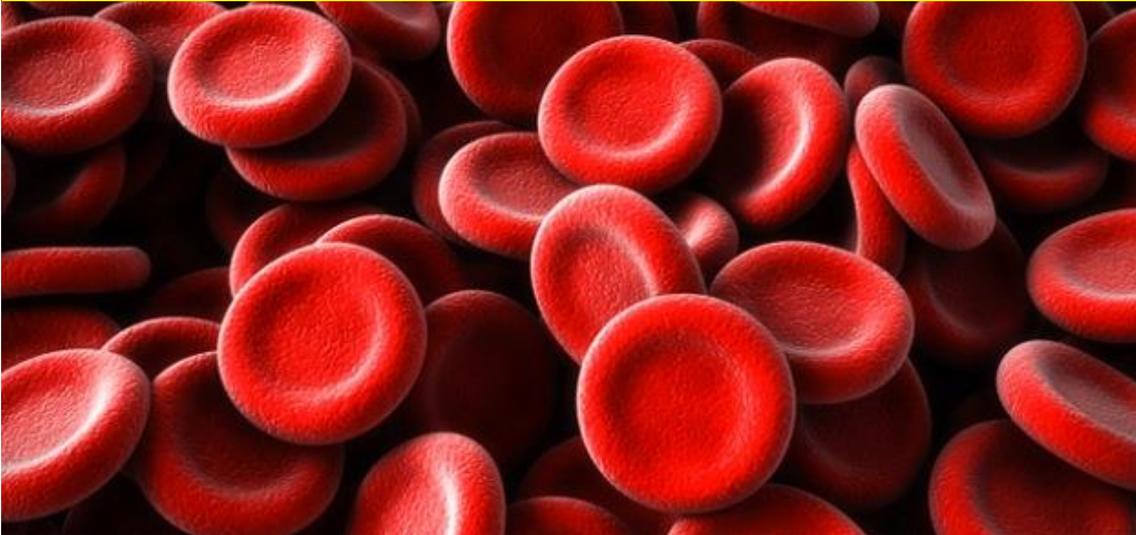


Aula 11: Polialelia e Sistema ABO



Polialelia ou Alelos Múltiplos

Como sabemos, genes alelos são os que atuam na determinação de um mesmo caráter e estão presentes nos mesmo **loci** (plural de **locus**, do latim, local) em cromossomos homólogos. Até agora, só estudamos casos em que só existiam dois tipos de alelos para uma dada característica (alelos simples), **mas há casos em que mais de dois tipos de alelos estão presentes na determinação de um determinado caráter na população.** Esse tipo de herança é conhecido como alelos múltiplos (ou polialelia).

Apesar de poderem existir mais de dois alelos para a determinação de um determinado caráter, **um indivíduo diploide apresenta apenas um par de alelos para a determinação dessa característica**, isto é, um alelo em cada **locus** do cromossomo que constitui o par homólogo.

São bastante frequentes os casos de alelos múltiplos tanto em animais como em vegetais, mas são clássicos os exemplos de polialelia na determinação da **cor da pelagem em coelhos** e na **determinação dos grupos sanguíneos do sistema ABO em humanos.**

Determinação da cor da pelagem de coelhos

Um exemplo bem interessante e de fácil compreensão, é a determinação da pelagem em coelhos, onde podemos observar a manifestação genética de uma série com quatro genes alelos:

<p>Selvagem ou Aguti</p>	CC CC^{Ch} CC^h Cc	<p>Himalaia</p>	$C^{Ch}C^h$ $C^h c$
<p>Chinchila</p>	$C^{Ch}C^{Ch}$ $C^{Ch}C^h$ $C^{Ch}c$	<p>Albino</p>	cc

O primeiro **C**, expressando a cor **Aguti ou Selvagem**; o segundo **C^h**, transmitindo a cor **Chinchila**; o terceiro **C^h**, representando a cor **Himalaia**; e o quarto alelo **C**, responsável pela cor **Albina**. Sendo a relação de dominância $\rightarrow C > C^{ch} > C^h > c$.

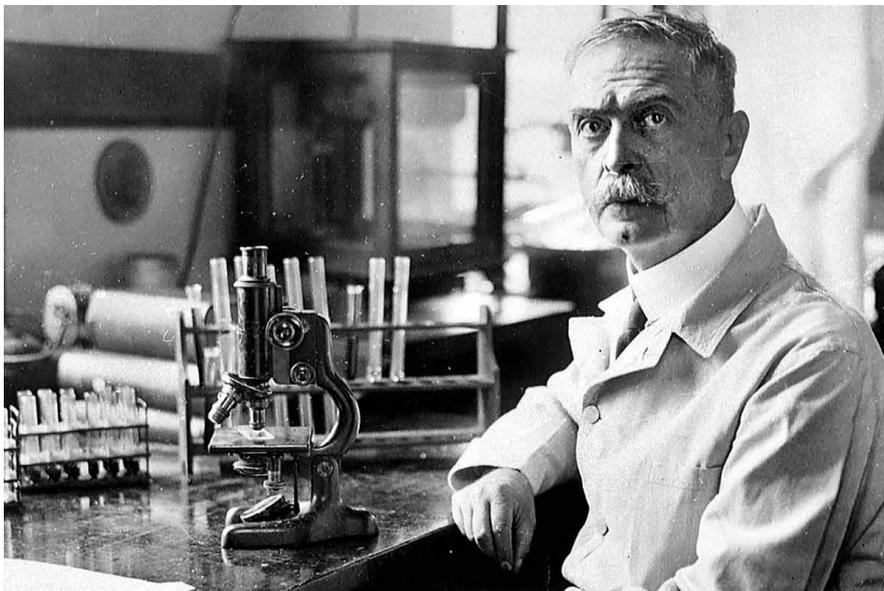
A diferença na cor da pelagem do coelho em relação à cor da semente das ervilhas é que agora temos mais alelos diferentes atuando (4), em relação aos dois alelos clássicos. No entanto, é fundamental saber a 1ª lei de Mendel continua sendo obedecida, isto é, para a determinação da cor da pelagem, o coelho terá dois dos quatro alelos. A novidade é que o número de genótipos e fenótipos é maior quando comparado, por exemplo, com a cor da semente de ervilha.

O surgimento dos alelos múltiplos (polialelia) deve-se a uma das propriedades do material genético, que é a de sofrer mutações. Assim, acredita-se que a partir do gene **C (aguti)**, por um erro accidental na duplicação do DNA, originou-se o gene **C^h (chinchila)**. A existência de alelos múltiplos é interessante para a espécie, pois haverá maior variabilidade genética, possibilitando mais oportunidade para adaptação ao ambiente (seleção natural).

