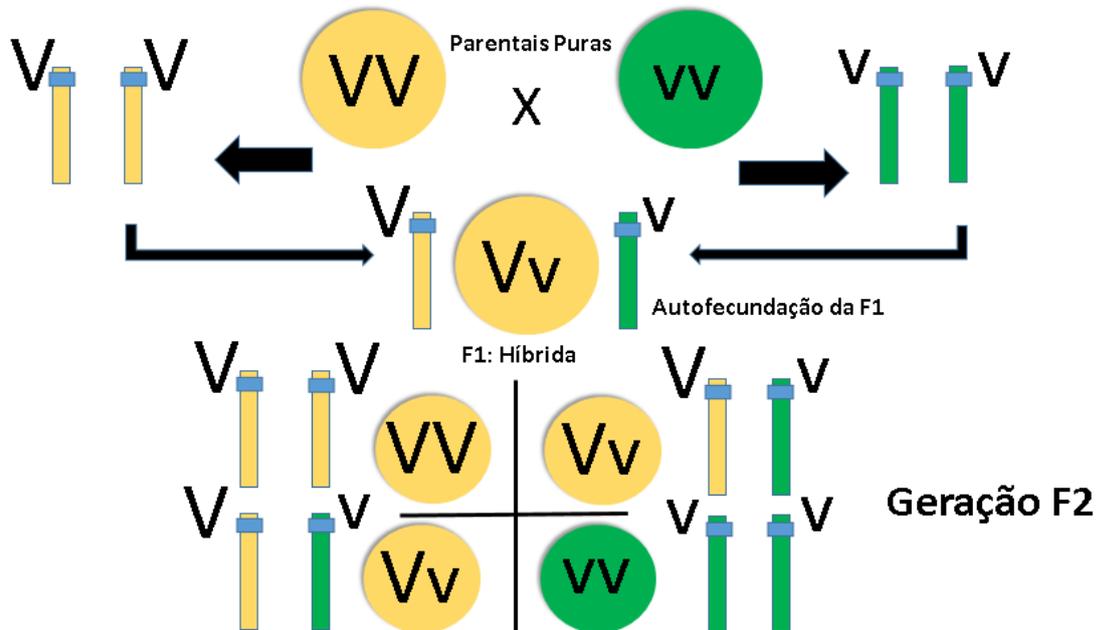


Concluiu que na verdade, a cor verde das sementes não havia “desaparecido” nas sementes da geração  $F_1$ . O que ocorreu é que ela não tinha se manifestado, uma vez que, sendo um caráter recessivo, era apenas “dominado” (nas palavras de Mendel) pela cor amarela. Mendel concluiu que a cor das sementes era determinada por dois fatores, cada um determinando o surgimento de uma cor, amarela ou verde.

Era necessário definir uma simbologia para representar esses fatores: escolheu a inicial do caráter recessivo. Assim, a letra *v* (inicial de verde), minúscula, simbolizava o fator recessivo. **Assim, a letra *v* (inicial de verde), minúscula, simbolizava o fator recessivo – para cor verde – e a letra *V*, maiúscula, o fator dominante – para cor amarela.**

Persistia, porém, uma dúvida: Como explicar o desaparecimento da cor verde na geração  $F_1$  e o seu reaparecimento na geração  $F_2$ ?

A resposta surgiu a partir do conhecimento de que cada um dos fatores se separava durante a formação das células reprodutoras, os gametas (na meiose). Dessa forma, podemos entender como o material hereditário passa de uma geração para a outra.



## Primeira Lei de Mendel

Também chamada de **Lei da segregação**, **Monoibridismo** ou **Lei da pureza dos gametas**. A comprovação da hipótese de dominância e recessividade nos vários experimentos efetuados por Mendel levou mais tarde à formulação da sua **1ª lei**: **“Cada característica é determinada por dois fatores que se separam na formação dos gametas, onde ocorrem em dose simples”**, isto é, para cada gameta masculino ou feminino encaminha-se apenas um fator.

A redescoberta dos trabalhos de Mendel, em 1900, trouxe a questão: onde estão os fatores hereditários e como eles se segregam?

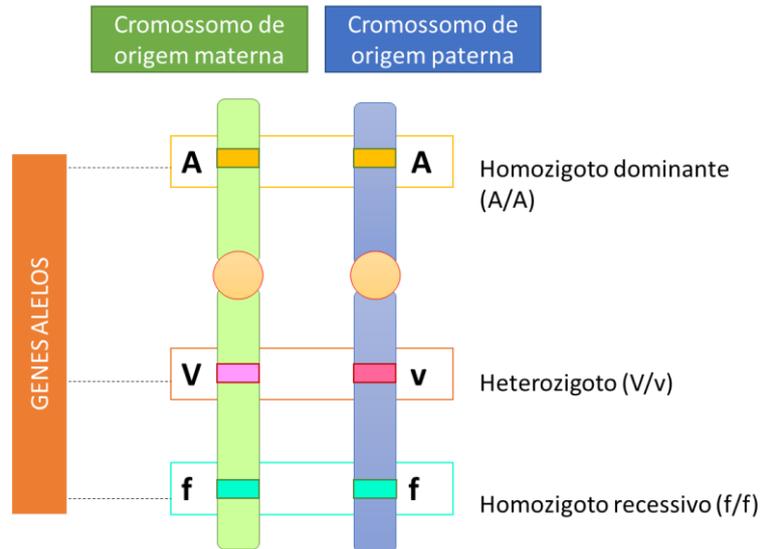
Em 1902, enquanto estudava a formação dos gametas em gafanhotos, o pesquisador norte americano Walter S. Sutton notou surpreendente semelhança entre o comportamento dos cromossomos homólogos, que se separavam durante a meiose, e os fatores imaginados por Mendel. Sutton lançou a hipótese de que os pares de fatores hereditários estavam localizados em pares de cromossomos homólogos, de tal maneira que a separação dos homólogos levava à segregação dos fatores.

**Hoje sabemos que os fatores a que Mendel se referiu são os genes** (do grego *genos*, originar, provir), e que realmente estão localizados nos cromossomos, como Sutton havia proposto. As **diferentes formas** sob as quais um gene pode se apresentar são denominados **alelos**.

## Conceitos básicos

### Alelos

Os **alelos** são as **formas alternativas de um mesmo gene** ou **locus** genéticos. Algumas vezes, alelos diferentes podem resultar em uma diferente característica fenotípica observável. Alguns organismos são diploides - isto é, apresentam pares de cromossomos homólogos nas suas células somáticas, contendo, assim, duas cópias do mesmo gene (ou dois alelos do mesmo gene).



