

GENÉTICA

Prof. Kennedy Ramos

UNIDADE 10: Sistema ABO

Introdução:

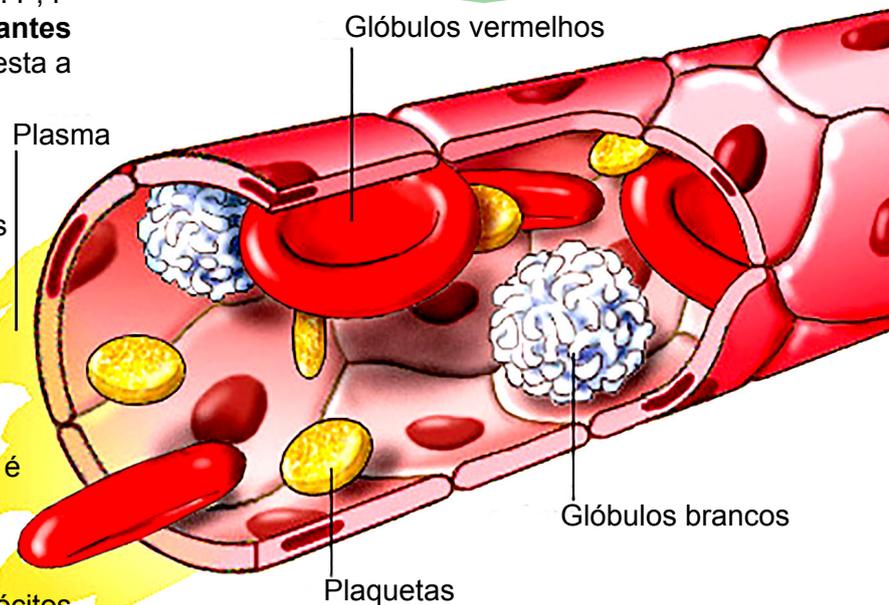
É condicionado por uma série de 3 alelos: I^A , I^B e i , sendo que os alelos I^A e I^B são **co-dominantes** entre si e dominam sobre o i , o qual só manifesta a característica em homozigose (recessivo).

$$I^A = I^B > i$$

Neste sistema, seus três alelos determinam quatro fenótipos diferentes que correspondem aos grupos sanguíneos **A, B, AB e O**. A diferenciação entre estes grupos se dá através do tipo de antígeno (aglutinogênios) presente na membrana dos glóbulos vermelhos do sangue.

É importante lembrar que o sangue é constituído por uma parte fluida, o **plasma**, e por células que constituem os elementos **figurados**. Entre estas células temos as hemácias (glóbulos vermelhos) e os leucócitos (glóbulos brancos).

Exemplificando, teremos...



Antígeno

É toda e qualquer substância, partícula ou microorganismo invasor, estranho ao organismo, que induz a produção de anticorpos. No sistema ABO os antígenos são chamados **aglutinogênios** e estão presentes na superfície das hemácias (eritrócitos).

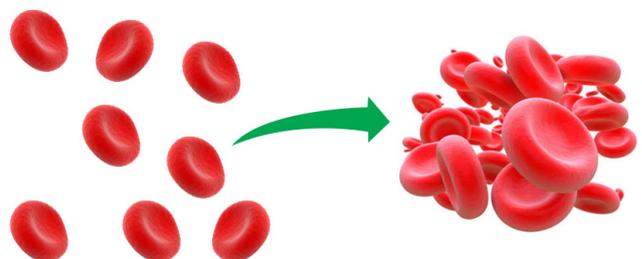
Anticorpos

São proteínas simples do grupo das imunoglobulinas produzidas pelos linfócitos B (plasmócitos) e que atuam de maneira específica para neutralizar o antígeno que induziu sua produção. No sistema ABO os anticorpos são chamados **aglutininas (anti-A e anti-B)** e estão presentes no plasmasanguíneo.

Agglutinação:

É a agregação das hemácias que ocorre quando a aglutinina liga-se irreversivelmente ao aglutinogênio.

Desta feita, formam-se aglomerados de hemácias que obstruem capilares sanguíneos causando problemas circulatórios, ocasionalmente culminando com desenvolvimento de reações alérgicas e lesões renais que podem levar à morte.



