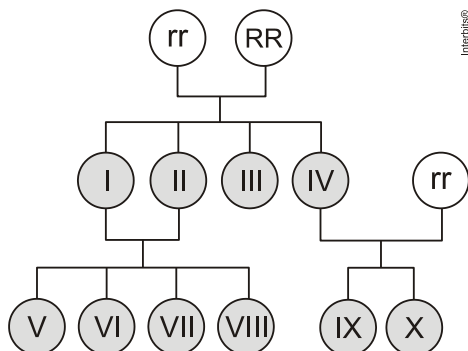


1. (Unesp 2015) Fátima tem uma má formação de útero, o que a impede de ter uma gestação normal. Em razão disso, procurou por uma clínica de reprodução assistida, na qual foi submetida a tratamento hormonal para estimular a ovulação. Vários óvulos foram colhidos e fertilizados *in vitro* com os espermatozoides de seu marido. Dois zigotos se formaram e foram implantados, cada um deles, no útero de duas mulheres diferentes ("barrigas de aluguel"). Terminadas as gestações, duas meninas nasceram no mesmo dia.

Com relação ao parentesco biológico e ao compartilhamento de material genético entre elas, é correto afirmar que as meninas são

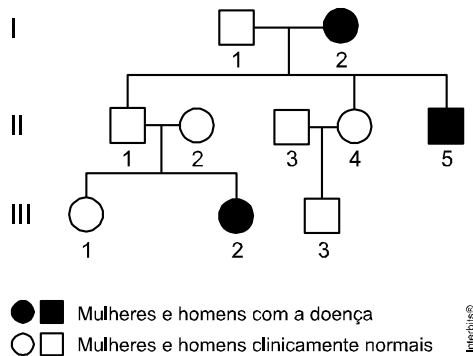
- irmãs biológicas por parte de pai e por parte de mãe, pois compartilham com cada um deles 50% de seu material genético e compartilham entre si, em média, 50% de material genético.
- gêmeas idênticas, uma vez que são filhas da mesma mãe biológica e do mesmo pai e compartilham com cada um deles 50% de seu material genético, mas compartilham entre si 100% do material genético.
- gêmeas fraternas, não idênticas, uma vez que foram formadas a partir de diferentes gametas e, portanto, embora compartilhem com seus pais biológicos 50% de seu material genético, não compartilham material genético entre si.
- irmãs biológicas apenas por parte de pai, doador dos espermatozoides, com o qual compartilham 50% de seu material genético, sendo os outros 50% compartilhados com as respectivas mães que as gestaram.
- irmãs biológicas por parte de pai e por parte de mãe, embora compartilhem entre si mais material genético herdado do pai que aquele herdado da mãe biológica, uma vez que o DNA mitocondrial foi herdado das respectivas mães que as gestaram.

2. (Unicamp 2015) Em uma espécie de planta, o caráter cor da flor tem codominância e herança mendeliana. O fenótipo vermelho é homozigoto dominante, enquanto a cor branca é característica do homozigoto recessivo. Considerando o esquema abaixo, é correto afirmar que



- os fenótipos de II e III são iguais.
- o fenótipo de X é vermelho.
- os fenótipos de IX e X são os mesmos dos pais.
- o fenótipo de IV é vermelho.

3. (Fuvest 2015) No heredograma abaixo estão representadas pessoas que têm uma doença genética muito rara, cuja herança é dominante. A doença é causada por mutação em um gene localizado no cromossomo 6. Essa mutação, entretanto, só se manifesta, causando a doença, em 80% das pessoas heterozigóticas.



- Usando os algarismos romanos e arábicos correspondentes, identifique as pessoas que são certamente heterozigóticas quanto a essa mutação. Justifique sua resposta.
- Qual é a probabilidade de uma criança, que II-5 venha a ter, apresentar a doença? Justifique sua resposta.

4. (Unesp 2015) Observe as cenas do filme *A perigosa ideia de Charles Darwin*.



(WGBH Educational Foundation e Clear Blue Sky Productions. *Scientific American Brasil*, 2001.)