### Genótipo

O termo “genótipo” (do grego *genos*, originar, provir, e *typos*, característica) refere-se à **constituição genética do indivíduo**, ou seja, aos genes que ele possui. **É a combinação alélica nas células diploides**. Estamos nos referindo ao genótipo quando dizemos, por exemplo, que uma planta de ervilha é homozigota dominante (**VV**) ou heterozigota (**Vv**) em relação à cor da semente.

### Homozigoto

É um termo da genética para indicar que os alelos presentes em um locus gênico são idênticos. Os indivíduos **homozigotos** são chamados de “**puros**”, visto que são caracterizados por pares de **genes alelos idênticos**, ou seja, os alelos análogos produzirão apenas um tipo de gameta. Ex: (AA, aa, BB, bb, VV, vv).

### Heterozigoto

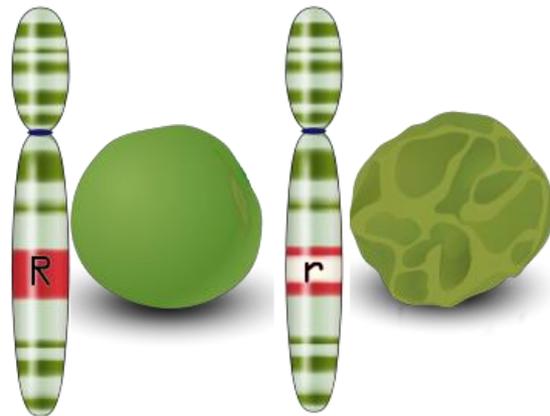
Os chamados **heterozigotos** ou “**híbridos**”, correspondem aos indivíduos que possuem pares de alelos distintos que determinam tal característica. Na medida que nos heterozigotos, os pares de alelos são diferentes, eles são representados pela união das letras maiúsculas e minúsculas. Ex: (Aa, Bb, Vv).

### Hemizigoto

Indivíduo diploide, **portador de apenas um alelo de determinado gene**. Como por exemplo quando apresentamos apenas uma cópia de um determinado gene. No caso dos homens que apresentam apenas uma cópia do cromossomo sexual X.

### Fenótipo

O **fenótipo** são as **características observáveis** ou caracteres de um organismo ou população, como: morfologia, desenvolvimento, propriedades bioquímicas ou fisiológicas e comportamento. **O fenótipo resulta da expressão dos genes do organismo, da influência de fatores ambientais** e da possível interação entre os dois.

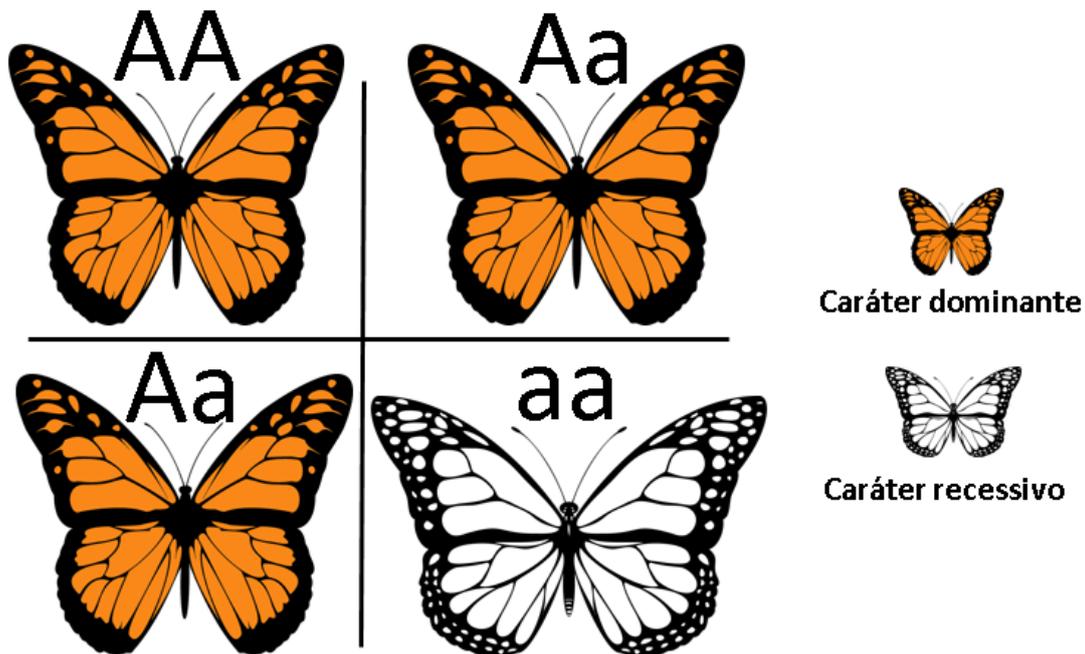


### Fenocópia

A fenocópia é um fator não hereditário, que ocorre **quando o indivíduo manifesta um fenótipo diferente do seu genótipo e com a mesma determinação dos genes**, na maioria das vezes isto se dá por uma influência do meio-ambiente, por exemplo, bronzamento da pele, cabelo tingido, etc.

### Caráter dominante

Um caráter é dito dominante quando se expressa fenotipicamente tanto em homozigose quanto em heterozigose.



### Caráter recessivo

É o caráter que só se expressa fenotipicamente quando na condição genotípica homozigota.

**Autossômico**

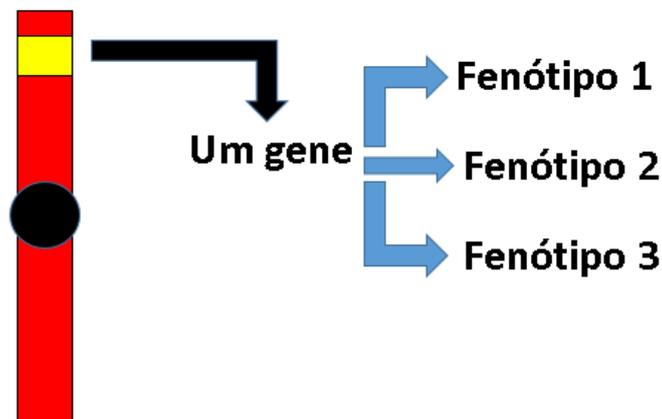
São os genes localizados nos cromossomos não sexuais.

**Heterossômico**

Também denominada de Heterossômos, são os genes localizados nos cromossomos sexuais ( X e Y ).

**Pleiotropia**

**Pleiotropia** (do grego *pleio* = "muito" e *tropo* = "mudança") é o nome dado aos múltiplos efeitos de um gene. Acontece quando **um único gene controla diversas características do fenótipo que muitas vezes não estão relacionadas**. É um caso de herança autossômica, ou seja, os genes que vão ser passados para os descendentes se encontram nos cromossomos autossômicos.