Sistema ABO dos grupos sanguíneos

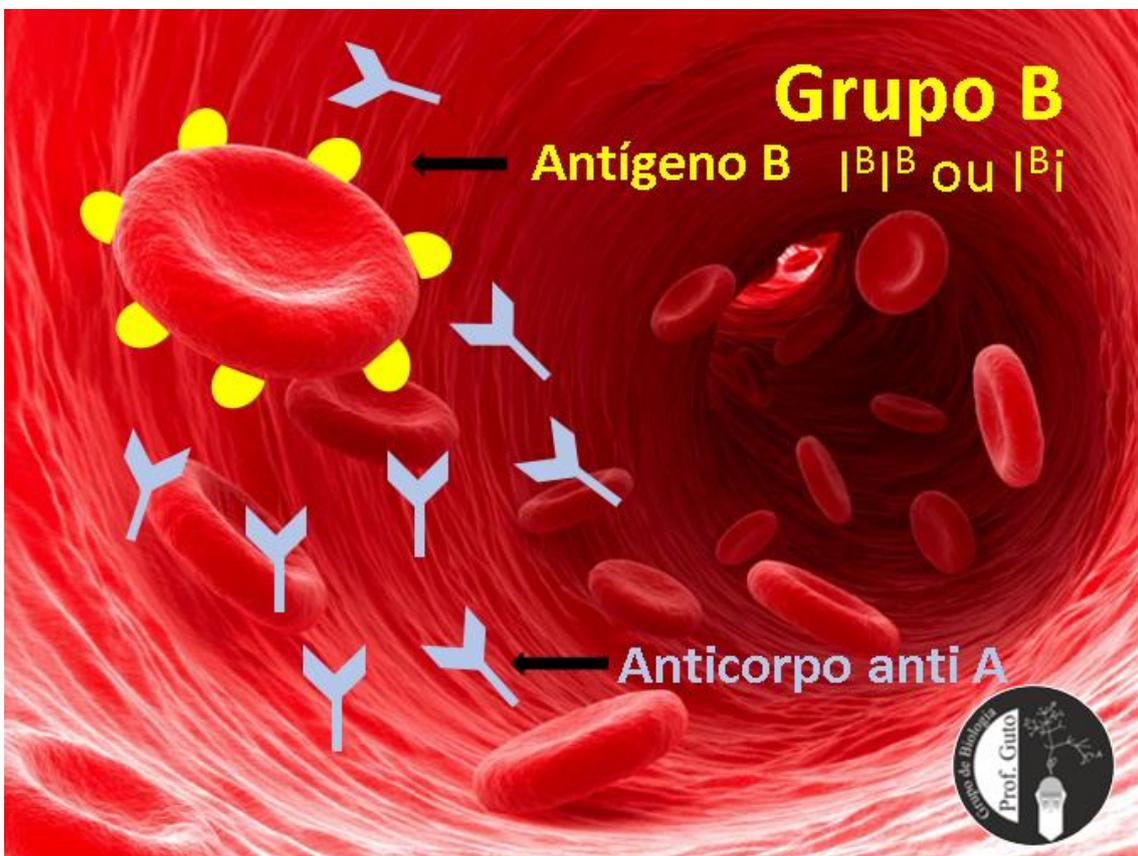
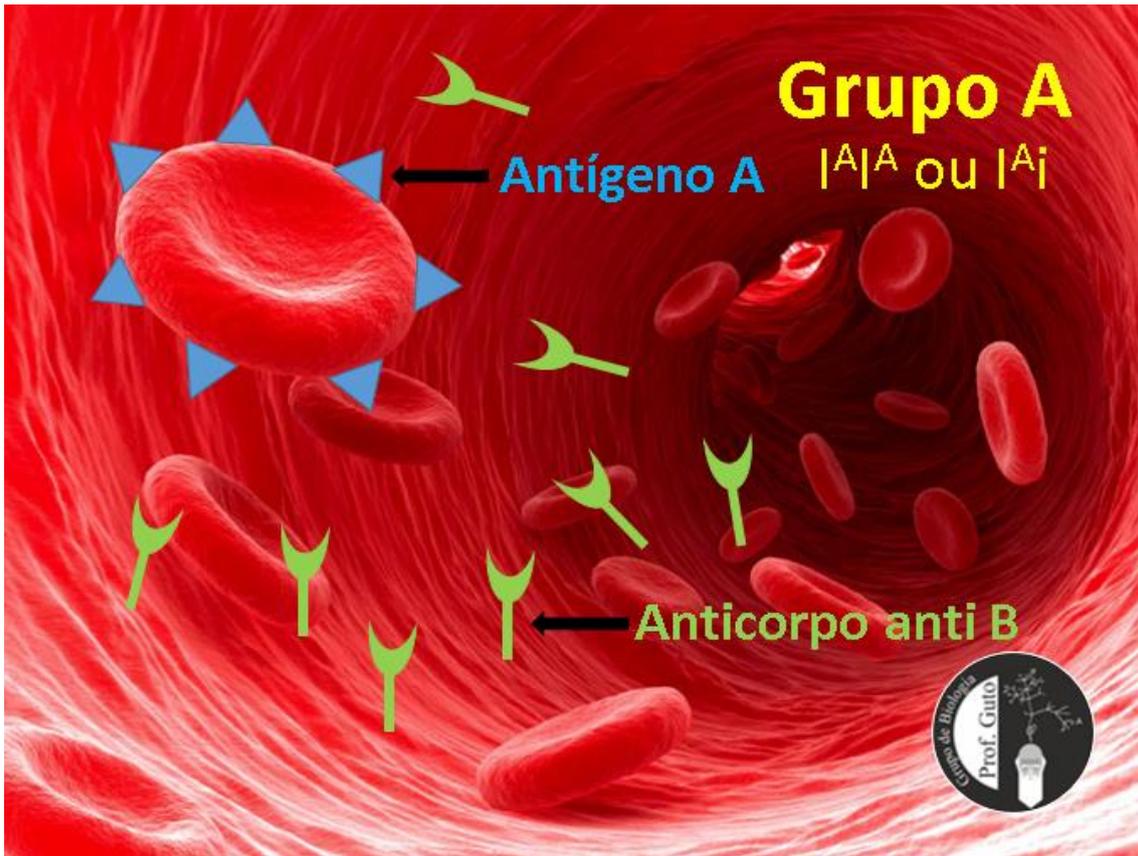
A herança dos tipos sanguíneos do sistema ABO constitui um exemplo de alelos múltiplos na espécie humana.