Genótipos	Fenótipos	Aglutinogênios	Aglutininas
$I^A I^A / I^A i$	Grupo A		Anti-B
$I^B I^B / I^B i$	Grupo B		Anti-A
$I^A I^B$	Grupo AB		Ausência
ii	Grupo O		Anti-A Anti-B

Saiba que na espécie humana, além do sistema sanguíneo ABO, existem dezenas de outros sistemas sanguíneos, tais como:

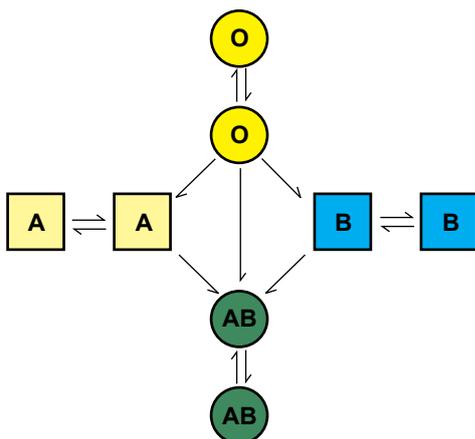
<ul style="list-style-type: none"> ▪ P ▪ Diego ▪ Chido/Rodgers ▪ Knops ▪ Lutheran ▪ Cartwright (ou Yt) ▪ Hh ▪ Ok 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kell ▪ Xg ▪ Kx ▪ Raph ▪ Lewis ▪ Scianna ▪ Gerbich ▪ Auberger 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Duffy ▪ Dombrock ▪ Cromer ▪ Sutter ▪ Kidd ▪ Colton ▪ Lendsteiner-Weiner
--	---	---

Transfusões:

Indivíduos do grupo O podem doar para pessoas pertencentes a todos os grupos desse sistema, já que não possuem aglutinogênios, todavia não recebem de ninguém, ao não ser deles próprios, pois se recebessem poderiam produzir aglutininas, o que os levaria a morte.

Indivíduos do grupo AB doam e recebem de outras pessoas de seu grupo e podem receber de pessoas de quaisquer outros grupos desse sistema, já que eles não produzirão aglutininas, entretanto não podem doar para outros grupos, pois seus aglutinogênios serão reconhecidos pelas aglutininas destes.

Transfusões possíveis:

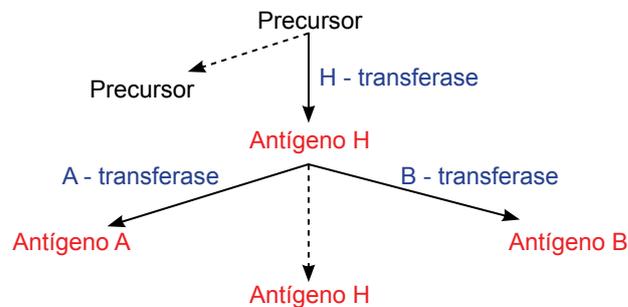


Tipagem sanguínea



O fenótipo Bombaim:

É importante saber que a presença dos aglutinogênios A e/ou B nas hemácias não depende apenas da presença dos genes I^A e/ou I^B , mas também do chamado **antígeno H**. Acontece que a presença do **antígeno H**, o precursor dos antígenos A e B, é expressa pelo gene **H**. Assim, se um indivíduo tiver genótipo **hh**, não produzirá o antígeno H. Neste caso, mesmo que esse indivíduo tenha os genes I^A e I^B , não formará os antígenos A e B, caracterizando o **falso O** ou **fenótipo bombaim**.



Em relação ao **alelo i** pensa-se que é silencioso, ou seja, que não têm nenhum produto ativo e, desta forma, os eritrócitos de indivíduos homocigóticos para este alelo transportam o antígeno H inalterado.

ATIVIDADES PROPOSTAS

01. (Unisc) Uma mulher com sangue tipo AB deu à luz uma criança com sangue tipo B. Dois homens reivindicam a paternidade. Um tem sangue tipo A e o outro tipo B. Considerando estes dados, qual alternativa está correta?

- Somente o indivíduo com sangue tipo B pode ser o pai da criança.
- Somente o indivíduo com sangue tipo A pode ser o pai da criança.
- Devido à incerteza acerca do genótipo de cada homem, qualquer um deles poderia ser o pai da criança.
- Nenhum dos dois indivíduos poderia ser o pai da criança.
- O indivíduo com sangue tipo A pode ser o pai da criança somente se possuir o genótipo homocigoto $I^A I^A$.