Neste trecho do filme, Darwin, desolado com a doença de sua filha Annie, desabafa com o médico:

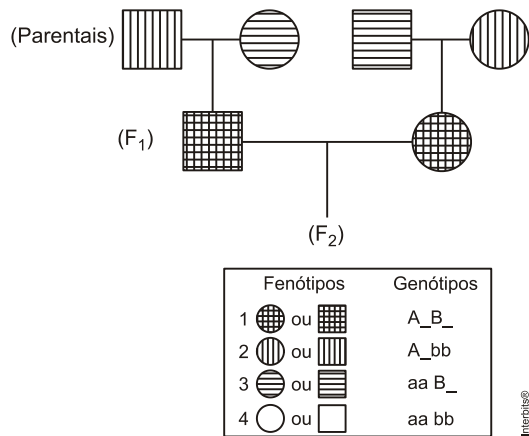
“– É minha culpa! Casamentos entre primos-irmãos sempre produzem filhos fracos.”

Na sequência, Darwin e sua esposa Emma choram a morte prematura de Annie. Darwin e Emma eram primos-irmãos: a mãe de Darwin era irmã do pai de Emma.

Explique por que os filhos de primos-irmãos têm maior probabilidade de vir a ter uma doença genética que não se manifestou em seus pais ou avós.

Supondo que a mãe de Darwin e o pai de Emma fossem heterozigotos para uma doença determinada por alelo autossômico recessivo, e que o pai de Darwin e a mãe de Emma fossem homozigotos dominantes, determine a probabilidade de o primeiro filho de Darwin e Emma ter a doença.

5. (Fgv 2015) Analise o heredograma que ilustra a transmissão de duas características genéticas, cada uma condicionada por um par de alelos autossômicos com dominância simples.



Admitindo que todos os indivíduos da geração parental são duplo homozigotos, e que foram gerados em (F_2) cerca de cem descendentes, é correto afirmar que a proporção esperada para os fenótipos 1, 2, 3 e 4, respectivamente, é de

- 3:1:3:1.
- 9:3:3:1.
- 1:1:1:1.
- 3:3:1:1.
- 1:3:3:1.

6. (Unifesp 2015) Charles Darwin explicou o mecanismo evolutivo por meio da ação da seleção natural sobre a variabilidade dos organismos, mas não encontrou uma explicação adequada para a origem dessa variabilidade. Essa questão, no entanto, já havia sido trabalhada anos antes por Gregor Mendel e, em 2015, comemoram-se os 150 anos da publicação de seus resultados, conhecidos como Leis de Mendel.

- A que se refere a Segunda Lei de Mendel? Por que ela explica o surgimento da variabilidade dos organismos?
- Cite e explique um outro processo que também tenha como resultado a geração de variabilidade no nível genético.

7. (Fuvest 2015) O casal Fernando e Isabel planeja ter um filho e ambos têm sangue do tipo A. A mãe de Isabel tem sangue do tipo O. O pai e a mãe de Fernando têm sangue do tipo A, mas um outro filho deles tem sangue do tipo O.

- Com relação ao tipo sanguíneo, quais são os genótipos do pai e da mãe de Fernando?
- Qual é a probabilidade de que uma criança gerada por Fernando e Isabel tenha sangue do tipo O?

8. (Mackenzie 2015) Uma mulher pertencente ao tipo sanguíneo A teve uma criança pertencente ao tipo B que sofreu eritroblastose fetal ao nascer. O pai da criança é receptor universal e também teve eritroblastose fetal. A probabilidade desse casal ter uma criança com o mesmo genótipo da mãe é de

- $1/2$.
- $1/8$.
- $3/4$.
- $1/4$.
- 0.

9. (Fuvest 2014) Para que a célula possa transportar, para seu interior, o colesterol da circulação sanguínea, é necessária a presença de uma determinada proteína em sua membrana. Existem mutações no gene responsável pela síntese dessa proteína que impedem a sua produção. Quando um homem ou uma mulher possui uma dessas mutações, mesmo tendo também um alelo normal, apresenta hipercolesterolemia, ou seja, aumento do nível de colesterol no sangue.

A hipercolesterolemia devida a essa mutação tem, portanto, herança

- a) autossômica dominante.
- b) autossômica recessiva.
- c) ligada ao X dominante.
- d) ligada ao X recessiva.
- e) autossômica codominante.