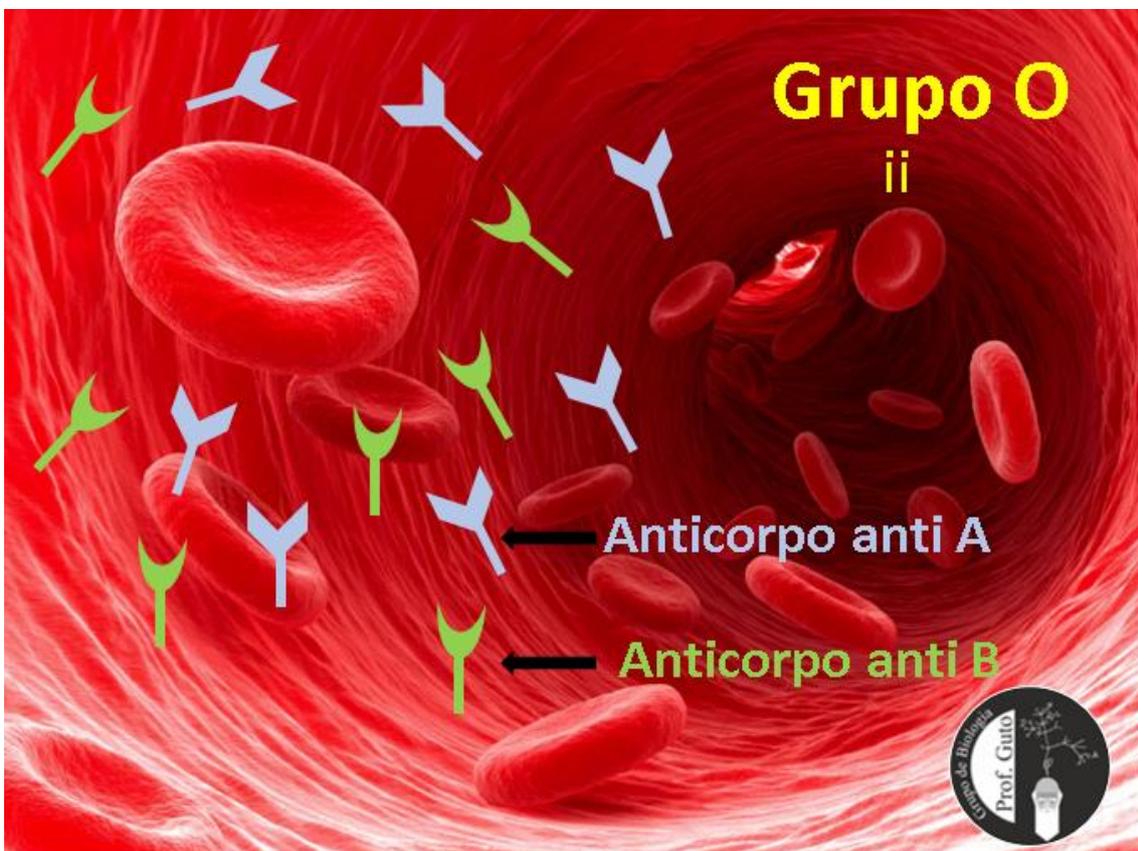
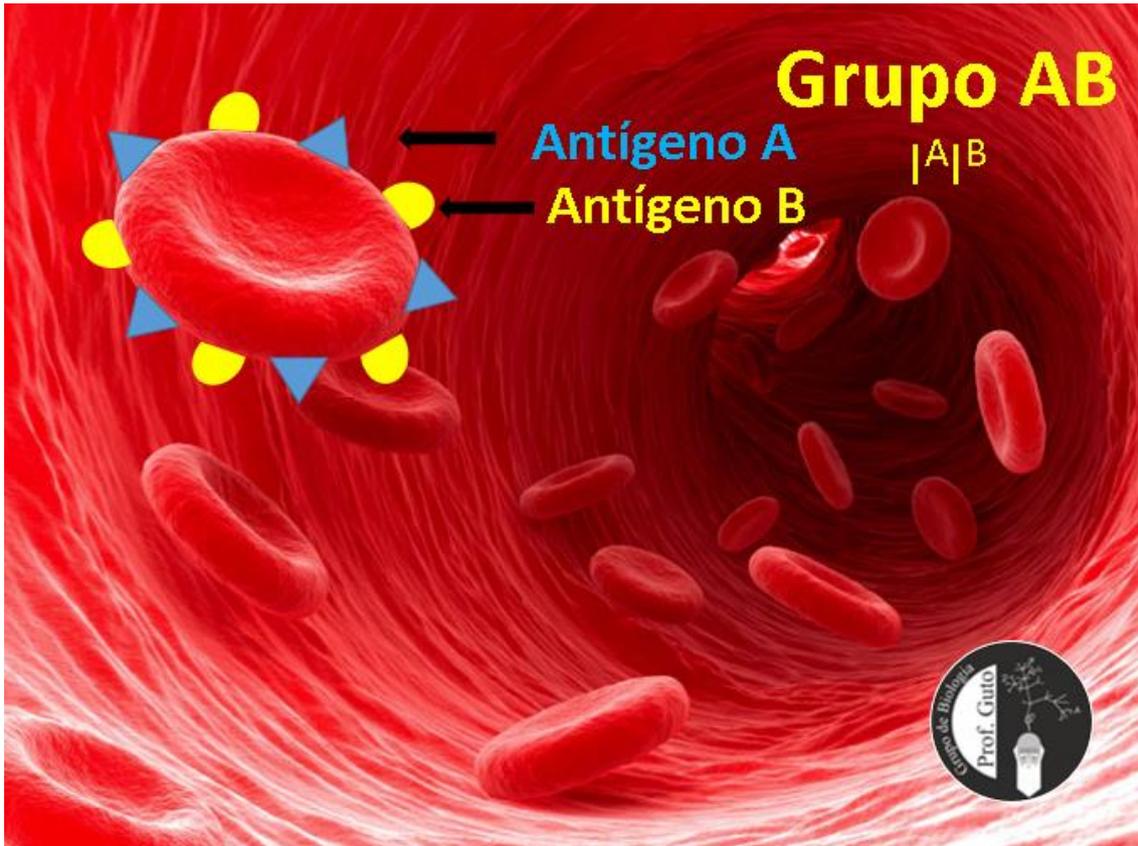
Por volta de 1900, o médico austríaco **Karl Landsteiner** (1868 – 1943) verificou que, quando amostras de sangue de determinadas pessoas eram misturadas, **as hemácias se juntavam, formando aglomerados semelhantes a coágulos**. Landsteiner concluiu que determinadas pessoas têm sangues incompatíveis, e, de fato, as pesquisas posteriores revelaram a **existência de diversos tipos sanguíneos**, nos diferentes indivíduos da população.



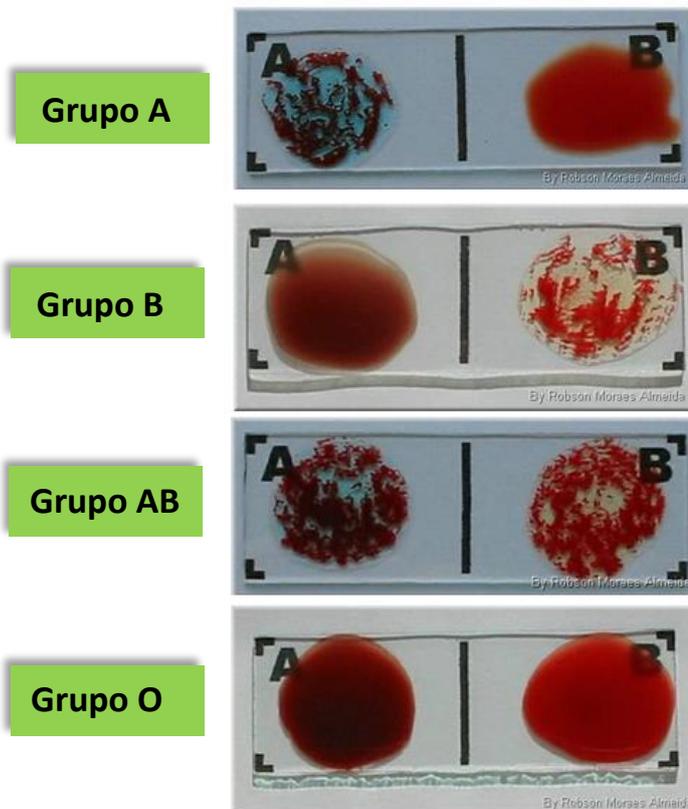
Quando, em uma transfusão, uma pessoa recebe um tipo de sangue incompatível com o seu, as hemácias transferidas vão se aglutinando assim que penetram na circulação, formando aglomerados compactos que podem obstruir os capilares, prejudicando a circulação do sangue.