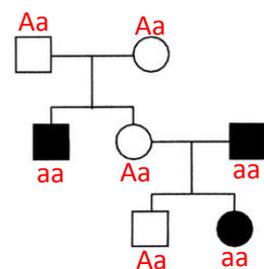


**Norma de Reação**

A norma de reação de um dado genótipo corresponde a um gráfico de respostas fenotípicas ao longo de um gradiente ambiental. A norma de reação se constitui numa matriz gráfica, normalmente representada por uma linha ou curva, que descreve o padrão de expressão fenotípica de um único genótipo numa gama de diferentes condições ambientais, no qual organismos se desenvolvem e vivem. Dessa forma a norma de reação é uma importante ferramenta principalmente nas áreas de genética, ecologia e evolução.

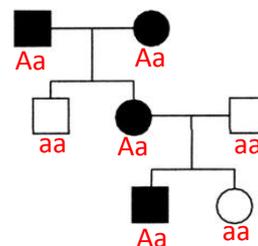
**Interpretação de padrão Dominante e Recessivo**

**Família I**



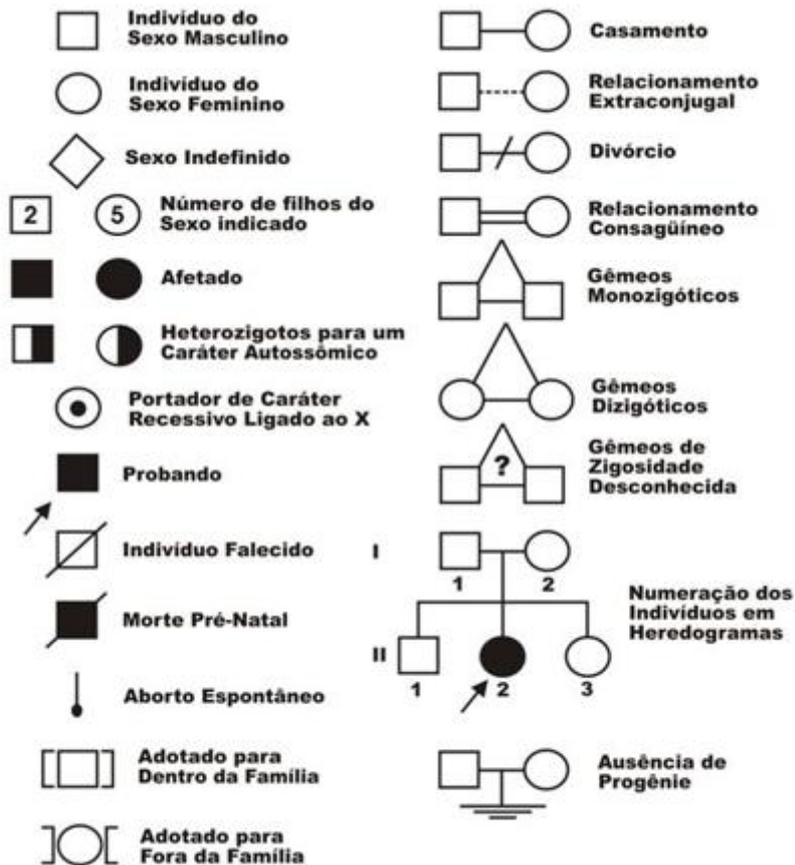
**Autossômico Recessivo**

**Família II**



**Autossômico Dominante**

## Símbolos para construir Heredogramas



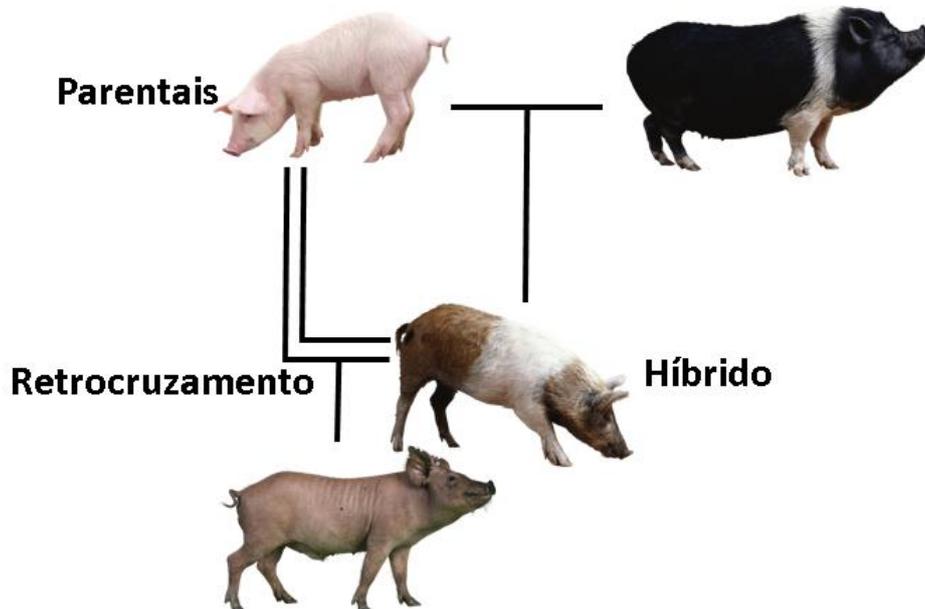
### Cruzamento Teste

Concebido por Gregor Mendel, é feito para determinar se um indivíduo exibindo um caráter biológico dominante é homocigoto ou heterocigoto para aquele caráter. Simplificadamente, cruzamentos testes determinam o genótipo de um indivíduo com um fenótipo dominante.



### Retrocruzamento

Retrocruzamento é um **cruzamento de um híbrido com um de seus pais** ou um indivíduo geneticamente similar aos seus pais com o intuito de alcançar descendentes com uma identidade genética a mais próxima possível dos pais.