10. (Fuvest 2014) A fenilcetonúria é uma doença que tem herança autossômica recessiva. Considere a prole de um casal de heterozigóticos quanto à mutação que causa a doença.

- a) Qual é a probabilidade de o genótipo da primeira criança ser igual ao de seus genitores?
- b) Qual é a probabilidade de as duas primeiras crianças apresentarem fenilcetonúria?
- c) Se as duas primeiras crianças forem meninos que têm a doença, qual é a probabilidade de uma terceira criança ser uma menina saudável?
- d) Se a primeira criança for clinicamente normal, qual é a probabilidade de ela não possuir a mutação que causa a fenilcetonúria?

11. (Enem 2014) Em um hospital havia cinco lotes de bolsas de sangue, rotulados com os códigos I, II, III, IV e V. Cada lote continha apenas um tipo sanguíneo não identificado. Uma funcionária do hospital resolveu fazer a identificação utilizando dois tipos de soro, anti-A e anti-B. Os resultados obtidos estão descritos no quadro.

Código dos lotes	Volume de sangue (L)	Soro anti-A	Soro anti-B
I	22	Não aglutinou	Aglutinou
II	25	Aglutinou	Não aglutinou
III	30	Aglutinou	Aglutinou
IV	15	Não aglutinou	Não aglutinou
V	33	Não aglutinou	Aglutinou

Quantos litros de sangue eram do grupo sanguíneo do tipo A?

- a) 15
- b) 25
- c) 30
- d) 33
- e) 55

12. (Enem PPL 2014) Antes de técnicas modernas de determinação de paternidade por exame de DNA, o sistema de determinação sanguínea ABO foi amplamente utilizado como ferramenta para excluir possíveis pais. Embora restrito à análise fenotípica, era possível concluir a exclusão de genótipos também. Considere que uma mulher teve um filho cuja paternidade estava sendo contestada. A análise do sangue revelou que ela era tipo sanguíneo AB e o filho, tipo sanguíneo B.

O genótipo do homem, pelo sistema ABO, que exclui a possibilidade de paternidade desse filho é

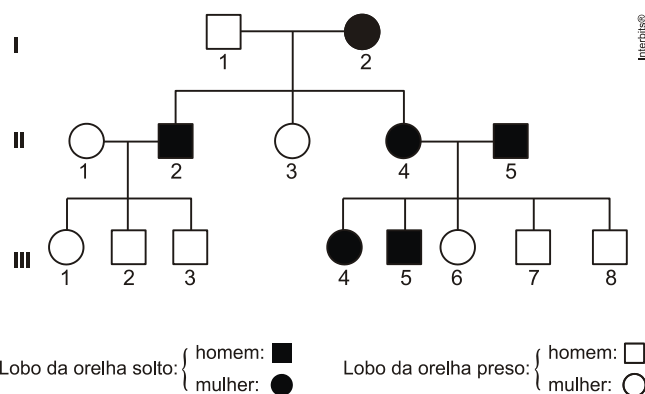
- a) $I^A I^A$.
- b) $I^A i$.
- c) $I^B I^B$.
- d) $I^B i$.
- e) ii.

13. (Unesp 2014) Dois casais, Rocha e Silva, têm, cada um deles, quatro filhos. Quando consideramos os tipos sanguíneos do sistema ABO, os filhos do casal Rocha possuem tipos diferentes entre si, assim como os filhos do casal Silva. Em um dos casais, marido e mulher têm tipos sanguíneos diferentes, enquanto que no outro casal marido e mulher têm o mesmo tipo sanguíneo. Um dos casais tem um filho adotivo, enquanto que no outro casal os quatro filhos são legítimos. Um dos casais teve um par de gêmeos, enquanto que no outro casal os quatro filhos têm idades diferentes.

Considerando-se os tipos sanguíneos do sistema ABO, é correto afirmar que,

- a) se o casal Silva tem o mesmo tipo sanguíneo, foram eles que adotaram um dos filhos.
- b) se o casal Rocha tem tipos sanguíneos diferentes, foram eles que adotaram um dos filhos.
- c) se o casal Silva tem tipos sanguíneos diferentes, eles não são os pais do par de gêmeos.
- d) se o casal Rocha tem o mesmo tipo sanguíneo, eles não são os pais do par de gêmeos.
- e) se o casal que adotou um dos filhos é o mesmo que teve um par de gêmeos, necessariamente marido e mulher têm diferentes tipos sanguíneos.