No sistema ABO existem quatro tipos de sangues: **A, B, AB e O**. Esses tipos são caracterizados pela presença ou não de certas substâncias na membrana das hemácias, os **aglutinogênios**, e pela presença ou ausência de outras substâncias, as **aglutininas**, no plasma sanguíneo.





	Aglutinogênio Antígeno Hemácia	Aglutinina Anticorpo Plasma
A	A	Anti B
B	B	Anti A
AB	AB	—
O	—	Anti A Anti B



Fenótipo Bombaim ou falso O

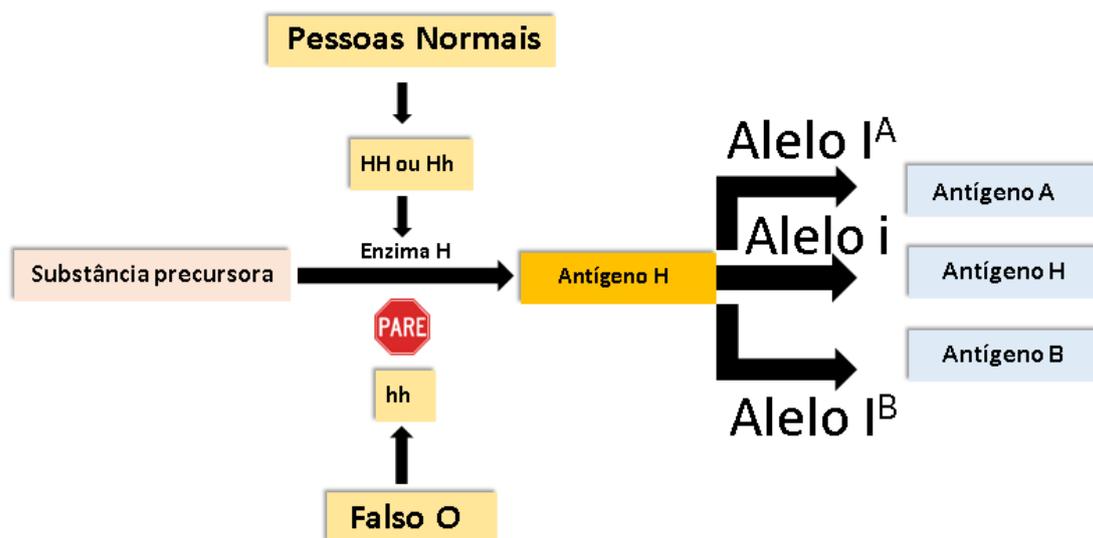
O fenótipo, Bombaim é um fenômeno raro, descoberto na cidade indiana de Bombaim, por isso o nome. Esse fenômeno faz com que indivíduos com o **genótipo** dos grupos sanguíneos “A”, “B” e “AB” expressem o **fenótipo** do grupo sanguíneo “O”. Na Índia a prevalência desse fenótipo é de 1:10.000 e na Europa é de 1:1.000.000.

A expressão dos genótipos do sistema sanguíneo ABO está relacionada com o locus gênico denominado H, existente no cromossomo 19, onde está o alelo H (dominante) ou h (recessivo).

O alelo H produz uma enzima (enzima H) que transforma uma substância precursora em antígeno H, que, por sua vez, é transformado em antígeno A ou B por ação, respectivamente, de enzimas sintetizadas sob o comando dos alelos I^A ou I^B .

Como o **alelo i** é inativo, não promove qualquer transformação no antígeno H, que permanece presente nas hemácias dos indivíduos do **verdadeiro sangue tipo “O”**.

Pessoas com o fenótipo Bombaim não produzem a enzima ativa (H) que transformaria a substância precursora em antígeno H. Sendo assim, a sua ausência [da enzima] faz com que essas pessoas não apresentem os antígenos “A” e “B” nem o “H”, em suas hemácias, mesmo possuindo os alelos responsáveis pela síntese dessas substâncias.



Indivíduos de composição **genética hh** por outro lado, são incapazes de promover essa transformação, não expressando, como consequência, os referidos genótipos, caracterizando, portanto, os falsos “O”. Fenótipo Bombaim não tem antígenos H na superfície das hemácias e tem anticorpos H.

Ser deficiente para a enzima H não causa doença. Mas se uma transfusão sanguínea for necessária, pessoas com fenótipo Bombaim podem receber sangue apenas de outros doadores que também são deficientes para a enzima H.

Se pacientes com anti-H (fenótipo Bombaim) em sua circulação recebem transfusão de sangue que contém antígeno H (sangue do grupo O, por exemplo), podem correr o risco de sofrer uma reação hemolítica aguda transfusional.

O teste para detectar se uma pessoa é realmente “O” ou falso “O” é feito aplicando-se o anticorpo anti-H em uma gota de sangue.

Fator Rh



Levin e Stone (1939) relataram o caso de um feto natimorto gerado por uma mulher que posteriormente manifestou reação hemolítica transfusional ao receber sangue de seu marido (compatível quanto ao sistema ABO, o único então conhecido). Karl Landsteiner e Wiener (1940) descreveram um anticorpo produzido no soro de coelhos e cobaias, pela imunização com hemácias de Macacos rhesus, que era capaz de aglutinar as hemácias de 85% das amostras obtidas de um grupo de caucasoides americanos. Wiener e Peters (1940) aproximaram as duas observações, determinando tratar-se do mesmo antígeno. **O anticorpo produzido no sangue da cobaia foi denominado de *anti-Rh*. Os indivíduos que apresentavam o fator Rh passaram a ser designados Rh^+ , o que geneticamente acreditava-se corresponder aos genótipos RR ou Rr . Os indivíduos que não apresentam o fator Rh foram designados Rh^- e apresentavam o genótipo rr , sendo considerados geneticamente recessivos.**