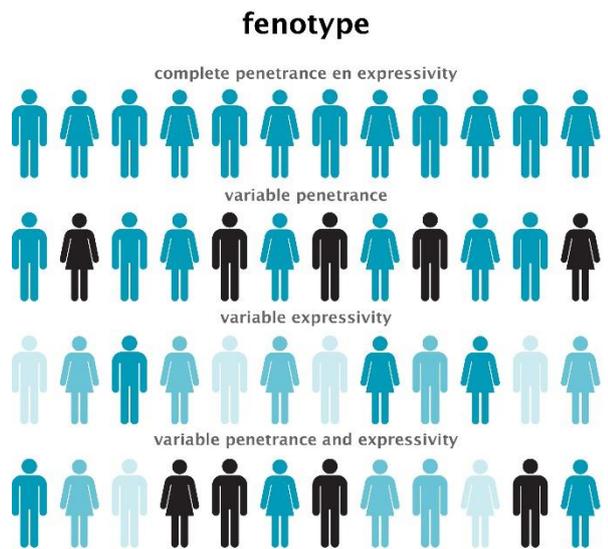


### Penetrância Gênica

Alguns genes sempre que estão presentes se manifestam, dizemos que são **altamente penetrantes**. Outros possuem uma **penetrância incompleta**, ou seja, **apenas uma parcela dos portadores do genótipo apresenta o fenótipo correspondente**. Observe que o **conceito de penetrância está relacionado à expressividade do gene em um conjunto de indivíduos**, sendo apresentado em termos percentuais. Assim, por exemplo, podemos falar que a penetrância para o gene para a doença de Huntington é de 100%, o que quer dizer que 100% dos portadores desse gene apresentam (expressam) o fenótipo correspondente.

### Expressividade Gênica

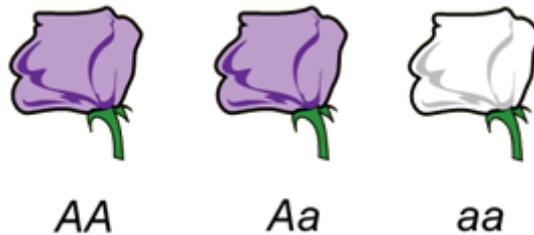
Ela mede a intensidade do fenótipo. Há herança de características, no entanto, cuja manifestação do gene (também chamada de expressividade) não determina fenótipos tão definidos, mas sim uma gradação de fenótipos. Por exemplo, os portadores dos genes para braquidactilia (dedos curto) podem apresentar fenótipos variando de dedos levemente mais curtos até a total falta deles.



### Dominância Completa

A dominância completa é aquela mais simples, em que um alelo suprime a manifestação de outro quando em heterozigose. Isso faz com que o **fenótipo de um indivíduo em heterozigose seja igual ao fenótipo de um indivíduo homozigoto dominante**.

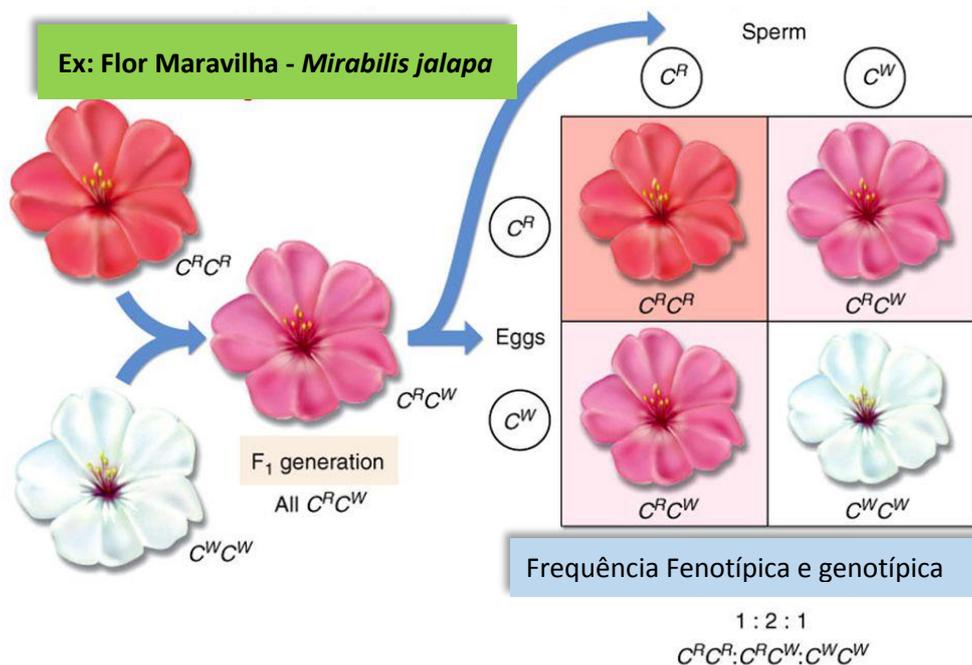
O exemplo mais clássico de dominância é o **albinismo**, uma desordem genética em que se observa um defeito na produção de melanina, pigmento responsável pela cor da pele e dos pelos. O alelo (A) determina a produção de melanina, e o alelo (a) define a sua não produção. Indivíduos Aa produzem melanina, assim como indivíduos AA. Somente indivíduos aa não produzem melanina, sendo, portanto, albinos.



### Dominância Incompleta

Na dominância incompleta ou Intermediária, os alelos expressam-se em heterozigose, porém o fenótipo produzido é intermediário, uma vez que nenhum é completamente dominante. Enquanto na dominância completa o fenótipo é igual ao do homozigoto dominante, na dominância incompleta, expressa-se um fenótipo completamente distinto dos homozigotos.

Na planta conhecida como maravilha, por exemplo, o alelo (B) determina a cor vermelha, e o (b) determina a cor branca. **Os indivíduos BB são vermelhos e os indivíduos bb são brancos. Em organismos Bb, no entanto, não temos indivíduos vermelhos, e sim indivíduos de coloração rosa**, com menos pigmento que os homozigotos dominantes.



### Codominância

A codominância ocorre quando os dois alelos se expressam em heterozigose e, diferentemente da dominância incompleta, não é formado um fenótipo intermediário. **Nesse caso, o fenótipo apresenta características dos dois alelos, que estão ativos e independem um do outro.**

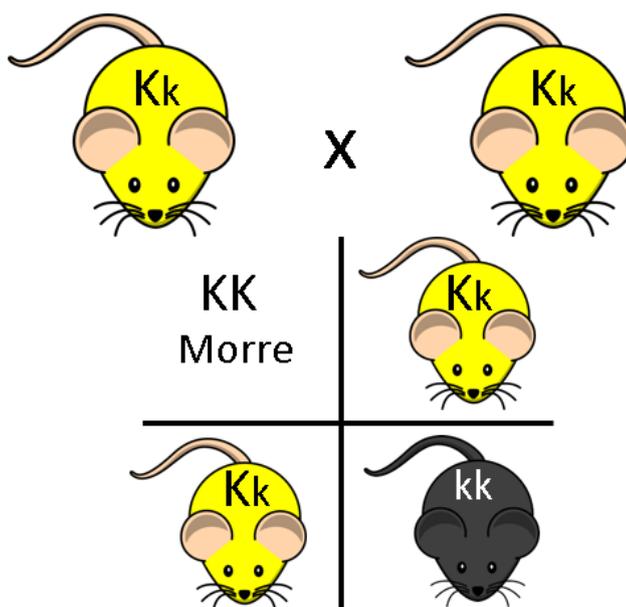
O exemplo mais conhecido de codominância é o grupo sanguíneo AB do sistema ABO, que apresenta três alelos envolvidos ( $I^A$ ,  $I^B$  e  $i$ ). Existe uma relação de dominância entre os alelos  $I^A$  e  $i$ , e  $I^B$  e  $i$ , entretanto, entre  $I^A$  e  $I^B$  essa relação não é observada. Os genótipos  $I^A i$  e  $I^A I^A$  determinam o sangue A, os genótipos  $I^B i$  e  $I^B I^B$  determinam sangue B, e o  $ii$  determina o sangue O. Quando o indivíduo apresenta sangue  $I^A I^B$ , o sangue é AB, pois os dois alelos expressam-se, não existindo relação de dominância entre eles.