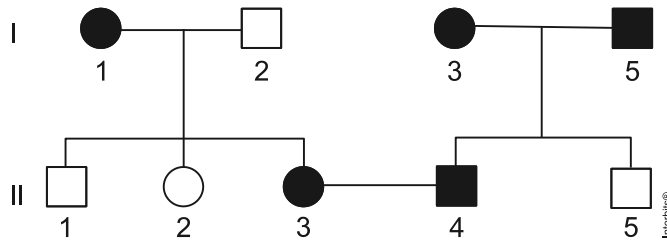
14. (Fuvest 2013) A forma do lobo da orelha, solto ou preso, é determinada geneticamente por um par de alelos.



O heredograma mostra que a característica lobo da orelha solto **NÃO** pode ter herança

- a) autossômica recessiva, porque o casal I-1 e I-2 tem um filho e uma filha com lobos das orelhas soltos.
- b) autossômica recessiva, porque o casal II-4 e II-5 tem uma filha e dois filhos com lobos das orelhas presos.
- c) autossômica dominante, porque o casal II-4 e II-5 tem uma filha e dois filhos com lobos das orelhas presos.
- d) ligada ao X recessiva, porque o casal II-1 e II-2 tem uma filha com lobo da orelha preso.
- e) ligada ao X dominante, porque o casal II-4 e II-5 tem dois filhos homens com lobos das orelhas presos.

15. (Fgv 2013) O heredograma traz informações a respeito da hereditariedade de uma determinada característica fenotípica, indivíduos escuros, condicionada por um par de alelos.



Admitindo que o indivíduo II₄ seja homozigoto, a probabilidade de nascimento de uma menina, também homozigota e afetada por tal característica, a partir do casamento entre II₃ e II₄, é

- a) 3/4.
- b) 1/2.
- c) 1/4.
- d) 1/8.
- e) zero.

16. (Enem PPL 2013) A mosca *Drosophila*, conhecida como mosca-das-frutas, é bastante estudada no meio acadêmico pelos geneticistas. Dois caracteres estão entre os mais estudados: tamanho da asa e cor do corpo, cada um condicionado por gene autossômico. Em se tratando do tamanho da asa, a característica asa vestigial é recessiva e a característica asa longa, dominante. Em relação à cor do indivíduo, a coloração cinza é recessiva e a cor preta, dominante.

Em um experimento, foi realizado um cruzamento entre indivíduos heterozigotos para os dois caracteres, do qual foram geradas 288 moscas. Dessas, qual é a quantidade esperada de moscas que apresentam o mesmo fenótipo dos indivíduos parentais?

- a) 288
- b) 162
- c) 108
- d) 72
- e) 54

17. (Unicamp 2013) Para determinada espécie de planta, a cor das pétalas e a textura das folhas são duas características monogênicas de grande interesse econômico, já que as plantas com pétalas vermelhas e folhas rugosas atingem alto valor comercial. Para evitar o surgimento de plantas com fenótipos indesejados nas plantações mantidas para fins comerciais, é importante que os padrões de herança dos fenótipos de interesse sejam conhecidos. A simples análise das frequências fenotípicas obtidas em cruzamentos controlados pode revelar tais padrões de herança. No caso em questão, do cruzamento de duas linhagens puras (homozigotas), uma composta por plantas de pétalas vermelhas e folhas lisas (P₁) e outra, por plantas de pétalas brancas e folhas rugosas (P₂), foram obtidas 900 plantas. Cruzando as plantas de F₁, foi obtida a geração F₂, cujas frequências fenotípicas são apresentadas no quadro a seguir.

Cruzamento	Descendentes
P ₁ x P ₂	900 plantas com pétalas vermelhas e folhas lisas (F ₁)
F ₁ x F ₁	900 plantas com pétalas vermelhas e folhas lisas; 300 com pétalas vermelhas e folhas rugosas; 300 com pétalas brancas e folhas lisas; e 100 com pétalas brancas e folhas rugosas (F ₂)

- a) Qual é o padrão de herança da cor vermelha da pétala? E qual é o padrão de herança do fenótipo rugoso das folhas? Justifique.
- b) Qual é a proporção do genótipo duplo-heterozigoto (genótipo heterozigoto para os dois locos gênicos) em F₂? Justifique.