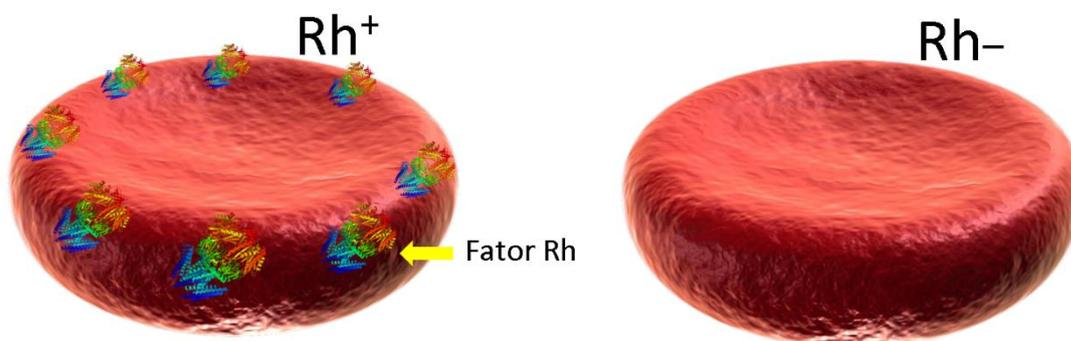
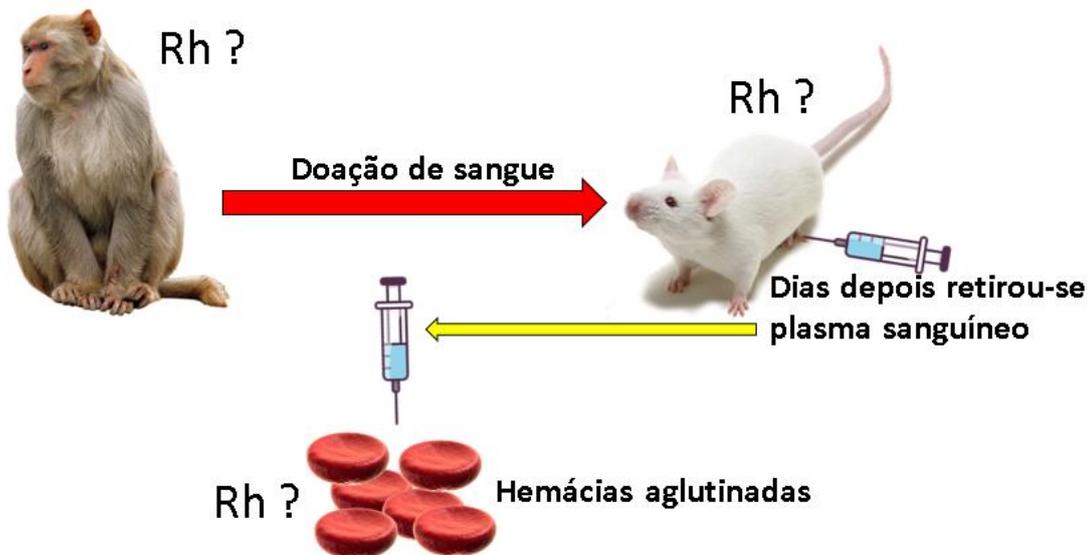


Tabela de Transfusões

	Doa para:	Recebe de:
A⁺	A⁺, AB⁺	A⁺, A⁻, O⁺, O⁻
A⁻	A⁺, A⁻, AB⁺, AB⁻	A⁻, O⁻
B⁺	B⁺, AB⁺	B⁺, B⁻, O⁺, O⁻
B⁻	B⁺, B⁻, AB⁺, AB⁻	B⁻, O⁻
AB⁺	AB⁺	Todos
AB⁻	AB⁺, AB⁻	Todos negativos
O⁺	Todos positivos	O⁺, O⁻
O⁻	Todos	O⁻



Eritroblastose Fetal

A **eritroblastose** (do grego *eritro*, "vermelho" e *blastos*, "germe", "broto") fetal, **doença de Rhesus**, **doença hemolítica por incompatibilidade Rh** ou **doença hemolítica do recém-nascido** é quando o sangue de um feto sofre hemólise, ou seja, é aglutinado pelos anticorpos do sangue da mãe.

Ocorre quando **uma mãe de Rh-** que já tenha tido uma criança com Rh+ (ou que tenha tido contato com sangue Rh+, numa transfusão de sangue que não tenha respeitado as regras devidas) dá à luz a uma criança com Rh+. Depois do primeiro parto, ou da transfusão acidental, o sangue da mãe entra em contato com o sangue do feto e cria anticorpos contra os antígenos presentes nas hemácias caracterizadas pelo Rh+. Durante a segunda gravidez, esses anticorpos podem atravessar a placenta e provocar a hemólise do sangue da segunda criança.

Primeira Gestação

Mãe Rh-



Bebê Rh+

A mãe é sensibilizada pelo sangue positivo do bebê

No Parto

Segunda Gestação

Mãe Rh-



Bebê Rh+

Anticorpos da mãe, produzidos após a primeira gestação, são passados via placenta para o bebê

Mulher sensibilizada na Primeira gestação

Anticorpos anti Rh atacam as hemácias Rh+ do bebê

No passado, a incompatibilidade podia resultar na morte da mãe ou do feto, sendo, também, uma causa importante de incapacidade a longo prazo - incluindo danos cerebrais e insuficiência hepática. A situação era tratada através da transfusão do sangue do bebê, caso este sobrevivesse, logo após o nascimento ou, mais raramente (e com alguma controvérsia) através de terapia fetal, como em 1963 - altura em que se realizou a primeira transfusão de sangue a um feto, em Salvador-Bahia.

A transfusão foi um sucesso, apesar de a prática já não ser mais comum. Hoje pode-se tratar com alguns antissoros anti-Rh(+) (Mathergan, Partogama, Rhophylac ou RhoGAM - esta última também designada por *imunoglobulina anti-D*, em referência ao antígeno D, o mais importante antígeno do fator Rh).

A injeção de imunoglobulina pode ser administrada algumas semanas antes do parto ou nas primeiras 72 horas após o parto, de forma a impedir a formação dos anticorpos que poderiam criar complicações nas gestações seguintes.

A destruição das hemácias leva à anemia profunda, e o recém-nascido adquire icterícia (pele amarelada), devido ao acúmulo de bilirrubina, produzida no fígado a partir de hemoglobina das hemácias destruídas. Como resposta à anemia, são produzidas e lançadas no sangue hemácias imaturas, chamadas de eritroblastos. A doença é chamada de **Eritroblastose Fetal** pelo fato de haver eritroblastos em circulação ou **doença hemolítica do recém-nascido**.

Sistema MN

Dois outros antígenos foram encontrados na superfície das hemácias humanas, sendo denominados **M** e **N**. Analisando o sangue de diversas pessoas, verificou-se que em algumas existia apenas o antígeno **M**, em outras somente o **N** e várias pessoas possuíam os dois antígenos. Foi possível concluir então que existiam três grupos nesse sistema: **M**, **N** e **MN**.

Os genes que condicionam a produção desses antígenos são apenas dois: **L^M** e **L^N** (a letra L é a inicial do descobridor, Landsteiner). Trata-se de um caso de herança mendeliana simples. O genótipo **L^ML^M**, condiciona a produção do antígeno M, e **L^NL^N**, a do antígeno N. Entre **L^M** e **L^N** há codominância, de modo que pessoas com genótipo **L^ML^N** produzem os dois tipos de antígenos.