	GROUP A	GROUP B	GROUP AB	GROUP O
Erythrocytes				

### Genes Letais

As mutações que ocorrem nos seres vivos são totalmente aleatórias e, às vezes, surgem variedades genéticas que podem levar à morte do portador antes do nascimento ou, caso ele sobreviva, antes de atingir a maturidade sexual. Esses genes que conduzem à morte do portador são conhecidos como alelos letais.

Por exemplo, em uma espécie de ratos, existe o gene K, dominante, responsável pela coloração amarela do seu pelo. O alelo recessivo k condiciona a cor cinza dos pelos. Ratos homocigotos dominante morrem antes de nascer. O heterocigoto é um animal saudável e amarelo e o homocigoto recessivo, igualmente saudável, é cinza. Assim, se cruzarmos dois ratos heterocigotos, de cor amarela, resultará na proporção **2:1** fenótipos entre os descendentes, ao invés da proporção de **3:1** que seria esperada se fosse um caso clássico de monohibridismo (cruzamento entre dois indivíduos heterocigotos para um único gene). No caso dos ratos o homocigoto dominante morre logo após nascer, o que conduz a proporção 2:1.





1) (UFRGS,1998) Os seguintes conceitos genéticos foram escritos por um aluno que estava com dúvidas sobre a matéria e que pediu a um professor qualificado que os conferisse:

I - Os genes em um mesmo cromossomo tendem a ser herdados juntos e são denominados "genes ligados".

II - Quando uma característica particular de um organismo é governada por muitos pares de genes, que possuem efeitos similares e aditivos, nós dizemos que esta característica é uma característica poligênica.

III - Quando três ou mais alelos, para um dado *locus*, estão presentes na população, dizemos que este *locus* possui alelos múltiplos.

IV - Um organismo com dois alelos idênticos para um *locus* em particular é considerado homocigoto para este *locus*, enquanto um organismo com dois alelos diferentes para um mesmo *locus* é considerado heterocigoto para este *locus*.

V - A aparência de um indivíduo com respeito a uma dada característica herdada é chamada de fenótipo.

Quais afirmativas o professor diria que estão corretas?

- (A) Apenas II, III e IV
- (B) Apenas I, II, III e IV
- (C) Apenas I, II, III e V
- (D) Apenas II, III, IV e V
- (E) I, II, III, IV e V



2) (UFRGS,1998) Maria teve um filho, e Pedro, seu ex-namorado, nega a paternidade da criança, alegando que o filho pode ser de Paulo (irmão de Pedro), ou de João (primo de Pedro), ou ainda de um vizinho, Antônio. Para solucionar esse impasse, a família de Maria resolveu fazer um teste de paternidade, e o resultado foi o seguinte:

Porcentagem de hibridização (semelhança), com o DNA da criança	Indivíduo
5%	João
49%	Pedro
27%	Paulo
> 1%	Antônio



Assinale a alternativa que interpreta corretamente os resultados do teste.

- (A) A criança não é filha de nenhum dos supostos pais, pois todos os resultados foram menores que 85%.
- (B) A criança é filha de Pedro, pois, aproximadamente, 50% dos genes são herdados da mãe e 50%, do pai.
- (C) A criança é filha de João, pois, para se hibridizarem, os DNAs devem ser diferentes.
- (D) O teste não foi conclusivo, pois deveríamos ter hibridizado o DNA do pai com o da mãe.
- (E) Pedro e Paulo são, na verdade, irmãos adotivos.

3) (UFRGS, 2000) As reações bioquímicas, em sua maioria, são interligadas e frequentemente interdependentes. Os produtos de uma cadeia de reações podem ser utilizados em muitas outras vias metabólicas. Assim, não é surpreendente que a expressão fenotípica de um gene envolva mais do que uma característica.

A afirmação acima se refere ao conceito de

- (A) dominância incompleta.
- (B) heterogeneidade genética.
- (C) pleiotropia.
- (D) alelismo múltiplo.
- (E) fenocópia.





4) (UFRGS, 2001) A anemia falciforme é uma doença hemolítica grave cujas manifestações clínicas incluem anemia, icterícia, obstrução vascular e infartos dolorosos em vários órgãos como os ossos, o baço e os pulmões, podendo ser fatal se não tratada no início da infância. Devido a sua importância, a detecção de portadores de anemia falciforme está sendo incluída, no Rio Grande do Sul, no teste do pezinho. O seu padrão de herança é autossômico recessivo. Um casal normal que pretende ter um filho consulta um geneticista, já que cada um dos cônjuges tem um irmão com anemia falciforme. Se você fosse o geneticista, antes de realizar qualquer exame, qual a resposta correta que daria à pergunta sobre a probabilidade de nascimento de uma criança com este tipo de anemia?

- (A) 1/2  
(B) 1/4  
(C) 1/8  
(D) 1/9  
(E) 1/16



5) (UFRGS, 2003) Considere as seguintes afirmações sobre alguns conceitos fundamentais utilizados em genética.

I - Alelo recessivo é aquele inibido pela ação de outro alelo, denominado dominante.

II - Cromossomos homólogos são os que apresentam genes que codificam as mesmas características e que pareiam durante a meiose.

III - Genótipo é a descrição da constituição genética de um organismo; é um conceito relativo a um determinado gene ou a um conjunto de genes.

Quais estão corretas?

- (A) Apenas II.  
(B) Apenas I e II.  
(C) Apenas I e III.  
(D) Apenas II e III.  
(E) I, II e III.