18. (Unesp 2013) No romance *Dom Casmurro*, de Machado de Assis, Bentinho vive uma incerteza: Ezequiel, seu filho com Capitu, é mesmo seu filho biológico ou Capitu teria cometido adultério com Escobar?

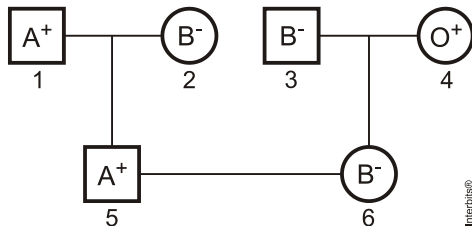
O drama de Bentinho começa quando, no velório de Escobar, *momentos houve em que os olhos de Capitu fitaram o defunto, quais os da viúva*. Escobar havia sido o melhor amigo de Bentinho e fora casado com Sancha, com quem tivera uma filha.

Suponha que, à época, fosse possível investigar a paternidade usando os tipos sanguíneos dos envolvidos. O resultado dos exames revelou que Bentinho era de sangue tipo O Rh⁻, Capitu era de tipo AB Rh⁺ e Ezequiel era do tipo A Rh⁻. Como Escobar já havia falecido, foi feita a tipagem sanguínea de sua mulher, Sancha, que era do tipo B Rh⁺, e da filha de ambos, que era do tipo AB Rh⁻.

Com relação à identificação do pai biológico de Ezequiel, a partir dos dados da tipagem sanguínea, é correto afirmar que

- permaneceria a dúvida, pois os tipos sanguíneos de Sancha e de sua filha indicam que Escobar ou tinha sangue tipo O Rh⁺, e nesse caso ele, mas não Bentinho, poderia ser o pai, ou tinha sangue tipo AB Rh⁻, o que excluiria a possibilidade de Escobar ser o pai de Ezequiel.
- permaneceria a dúvida, pois os tipos sanguíneos dos envolvidos não permitem excluir a possibilidade de Bentinho ser o pai de Ezequiel, assim como não permitem excluir a possibilidade de Escobar o ser.
- permaneceria a dúvida, pois, no que se refere ao sistema ABO, os resultados excluem a possibilidade de Escobar ser o pai e indicam que Bentinho poderia ser o pai de Ezequiel; mas, no que se refere ao sistema RH, os resultados excluem a possibilidade de Bentinho ser o pai e indicam que Escobar poderia sê-lo.
- seria esclarecida a dúvida, pois, tanto no sistema ABO quanto no sistema RH, os resultados excluem a possibilidade de Bentinho, mas não de Escobar, ser o pai de Ezequiel.
- seria esclarecida a dúvida, pois os tipos sanguíneos de Ezequiel e da filha de Sancha indicam que eles não poderiam ser filhos de um mesmo pai, o que excluiria a possibilidade de Escobar ser o pai de Ezequiel.

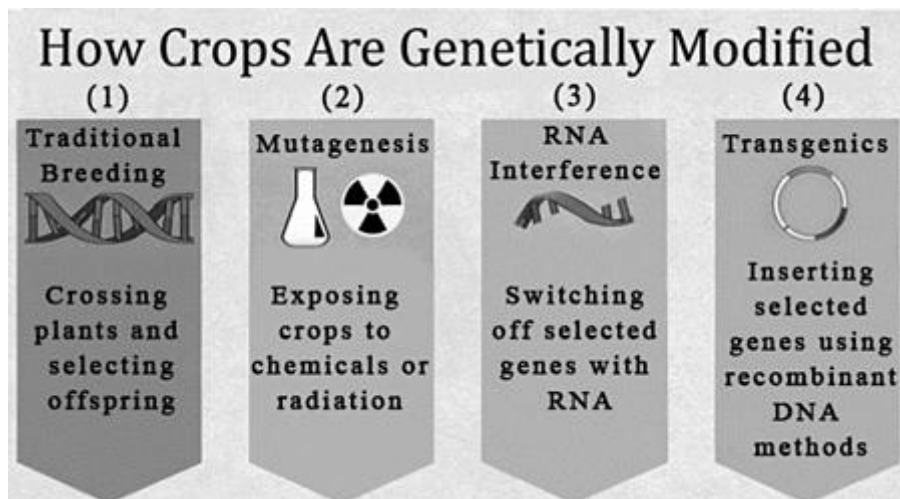
19. (Mackenzie 2013)



A probabilidade do casal 5×6 ter uma criança pertencente ao tipo O, RH⁻ é de

- 1
- 1/2
- 1/4
- 1/8
- 1/6

20. (Unicamp 2015)



(Adaptado de <http://randomrationality.com/tag/biotech/>. Acessado em 16/07/2014.)