A produção de anticorpos **anti-M** ou **anti-N** ocorre somente após sensibilização (você verá isso no sistema RH). Assim, não haverá reação de incompatibilidade se uma pessoa que pertence ao grupo M, por exemplo, receber o sangue tipo N, a não ser que ela esteja sensibilizada por transfusões anteriores.

Grupo Sanguíneo	Fenótipos	Genótipos
M	Antígeno M	$L^m L^m$
N	Antígeno N	$L^n L^n$
MN	Antígeno M e N	$L^m L^n$

1) (UFRGS, 1996) Assinale a alternativa que completa corretamente as lacunas no texto abaixo. Uma mulher é do tipo sanguíneo Rh⁻, homocigota recessiva e seu marido é Rh⁺. Se ele for....., Rh⁺. A mãe reconhecerá os glóbulos vermelhos do embrião como estranhos e produzirá anticorpos anti-Rh. Isto só acontecerá quando houver passagem do sangue do embrião para a circulação materna.

- (A) homocigoto, nenhum dos filhos será
- (B) heterocigoto, todos os filhos serão
- (C) homocigoto, todos os filhos serão
- (D) heterocigoto, nenhum dos filhos será
- (E) homocigoto, metade dos filhos será



2) (UFRGS, 1997) Se um caráter tem três alelos possíveis, podendo haver seis genótipos, e um segundo caráter apresenta oito genótipos possíveis, quando ambos forem estudados simultaneamente, podem ocorrer

- (A) 7 genótipos.
- (B) 12 genótipos.
- (C) 24 genótipos.
- (D) 48 genótipos.
- (E) 96 genótipos.



3) (UFRGS, 1998) Em um banco de sangue de um hospital. as etiquetas que identificavam os tipos sanguíneos estavam em código, e, por acidente, o livro onde estavam registrados os códigos foi perdido. Para que os frascos contendo sangue fossem identificados, foram feitos testes com amostras correspondentes a cada código, e o resultado foi o seguinte:

Código	volume em litros	soro do grupo A	soro do grupo B	soro anti-Rh
I	15	não aglutinou	aglutinou	aglutinou
II	15	aglutinou	não aglutinou	não aglutinou
III	30	aglutinou	aglutinou	não aglutinou
IV	30	aglutinou	aglutinou	aglutinou
V	20	não aglutinou	não aglutinou	aglutinou
VI	25	não aglutinou	não aglutinou	não aglutinou

Baseados nesse teste, podemos afirmar que

- (A) existem 105 litros de sangue disponíveis para AB Rh⁺
- (B) existem 135 litros de sangue disponíveis para um receptor AB Rh⁻
- (C) existem 105 litros de sangue disponíveis para um receptor A Rh⁺
- (D) existem 135 litros de sangue disponíveis para um receptor O Rh⁺
- (E) existem 25 litros de sangue disponíveis para um receptor O Rh⁻



4) (UFRGS, 2003) Um homem do grupo sanguíneo O é acusado por uma antiga namorada de ser o pai de seu filho. Essa namorada tem um pai de grupo sanguíneo A, e sua mãe e seu irmão são do grupo O. O filho em questão é do grupo sanguíneo B. As chances de a namorada ser do grupo sanguíneo A e de o homem ser pai da criança são, respectivamente, de

- (A) 25% e 0%.
- (B) 25% e 25%.
- (C) 25% e 50%.
- (D) 50% e 0%.
- (E) 50% e 25%.



5) (UFRGS, 2004) Coelhos podem ter quatro tipos de pelagem: chinchila, himalaia, aguti e albino, resultantes das combinações de quatro diferentes alelos de um mesmo loco. Num experimento, animais com diferentes fenótipos foram cruzados várias vezes. Os resultados, expressos em número de descendentes, constam na tabela abaixo.

Cruzamento	Fenótipos parentais	Fenótipos da progênie			
		Hi	Ch	Ag	Al
1	Ag X Al	12	0	11	0
2	Ag X Hi	0	0	23	0
3	Ag X Ch	0	14	15	0
4	Ag X Ch	6	6	12	0
5	Ch X Ch	9	30	0	0
6	Hi X Al	18	0	0	0



Onde: Al = albino; Hi = himalaia; Ch = chinchila; Ag = aguti.

Se o animal progenitor aguti do cruzamento 1 for utilizado para a obtenção de filhotes com o progenitor chinchila do cruzamento 4, que proporção de descendentes poderemos prever?

- (A) 1 aguti : 1 chinchila.
- (B) 1 aguti : 1 himalaia.
- (C) 9 aguti : 3 himalaia : 3 chinchila: 1 albino.
- (D) 2 aguti : 1 chinchila : 1 himalaia.
- (E) 3 aguti : 1 chinchila.



6) (UFRGS, 2005) Suponha que em uma certa espécie diploide exista um caráter relacionado com uma série de quatro alelos (alelos múltiplos). Em um determinado indivíduo da espécie referida, o número máximo de alelos representados relacionados ao caráter em questão será igual a

- (A) 2. (D) 8.
(B) 4. (E) 10.
(C) 6.



7) (UFRGS, 2006) Em uma transfusão sanguínea, indivíduos do grupo O são considerados doadores universais porque

- (A) seu plasma não contém anticorpos anti-A e anti-B.
(B) seus eritrócitos não contém anticorpos anti-A e anti-B.
(C) seu plasma não contém antígenos A e B.
(D) seus eritrócitos não contém antígenos A e B.
(E) seu sangue não contém antígenos nem anticorpos.



8) (UFRGS, 2007) Em uma espécie de peixes de aquário, aparecem três padrões distintos de coloração na nadadeira dorsal: negra, rajada e amarela. Esses padrões são resultantes das combinações de três diferentes alelos de um mesmo loco. No quadro a seguir, estão representados três cruzamentos entre peixes com padrões de coloração distintos para nadadeiras e suas respectivas gerações F1 e F2.

Cruzamentos	Geração F1	Geração F2 (número de indivíduos)
1. rajada x amarela	100% rajadas	50 rajadas; 17 amarelas
2. negra x amarela	100% negras	100 negras; 35 amarelas
3. negra x rajada	100% negras	65 negras; 21 rajadas

Se um macho da F1 do cruzamento 3 cruza com uma fêmea da F1 do cruzamento 1, quais as proporções de coloração das nadadeiras dorsais esperadas para os descendentes?

- (A) 50% de indivíduos com nadadeiras negras e 50% com nadadeiras rajadas.
(B) 75% de indivíduos com nadadeiras negras e 25% com nadadeiras amarelas.
(C) 75% de indivíduos com nadadeiras negras e 25% com nadadeiras rajadas.
(D) 50% de indivíduos com nadadeiras negras e 50% com nadadeiras amarelas.
(E) 100% de indivíduos com nadadeiras negras.



9) (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



10) (UFRGS, 2015) O quadro apresenta a distribuição dos 4 diferentes alelos do gene A cujas combinações genotípicas são responsáveis pelos padrões de coloração da pelagem de algumas raças caninas. Com base no quadro, a hierarquia de dominância dos diferentes alelos é

- (A) $a^w > a > a^y > a^t$.
- (B) $a^y > a^t > a > a^w$.
- (C) $a^t > a^y > a^w > a$.
- (D) $a^y > a^w > a^t > a$.
- (E) $a^w > a^y > a > a^t$.