6) (UFRGS, 2003) Camundongos com genótipo homocigoto recessivo têm coloração cinzenta. Os heterocigotos são amarelos, e os homocigotos dominantes morrem no início do desenvolvimento embrionário. De um experimento de cruzamento entre animais amarelos, resultaram 120 descendentes. O número provável de descendentes cinzentos é

- (A) 30.  
(B) 40.  
(C) 60.  
(D) 80.  
(E) 120.



7) (UFRGS, 2004) A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) normatizou, recentemente, a utilização de câmaras de bronzeamento artificial, visando diminuir os riscos dessa prática, tais como lesões na retina, queimaduras, envelhecimento precoce e câncer de pele. Uma mulher que se submeteu a dez sessões intercaladas de bronzeamento, com duração de 15 a 30 minutos cada uma, apresentou, quatro meses depois, indícios de câncer de pele, uma vez que as radiações UV danificaram seu DNA. Pode-se afirmar que esse tipo de câncer

- (A) é herdável, porque provoca alteração do DNA.  
(B) não é herdável, porque a mutação resultante é recessiva.  
(C) é herdável, porque a mutação resultante é dominante.  
(D) não é herdável, porque provoca alteração em células somáticas.  
(E) é herdável, porque provoca alteração em células germinativas.



8) (UFRGS, 2004) João e Maria estão pensando em ter um filho. João tem um irmão albino e uma irmã com pigmentação normal. Seus pais não são albinos, porém João tem uma tia paterna albina e um primo, por parte de mãe, com a mesma característica. Já Maria tem um avô materno e uma irmã albinos e um irmão com pigmentação normal. Os pais de Maria também têm pigmentação normal.

Que informações permitem avaliar com maior precisão as chances de João e Maria terem um filho albino?

- (A) O fenótipo da irmã de João e o genótipo do avô de Maria.  
(B) O genótipo da tia de João e o genótipo do irmão de Maria.  
(C) O fenótipo do irmão de João e o fenótipo da irmã de Maria.  
(D) O genótipo do primo de João e o fenótipo da mãe de Maria.  
(E) O fenótipo do pai de João e o genótipo do pai de Maria.





9) (UFRGS, 2006) Em 2005, iniciaram-se as comemorações do centenário da utilização da *Drosophila sp.* na pesquisa científica. Assinale com V (verdadeiro) ou F (falso) as afirmações abaixo sobre esse inseto, amplamente utilizado em experimentos na área de genética e evolução.

- ( ) Apresenta variantes genéticas facilmente observáveis.
- ( ) Apresenta autofecundação.
- ( ) Apresenta ciclo reprodutivo curto e fecundidade alta.
- ( ) Apresenta pequeno número de cromossomos.
- ( ) Não apresenta dimorfismo sexual.



A sequência correta de preenchimento dos parênteses, de cima para baixo, é

- (A) F - V - F - F - V.
- (B) F - F - V - F - V.
- (C) V - V - F - V - F.
- (D) V - F - V - V - F.
- (E) V - F - F - V - V.

10) (UFRGS, 2006) Conforme correspondência publicada na revista científica Nature de agosto de 2005 (p. 776), foi sugerido que a característica de ser ou não bruxo seguiria padrão de segregação mendeliana. Rony, Neville e Draco são bruxos, filhos de pais bruxos, provenientes de famílias bruxas tradicionais. Hermione é bruxa, mas filha de trouxas (não bruxos). Simas é bruxo, filho de uma bruxa e de um trouxa. Harry é bruxo, filho de bruxos, sendo sua mãe filha de trouxas. Com base no texto, considere as seguintes afirmações sobre o caráter bruxo em termos genéticos.

- I - Harry é menos bruxo que Rony, Neville e Draco.
- II - Hermione apresenta dois alelos para o caráter bruxo.
- III - Simas é heterozigoto para o caráter bruxo.



Quais estão corretas?

- (A) Apenas I.
- (B) Apenas II.
- (C) Apenas I e III.
- (D) Apenas II e III.
- (E) I, II e III.

11) (UFRGS, 2006) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem. De acordo com a hipótese de segregação de fatores proposta por Mendel, a produção de uma geração F3 a partir da autofertilização da geração F2 resultante do cruzamento de ervilhas parentais homozigotas amarelas (AA) e verdes (aa) produziria de ervilhas amarelas e de ervilhas verdes.

- (A) 3/8 - 5/8
- (B) 4/8 - 4/8
- (C) 5/8 - 3/8
- (D) 6/8 - 2/8
- (E) 7/8 - 1/8



12) (UFRGS, 2007) Em genética, o cruzamento-teste é utilizado para determinar

- (A) o número de genes responsável por uma característica.
- (B) o padrão de herança de uma característica.
- (C) a recessividade de uma característica.
- (D) o grau de penetrância de uma característica.
- (E) a homozigose ou heterozigose de um gene dominante.



13) (UFRGS, 2008) Em gatos, a cor da pelagem preta é dominante em relação à cinza. Uma fêmea preta, chamada Filó, tem mãe preta homozigota e pai preto, chamado Bigode. A mãe de Bigode é cinza. Se Filó cruzar com um gato cinza, a probabilidade de nascer um descendente cinza é de

- (A) 1/8.
- (B) 1/4.
- (C) 1/3.
- (D) 1/2.
- (E) 3/4.



14) (UFRGS, 2008) Leia a tira abaixo, que ilustra os efeitos de um inseticida em um grupo de baratas .



Zero Hora, 2006.

Supondo que a sensibilidade ao inseticida Baratox seja uma característica monogênica, considere as afirmações abaixo.

I - Nesse grupo de baratas, existem pelo menos dois diferentes alelos para a característica sensibilidade ao inseticida.

II - A barata insensível ao inseticida, do segundo quadrinho, apresenta um genótipo homocigoto recessivo.

III - O fenótipo das baratas sensíveis ao inseticida, do segundo quadrinho, deve-se a um efeito de codominância.

Quais estão corretas?

- (A) Apenas I. (D) Apenas II e III.  
 (B) Apenas II. (E) I, II e III.  
 (C) Apenas I e III.



15) (UFRGS, 2010) A cor da pelagem em coelhos é causada por quatro alelos diferentes do gene c: Os alelos selvagem, chinchila, himalaia e albino. O alelo tipo selvagem é totalmente dominante em relação aos demais. O alelo chinchila apresenta dominância incompleta em relação ao alelo albino e codominância em relação ao alelo himalaia. O alelo himalaia, por sua vez, é totalmente dominante em relação ao alelo albino. De acordo com essas informações, quantos diferentes fenótipos podem ser encontrados para a pelagem de coelhos?