Qual das técnicas descritas no infográfico acima foi utilizada por Gregor Mendel (1822-1884) em seus experimentos?

- a) (1).
- b) (2).
- c) (3).
- d) (4).

Gabarito:

Resposta da questão 1:

[A]

As duas meninas são irmãs biológicas por parte do pai e da mãe, pois compartilham com os pais 50% de seu material genético e, entre si, 50% do material genético herdado, em média.

Resposta da questão 2:

[A]

O cruzamento parental $RR \times rr$ produzirá apenas descendentes heterozigotos (Rr).

Considerando-se que os alelos são codominantes ou há dominância de R sobre r , o fenótipo de I, II, III, IV será o mesmo.

Resposta da questão 3:

a) São obrigatoriamente heterozigotos os indivíduos I-2, II-1, II-5 e III-2. Sendo o gene raro, as pessoas que entraram na família são aa (I-1, II-2 e II-3). O indivíduo II-1 é heterozigoto, porque tem uma filha afetada (III-2), porém não manifesta o caráter porque a penetrância do gene dominante é incompleta. Não é possível determinar o genótipo do indivíduo II-4.

b) pais (II-5) $Aa \times aa$ (II-6)

$P(\text{criança } Aa) = 0,5$

$P(\text{criança } Aa \text{ e } 0,8 \text{ de chance de manifestar o caráter}) = 0,5 \times 0,8 = 0,40$

$P(\text{criança } Aa \text{ e afetada}) = 40\%$

Resposta da questão 4:

As doenças genéticas são, geralmente, recessivas e raras. O casamento consanguíneo aumenta a probabilidade de homozigose recessiva (aa) em seus filhos, quando algum ancestral comum seja portador do gene recessivo.

Pais de Darwin: mãe Aa e pai AA

Pais de Emma: mãe AA e pai Aa

$$P(\text{Darwin ser } Aa) = \frac{1}{2}$$

$$P(\text{Emma ser } Aa) = \frac{1}{2}$$

$$P(\text{criança } aa) = \frac{1}{4}$$

$$P(\text{Darwin e Emma serem } Aa \text{ e filho } aa) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

Resposta da questão 5:

[B]

Parentais: $AAbb \times aaBB$ e $aaBB \times AAbb$

F_1 : $AaBb \times AaBb$

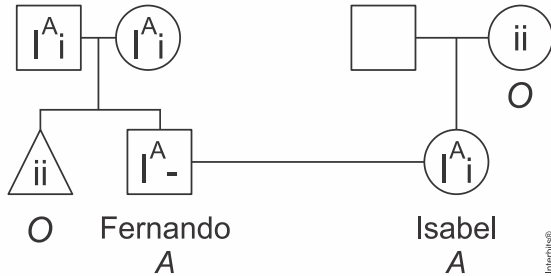
$$F_2: \frac{9}{16} A_B_ : \frac{3}{16} A_bb : \frac{3}{16} aaB_ : \frac{1}{16} aabb$$

Resposta da questão 6:

a) A segunda Lei de Mendel refere-se à segregação independente dos pares de genes não alelos e situados em pares de cromossomos diferentes. A produção da variabilidade genética acontece porque os genes situados em cromossomos distintos se segregam e se

- combinam de todas as formas possíveis nas células reprodutoras e nos descendentes.
- b) A variabilidade genética também ocorre pelo *crossing-over* (permutação) que envolve a troca de segmentos cromossômicos homólogos, mutações gênicas que atingem os genes contidos no DNA e cromossômicas que podem alterar o número e (ou) a estrutura dos cromossomos de uma espécie.