Raça	Padrão de coloração	Genótipo
Doberman	tan	$a^t a^t$
Collie	dourada	$a^y a^y$
Collie	dourada	$a^y a^t$
Pastor de Shetland	preta	$a a$
Pastor de Shetland	tan	$a^t a$
Pastor de Shetland	dourada	$a^y a$
Eurasier	preta	$a a$
Eurasier	prateada	$a^w a^w$
Eurasier	prateada	$a^w a^t$
Eurasier	dourada	$a^y a^w$
Eurasier	prateada	$a^w a$

11) (UFRGS, 2017) Um casal tem dois filhos. Em relação ao sistema sanguíneo ABO, um dos filhos é doador universal e o outro, receptor universal.

Considere as seguintes possibilidades em relação ao fenótipo dos pais.

- I - Um deles pode ser do grupo A; o outro, do grupo B.
- II - Um deles pode ser do grupo AB; o outro, do grupo O.
- III - Os dois podem ser do grupo AB.

Quais estão corretas?

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



12) (UFRGS, 2018) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do texto abaixo, na ordem em que aparecem.

Pessoas que pertencem ao grupo sanguíneo A têm na membrana plasmática das suas hemácias e no plasma sanguíneo As que pertencem ao grupo sanguíneo O não apresentam na membrana plasmática, das hemácias.

- (A) aglutinina anti-B - aglutinina anti-A e anti-B - aglutinogênio
- (B) aglutinogênio A - aglutinina anti-B - aglutinogênio
- (C) aglutinogênio B - aglutinogênio A e B - aglutinina anti-A e anti-B
- (D) aglutinina anti-A - aglutinogênio B - aglutinina anti-A e anti-B
- (E) aglutinina anti-A e anti-B - aglutinogênio A - aglutinina anti-B



13) (ENEM PPL, 2017) Uma mulher deu à luz o seu primeiro filho e, após o parto, os médicos testaram o sangue da criança para a determinação de seu grupo sanguíneo. O sangue da criança era do tipo O⁺. Imediatamente, a equipe médica aplicou na mãe uma solução contendo anticorpos anti-Rh, uma vez que ela tinha o tipo sanguíneo O⁻.

Qual é a função dessa solução de anticorpos?

- (A) Modificar o fator Rh do próximo filho
- (B) Destruir as células sanguíneas do bebê
- (C) Formar uma memória imunológica na mãe
- (D) Neutralizar os anticorpos produzidos pela mãe
- (E) Promover a alteração do grupo sanguíneo materno



14) (ENEM, 2016) Um jovem suspeita que não é filho biológico de seus pais, pois descobriu que o seu tipo sanguíneo é O Rh negativo, o de sua mãe é B Rh positivo e de seu pai é A Rh positivo. A condição genotípica que possibilita que ele seja realmente filho biológico de seus pais é que

- (A) O pai e a mãe sejam heterozigotos para o sistema ABO e para o fator Rh
- (B) O pai e a mãe sejam heterozigotos para o sistema ABO e Homozigotos para o fator Rh
- (C) O pai seja homozigoto para as duas características e a mãe é heterozigota para as duas características
- (D) O pai seja homozigoto para as duas características e a mãe heterozigota para o sistema ABO e homozigota para o fator Rh
- (E) O pai seja homozigoto para o sistema ABO e heterozigoto para o fator Rh e a mãe homozigota para as duas características. 

15) (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



16) (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



17) (UFOP MG) A eritroblastose fetal é uma doença resultante da incompatibilidade materno-fetal determinada pelo antígeno Rh. Em relação à doença, todas as afirmativas abaixo estão corretas, exceto:

- (A) para que a doença ocorra, é necessário que mulheres Rh negativo sejam estimuladas por antígenos Rh provenientes de fetos Rh positivos ou de transfusão de sangue Rh positivo.
- (B) não ocorrerá formação de anticorpos anti-Rh, se a mãe e o filho forem Rh positivo.
- (C) os filhos Rh negativo não induzirão a formação de anticorpos na mãe, seja ela Rh negativo ou positivo.
- (D) um homem Rh positivo corre risco de vir a ter filhos com eritroblastose fetal desde que se case com mulheres Rh negativo.
- (E) filhos Rh positivo não induzirão a formação de anticorpos na mãe caso ela seja Rh negativo. 



18) (UFOP-MG) Um homem C, cujo sangue possui aglutinina anti-A e anti-B é casado com uma mulher B, que possui aglutinogênios A e B. As seguintes pessoas poderão receber sangue de pelo menos um dos filhos desse casamento, exceto:

- (A) De pessoas do grupo A.
- (B) De pessoas do grupo B.
- (C) Dos filhos do cruzamento de pessoas dos grupos O com AB.
- (D) Do homem C.
- (E) da mulher B.



19) (UFPA) Em uma reação imunológica, os antígenos e anticorpos recebem denominações diferentes, dependendo do efeito causado pela reação. Quando ocorre aglutinação, o antígeno e anticorpo são chamados, respectivamente de

- (A) lisógeno e lisina
- (B) precipitogênio e precipitina
- (C) toxina e antitoxina
- (D) aglutinogênio e aglutinina
- (E) precipitogênio e aglutinogênio



20) (UNIT Maceió) Um casal de indivíduos de sangue A quer saber a possibilidade de ter uma criança do sexo feminino sem aglutinogênio do sistema ABO. Essa menina, tão desejada pelo casal, terá um avô paterno com aglutinina anti-A e anti-B e avós maternos com o mesmo fenótipo de seus pais. Esses avós têm um outro filho que é doador universal e que será o padrinho dessa menina quando ela nascer.

Assim sendo, a possibilidade de essa criança ser do sexo feminino e sem aglutinogênio A e aglutinogênio B será de

- A) 1/2
- B) 1/4
- C) 1/8
- D) 1/12
- E) 1/16



21) (UEL) Os tipos sanguíneos do sistema ABO de três casais e três crianças são mostrados a seguir.

CASAIS	CRIANÇAS
I. AB X AB	a. A
II. B x B	b. O
III. A X O	c. AB

Sabendo-se que cada criança é filha de um dos casais, a alternativa que associa corretamente cada casal a seu filho é:

- (A) I-a; II-b; III-c;
- (B) I-a; II-c; III-b;
- (C) I-b; II-a; III-c;
- (D) I-c; II-a; III-b;
- (E) I-c; II-b; III-a



22) (UFSM) Para os grupos sanguíneos do sistema ABO, existem três alelos comuns na população humana. Dois (alelos A e B) são codominantes entre si e o outro (alelo O) é recessivo em relação aos outros dois.

De acordo com essas informações, pode-se afirmar:

- I. Se os pais são do grupo sanguíneo O, os filhos também serão do grupo sanguíneo O.
- II. Se um dos pais é do grupo sanguíneo A e o outro é do grupo sanguíneo B, todos os filhos serão do grupo sanguíneo AB.
- III. Se os pais são do grupo sanguíneo A, os filhos poderão ser do grupo sanguíneo A ou O.