- (A) 2 (D) 5  
 (B) 3 (E) 6  
 (C) 4



16) (UFRGS, 2012) Em rabanetes, um único par de alelos de um gene controla a forma da raiz. Três formas são observadas: oval, redonda e longa. Cruzamentos entre estes três tipos apresentam os seguintes resultados:

P		F <sub>1</sub>
Redondo	x Oval	Oval e Redondo (1:1)
Redondo	x Longo	Oval
Oval	x Longo	Oval e Longo (1:1)
Redondo	x Redondo	Redondo
Longo	x Longo	Longo

Qual a proporção de progênie esperada do cruzamento oval x oval?

- (A) 3 ovais : 1 longo  
 (B) 1 redondo: 1 longo  
 (C) 1 oval: 2 redondos: 1 longo  
 (D) 3 redondos: 1 longo  
 (E) 1 redondo: 2 ovais: 1 longo

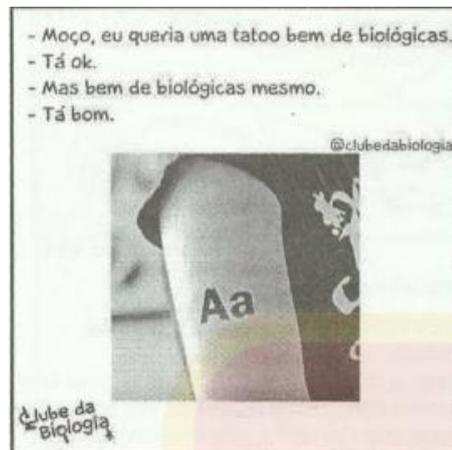


17) (UFRGS, 2017) O conjunto de fenótipos possíveis, a partir de um determinado genótipo sob diferentes condições ambientais, é denominado

- (A) adaptação individual.
- (B) seleção sexual.
- (C) homeostasia.
- (D) pleiotropia.
- (E) norma de reação.



18) (UFRGS, 2018) Observe a ilustração ao lado, que indica o genótipo de uma característica monogênica Mendeliana em um indivíduo.



Com relação ao que aparece na ilustração, é correto afirmar que

- (A) o indivíduo é heterozigoto para a característica monogênica indicada e pode formar 50% dos gametas A e 50% dos gametas a.
- (B) caso esse indivíduo tenha um filho gerado com outra pessoa de igual genótipo, a probabilidade de o filho ser heterozigoto é de 25%.
- (C) esse genótipo é um exemplo de expressão de uma recessiva de uma característica recessiva
- (D) quatro células haploides serão formadas na proporção de 1: 2: 1, ao final da meiose II desse indivíduo.
- (E) as letras representam alelos para características diferentes e ocupam lócus diferentes nos cromossomos homólogos.

19) (ENEM) Anemia Falciforme é uma das doenças hereditária mais prevalentes no Brasil, sobretudo nas regiões que receberam maciços contingentes de escravos africanos. É uma alteração genética, caracterizada por um tipo de hemoglobina mutante designada por hemoglobina S. Indivíduos com essa doença apresentam eritrócitos com formato de foice, dão o seu nome. Se uma pessoa recebe um gene do pai e outro da mãe para produzir a hemoglobina S ela nasce com um par de genes SS e assim terá a Anemia Falciforme. Se receber de um dos pais o gene para hemoglobina S e do outro o gene para hemoglobina A ela não terá doença, apenas o Traço Falciforme (AS), e não precisará de tratamento especializado. Entretanto, deverá saber que se vier a ter filhos com uma pessoa que também herdou o traço, eles poderão desenvolver a doença.

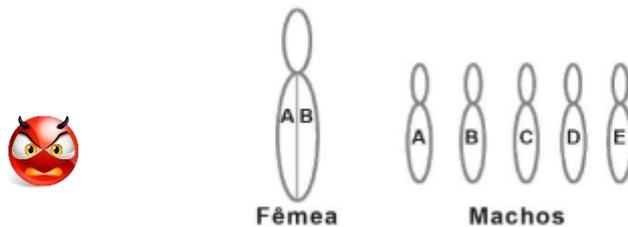
Disponível em: <http://www.opas.org.br>. Acesso em: 02 mai. 2009 (adaptado).

Dois casais, ambos membros heterozigotos do tipo AS para o gene da hemoglobina, querem ter um filho cada. Dado que um casal é composto por pessoas negras e o outro por pessoas brancas, a probabilidade de ambos os casais terem filhos (um para cada casal) com Anemia falciforme é igual a

- (A) 5,05%.
- (B) 6,25%.
- (C) 10,25%.
- (D) 18,05%.
- (E) 25,00%.



20) (ENEM) Em abelhas, *Apis mellifera*, os óvulos não fertilizados originam machos haploides. Experimentos em laboratório têm obtido machos diploides e demonstram que os machos têm de ser homocigotos para um gene, enquanto as fêmeas têm de ser heterocigotas. Disponível em: <http://www.nature.com> (adaptado). Supondo que uma fêmea com genótipo AB se acasale com cinco machos com genótipos diferentes A, B, C, D e E, conforme o esquema.



Qual a porcentagem de machos na prole desta fêmea?

- (A) 40%, pois a fêmea teria descendentes machos apenas nos cruzamentos com os machos A e B.
- (B) 20%, pois a fêmea produz dois tipos de gameta com relação a esse gene, e os machos, cinco tipos no total.
- (C) 20%, pois a fêmea produz um tipo de gameta com relação a esse gene, e os machos, cinco tipos no total.
- (D) 50%, pois a fêmea produz dois tipos de gametas com relação a esse gene, e os machos, um tipo.
- (E) 50%, pois a fêmea produz um tipo de gameta com relação a esse gene, e os machos, cinco tipos.

21) (ENEM) A fenilcetonúria é uma doença hereditária autossômica recessiva, associada à mutação do gene PAH, que limita a metabolização do aminoácido fenilalanina. Por isso, é obrigatório, por lei, que as embalagens de alimentos, como refrigerantes dietéticos, informem a presença de fenilalanina em sua composição. Uma mulher portadora de mutação para o gene PAH tem três filhos normais, com um homem normal, cujo pai sofria de fenilcetonúria, devido à mesma mutação no gene PAH encontrada em um dos alelos da mulher. Qual a probabilidade de a quarta criança gerada por esses pais apresentar fenilcetonúria?

- (A) 0%
- (B) 12,5%
- (C) 25%
- (D) 50%
- (E) 75%



22) (ENEM) Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas. Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram

- (A) os genótipos e os fenótipos idênticos.
- (B) os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
- (C) diferenças nos genótipos e fenótipos.
- (D) o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
- (E) o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.





23) (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 a 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 nas flores. Tomando-se um grupo de plantas cujas flores são vermelhas, como distinguir aquelas que são VV das que são Vv?