Resposta da questão 7:



a) Os pais de Fernando possuem o genótipo I^Ai.

$$b) P(\text{Fernando ser } I^A i) = \frac{2}{3}$$

$$P(\text{Isabel ser } I^A i) = 1$$

$$P(\text{criança ii}) = \frac{1}{4}$$

$$P(\text{Fernando ser } I^A i \text{ e Isabel ser } I^A i \text{ e criança ii}) = \frac{2}{3} \times 1 \times \frac{1}{4} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}$$

Resposta da questão 8:

[B]

pais: ♀ A Rh⁻ (I^Airr) e ♂ AB Rh⁺ (I^AI^BRr)

$$P(\text{criança } I^A \text{irr}) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

Resposta da questão 9:

[A]

A hipercolesterolemia é uma condição hereditária autossômica por ocorrer em homens e mulheres. O gene mutante que determina essa condição é dominante; uma vez que basta uma cópia para que o caráter se manifeste.

Resposta da questão 10:

Alelos: f (fenilcetonúria) e F (normalidade)

Pais: ♂ Ff × ♀ Ff

Filhos: $\frac{1}{4}$ FF : $\frac{2}{4}$ Ff : $\frac{1}{4}$ ff

$$a) P(\text{criança Ff}) = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

$$b) P(\text{criança Ff}) = \frac{1}{4}$$

$$P(2 \text{ crianças ff}) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

$$c) P(\text{menina } F_{-}) = \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = \frac{3}{8}$$

$$d) P(\text{criança normal e FF}) = \frac{1}{3}$$

Resposta da questão 11:

[B]

O sangue do tipo A apresenta apenas o aglutinogênio A na membrana das hemácias e, consequentemente, será aglutinado apenas pelo soro anti-A utilizado no teste. O lote de código [II], com 25 litros, pertence ao grupo A.

Resposta da questão 12:

[A]

Um homem do grupo A, homozigoto ($I^A I^A$), não pode ser pai de uma criança do grupo B, com genótipo $I^B I^B$ ou $I^B i$.

Resposta da questão 13:

[A]

Tendo o mesmo tipo sanguíneo, grupo AB, o casal Silva poderia ter filhos dos grupos A, B e AB. O filho pertencente ao grupo O seria adotado.

Resposta da questão 14:

[B]

O caráter lobo da orelha solto é autossômico e dominante, pois os pais 4 e 5 são portadores desta característica e tiveram filhos com o lobo da orelha preso.

Resposta da questão 15:

[C]

Alelos: A (afetado) e a (normal)

Pais: II. 3 Aa e II. 4 AA

Filhos: $\frac{1}{2}$ Aa e $\frac{1}{2}$ AA

$$P(\text{♀ e AA}) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

Resposta da questão 16:

[B]

Alelos: V (asa normal) e v (asa vestigial)

P (preta) e p (cinza)

Pais: ♂ VvPp × ♀ VvPp

Filhos: $\frac{9}{16} V_P_ : \frac{3}{16} V_pp : \frac{3}{16} vvP_ : \frac{1}{16} ppvv$

$$P(\text{filhos } V_P_) = \frac{9}{16} \times 288 = 162$$

Resposta da questão 17:

a) A cor da flor é determinada por um alelo dominante por ocorrer em todos os

descendentes da F1. O fenótipo rugoso é determinado por alelo recessivo, uma vez que não ocorre na F1.

b) Alelos: B (vermelha) e b (branca); R (lisa) e r (rugosa)

F1: BbRr x BbRr

$$F2: P(BbRr) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4} = 25\% .$$

Resposta da questão 18:

[B]

Sendo Capitu pertencente ao grupo sanguíneo AB Rh⁺ e Ezequiel, provavelmente, dos grupos A ou AB e Rh positivo ou negativo, Ezequiel poderia ser filho de ambos por pertencer ao grupo A Rh positivo.

Resposta da questão 19:

[D]

Pais: (5) I^AiRr × (6) I^Bi rr

$$P(ORh^-) = P(iirr) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

Resposta da questão 20:

[A]

O monge agostiniano Gregor Mendel realizou cruzamentos seletivos entre variedades de plantas de ervilha (*Pisum sativo*) e observou como o caráter, por exemplo, a cor das sementes, se manifestava nos descendentes.