Está (ão) correta(s):

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





23) (UDESC, 2013) Assinale a alternativa **correta** em relação ao tipo sanguíneo na seguinte situação: um casal tem três filhos, sendo que dois filhos possuem o tipo sanguíneo O, e um filho possui o tipo sanguíneo A.

- (A) A mãe possui o tipo sanguíneo O, e o pai o tipo A heterozigoto.
- (B) A mãe possui o tipo sanguíneo A heterozigoto, e o pai o tipo O heterozigoto.
- (C) A mãe e o pai possuem o tipo sanguíneo AB.
- (D) A mãe possui o tipo sanguíneo O, e o pai o tipo sanguíneo A homozigoto.
- (E) A mãe possui o tipo sanguíneo O, e o pai o tipo sanguíneo AB homozigoto.



24) (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

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



25) (UFPA, 2013) A eritroblastose fetal, ou doença hemolítica perinatal, consiste na destruição das hemácias do feto (Rh⁺) pelos anticorpos da mãe (Rh⁻) que ultrapassam lentamente a placenta. Devido a uma destruição maciça das hemácias, o indivíduo torna-se anêmico, e a hemoglobina presente no plasma é transformada, no fígado, em bilirrubina.

Em relação a essa condição, é correto afirmar:

- (A) A mãe (Rh⁻) só produzirá anticorpos anti-Rh se tiver uma gestação de uma criança Rh⁺ com passagem de hemácias para a circulação materna.
- (B) A mãe (Rh⁻) poderá produzir anticorpos anti-Rh devido a uma gestação de uma criança Rh⁺ cujas hemácias passaram para a circulação materna, comumente, por ocasião do parto, ou se receber uma transfusão de sangue incompatível (Rh⁺).
- (C) A mãe produzirá anticorpos anti-Rh que podem atingir todos os seus filhos Rh⁺, incluindo o feto que primeiro induziu a produção desses anticorpos.
- (D) No caso de mulheres Rh⁻ que já tenham tido uma gestação anterior Rh⁺ e estejam novamente grávidas, é ministrada uma dose da vacina Rhogam por volta da 28ª semana de gestação e outra até 72 horas após o parto, o que evita, assim, que essa criança, caso seja Rh⁺, tenha eritroblastose fetal.

(E) O tratamento de bebês que nascem com o problema pode incluir uma transfusão total de sangue. O bebê recebe sangue RH⁺, que já não terá mais suas hemácias destruídas pelos anticorpos da mãe presentes no recém-nascido.



26) (UNESP, 2012) Paulo e Mariana têm dois filhos, Júlio e Baltazar. Com relação aos tipos sanguíneos do sistema ABO, pai, mãe e os dois filhos têm, cada um deles, um tipo sanguíneo diferente.



Em razão disso, pode-se afirmar corretamente que

- (A) se o pai tem sangue tipo A, a mãe necessariamente tem sangue tipo B.
- (B) se a mãe tem sangue tipo AB, o pai necessariamente terá sangue tipo A ou tipo B.
- (C) se a mãe tem sangue tipo O, um dos filhos terá necessariamente sangue tipo AB.
- (D) se um dos filhos tem sangue tipo AB, o outro necessariamente terá sangue tipo A ou tipo B.
- (E) se um dos filhos tem sangue tipo O, o outro necessariamente terá sangue tipo A ou tipo B.

27) (UFSJ, 2012) Dois casais desconfiaram que seus bebês foram trocados na maternidade e entraram em contato com um especialista em genética para saber como poderiam ter certeza da troca. Fez-se então uma tipagem sanguínea quanto ao sistema ABO, que chegou ao seguinte resultado:

Identificação	Tipo sanguíneo
Bebê 1	O
Bebê 2	A
Sra. A	B
Sr. A	AB
Sra. B	B
Sr. B	B

Com base nesses resultados, é **CORRETO** afirmar que

- (A) o bebê número 1 é necessariamente filho do casal Sr. A e Sra. B.
- (B) não é possível, com o teste proposto, ser conclusivo sobre o parentesco dos bebês em questão.
- (C) o bebê número 2 é necessariamente filho do casal Sr. B e Sra. B.
- (D) o bebê número 1 não pode ser filho do Sr. A com a Sra. A.
- (E) Os dois bebês são filhos do Sr. A com a Sra. A.



28) (PUCSP, 2012) Sofia e Isabel pertencem ao grupo sanguíneo AB e são casadas, respectivamente com Rodrigo e Carlos, que pertencem ao grupo sanguíneo O. O casal Sofia e Rodrigo tem um filho, Guilherme, casado com Joana, filha de Isabel e Carlos. Qual a probabilidade de o casal Guilherme e Joana ter um descendente que pertença ao grupo sanguíneo O?

- (A) 75%.
- (B) 50%.
- (C) 25%.
- (D) 5%.
- (E) Zero.



29) (UFSJ, 2012) No final do século XVIII, antes de o cientista austríaco Karl Landsteiner descrever o sistema ABO, um homem poderia passar por uma transfusão de sangue, sofrer uma reação hemolítica e morrer. Com os conhecimentos atuais sobre o sistema ABO, sem considerar outros fatores de tipagem sanguínea e sem considerar o tipo O *Bombay*, suponha que um homem adulto tenha morrido vítima de uma reação à transfusão de sangue. Supondo ainda que esse homem tenha sido filho de pais A (homozigoto) e AB, é **CORRETO** afirmar que o homem

- (A) pertencia ao grupo AB e recebeu sangue A, B ou AB.
- (B) pertencia ao grupo A e recebeu sangue tipo AB ou B.
- (C) poderia ter doado sangue para indivíduos tipo A, B e AB.
- (D) era tipo O e poderia ter doado sangue para quaisquer pessoas sem causar reação a elas.





30) (UEL, 2011) Um menino tem o lobo da orelha preso e pertence a uma família na qual o pai, a mãe e a irmã possuem o lobo da orelha solto. Esta diferença não o incomodava até começar a estudar genética e aprender que o lobo da orelha solto é um caráter controlado por um gene com dominância completa. Aprendeu também que os grupos sanguíneos, do sistema ABO, são determinados pelos alelos I^A , I^B e i . Querendo saber se era ou não filho biológico deste casal, buscou informações acerca dos tipos sanguíneos de cada um da família. Ele verificou que a mãe e a irmã pertencem ao grupo sanguíneo O e o pai, ao grupo AB.

Com base no enunciado é correto afirmar que

(A) a irmã é quem pode ser uma filha biológica, se o casal for heterozigoto para o caráter grupo sanguíneo.

(B) ambos os irmãos podem ser os filhos biológicos, se o casal for heterozigoto para os dois caracteres.

(C) o menino é quem pode ser um filho biológico, se o casal for heterozigoto para o caráter lobo da orelha solta.

(D) a mãe desta família pode ser a mãe biológica de ambos os filhos, se for homozigota para o caráter lobo da orelha solta.

(E) o pai desta família pode ser o pai biológico de ambos os filhos, se for homozigoto para o caráter grupo sanguíneo.



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