(A) cruzando-se entre si, é possível identificar as plantas que tem o fator v na sua composição pela análise de características exteriores dos gametas masculinos, os grãos de pólen.

(B) cruzando-as com as 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 outras 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.



24) (ENEM) Considere que exista um gene com dois alelos: um dominante, que permite a expressão da cor, e um recessivo, que não permite a expressão da cor. Considere, ainda, que, em um oceano, existam duas ilhas próximas e que, na ilha 1, todos os ratos apresentem pelagem branca e, na ilha 2, todos apresentem pelagem selvagem. Nesse contexto, considere que a consequência de uma atividade vulcânica tenha sido o surgimento de uma ponte entre as duas ilhas, o que permitiu o trânsito dos ratos nas duas ilhas. Suponha que, em decorrência disso, todos os acasalamentos tenham ocorrido entre ratos de ilhas diferentes e a geração seguinte (F1) tenha sido composta exclusivamente de ratos com pelagem selvagem. Considerando-se que os acasalamentos para a formação da próxima geração (F2) sejam ao acaso, é correto afirmar que essa geração será constituída de ratos com pelagem

(A) branca.

(B) selvagem.

(C) 50% branca e 50% selvagem.

(D) 75% branca e 25% selvagem.

(E) 75% selvagem e 25% branca.



25) (UCS, 2012) Alelos são pares de genes responsáveis pela expressão de determinadas características num organismo. Em cobaias de laboratório, foram identificados alelos que controlam a coloração do pelo, seguindo o padrão abaixo.

Cobaia 1: AA – coloração cinza

Cobaia 2: Aa – coloração cinza

Cobaia 3: aa – coloração branca

A partir desse padrão, analise as afirmações abaixo.

– Considerando um cruzamento das cobaias 1 X 2, a chance de obtenção de um indivíduo cinza é de \_\_\_\_\_.

– Considerando um cruzamento das cobaias 2 X 3, a chance de obtenção de um indivíduo branco é de \_\_\_\_\_.

– A coloração branca só aparece em indivíduos \_\_\_\_\_.

Assinale a alternativa que completa, correta e respectivamente, as lacunas acima.

(A) 100% – 50% – homocigóticos recessivos

(B) 50% – 50% – homocigóticos recessivos

(C) 75% – 25% – heterocigóticos dominantes

(D) 25% – 50% – heterocigóticos recessivos

(E) 100% – 50% – homocigóticos dominantes



26) (UCPEL, 2014) Um casal apresenta genótipos diferentes, tendo o homem dois alelos iguais e a mulher dois alelos diferentes para o mesmo gene. Os termos que indicam o significado correspondente aos genótipos desse casal são, respectivamente,

- (A) recessivo e dominante.
- (B) heterozigoto e homozigoto.
- (C) dominante e recessivo.
- (D) homozigoto e heterozigoto.
- (E) homólogo e heterólogo.

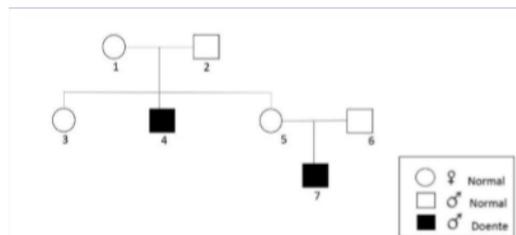


27) (UCPEL, 2006) Mendel verificou sua hipótese pela realização de um cruzamento teste, maneira de testar se um determinado indivíduo que apresenta uma característica dominante é homozigoto ou heterozigoto. Em um cruzamento teste, o indivíduo em questão é cruzado com um indivíduo homozigoto para característica recessiva, um indivíduo de fácil identificação, porque para possuir o fenótipo recessivo, é necessário

- (A) ser heterozigoto para a característica recessiva.
- (B) ser homozigoto para característica recessiva.
- (C) ser homozigoto ou heterozigoto.
- (D) ter presença de genes dominantes.
- (E) apresentar codominância.



28) (UPF, 2017) A doença de Tay-Sachs é um distúrbio neurológico degenerativo, autossômico recessivo, causada pela disfunção dos lisossomos. O heredograma de três gerações da família Silva, apresentado abaixo, mostra indivíduos com essa doença.



Com base no afirmar que os

heredograma, é correto indivíduos

- (A) 1 e 2 são homozigóticos dominante, caso contrário, seriam doentes.
- (B) 3 e 5 são necessariamente heterozigóticos para essa doença.
- (C) 2 e 6 são homozigóticos para essa doença.
- (D) 5 e 6 são heterozigóticos, caso contrário, não teriam filho doente.
- (E) 2 e 4 são heterozigóticos para essa doença.



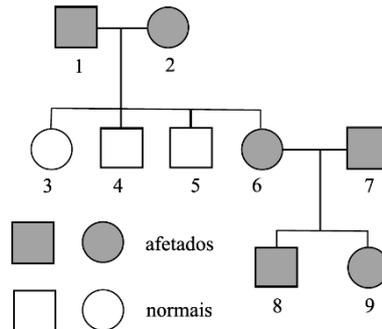
29) (UPF, 2015) A fibrose cística é uma doença autossômica recessiva grave. É caracterizada por um distúrbio nas secreções das glândulas exócrinas que pode afetar todo o organismo, frequentemente levando à morte prematura. As pessoas nas quais o alelo recessivo é detectado recebem aconselhamento genético a respeito do risco de vir a ter um descendente com a doença. Paulo descobriu que é heterozigoto para essa característica. Ele é casado com Júlia, que não apresenta a doença e é filha de pais que também não apresentam a doença. No entanto, Júlia teve um irmão que morreu na infância, vítima de fibrose cística.

Qual a probabilidade de que Paulo e Júlia venham a ter um(a) filho(a) com fibrose cística?

- (A) 1/6
- (B) 1/8
- (C) 1/4
- (D) 1/2
- (E) 1/3



30) Na espécie humana, a característica conhecida como polidactilia é caracterizada pela presença de um dedo extranumerário, nas mãos ou nos pés. O heredograma representa uma família estudada quanto à característica. A mulher 6 procurou um geneticista para saber qual a chance de gerar uma criança normal ao se casar novamente, mas com um homem normal, proveniente de uma família onde não ocorre a doença.



A resposta que obteve foi de

- (A) 75%.
- (B) 66%.
- (C) 50%.
- (D) 33%.
- (E) 25%.

GABARITO:

1- E	2- B	3- C	4- D	5-D	6-B	7-D	8-C	9-D	10-B
11-C	12-E	13-B	14-A	15-E	16-E	17-E	18-A	19-B	20-B
21-C	22-B	23-B	24-E	25-A	26-D	27-B	28-D	29-A	30-D