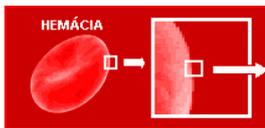
02. (Unesp) Dois casais, Rocha e Silva, têm, cada um deles, quatro filhos. Quando consideramos os tipos sanguíneos do sistema ABO, os filhos do casal Rocha possuem tipos diferentes entre si, assim como os filhos do casal Silva. Em um dos casais, marido e mulher têm tipos sanguíneos diferentes, enquanto 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,:

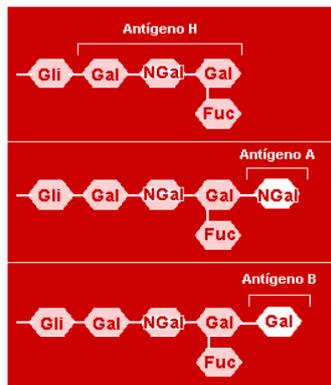
- a) se o casal Silva tem o mesmo tipo sanguíneo, foram eles que adotaram um dos filhos.
- b) se o casal Rocha tem tipos sanguíneos diferentes, foram eles que adotaram um dos filhos.
- c) se o casal Silva tem tipos sanguíneos diferentes, eles não são os pais do par de gêmeos.
- d) se o casal Rocha tem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



03. (Pucmg) O esquema apresenta a composição de carboidratos dos aglutinogênios que determinam os grupos sanguíneos do Sistema ABO. A síntese do antígeno H depende da presença de pelo menos um gene autossômico dominante H no genoma do indivíduo e é indispensável para a adição do antígeno A e/ou do antígeno B, pelos produtos dos genes I^A e I^B, respectivamente. Indivíduos HH ii ou Hh ii pertencem ao grupo O:



ABREVIATURA	CARBOIDRATO
Gli	Glicose
Gal	Galactose
NGal	N-Acetil Galactose
Fuc	Fucose



Areção de determinação do grupo sanguíneo "in vitro" (com anticorpos anti-A e anti-B) dá resultado negativo para os indivíduos

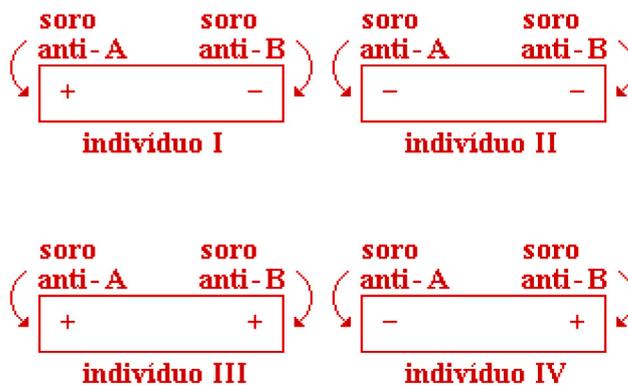
homozigotos recessivos (hh), mesmo que esses sejam portadores dos genes I^A e/ou I^B. Tais indivíduos são chamados de "Falsos O".

Com base nas informações acima e em seus conhecimentos sobre o assunto, assinale a alternativa INCORRETA.

- a) O cruzamento de dois indivíduos "Falso O" pode produzir descendentes receptores universais.
- b) A chance de um casal Hh I^AI^B ter um descendente "Falso O" é de 25%.
- c) Indivíduos Hh I^AI^A não podem doar sangue para indivíduos hh I^AI^A.
- d) O cruzamento de um indivíduo "Falso O" com um indivíduo HH ii pode gerar descendentes dos grupos A ou B.



04. (Pucsp) Em um hospital há um homem necessitando de uma transfusão de emergência. Sabe-se que ele pertence ao grupo sanguíneo A e que, no hospital, há quatro indivíduos que se ofereceram para doar sangue. Foi realizada a determinação de grupos sanguíneos do sistema ABO dos quatro indivíduos, com a utilização de duas gotas de sangue de cada um deles, que, colocadas em uma lâmina, foram, em seguida, misturadas aos soros anti-A e anti-B. Os resultados são apresentados a seguir:



Observação:

o sinal + significa aglutinação de hemácias; o sinal - significa ausência de aglutinação.

A partir dos resultados observados, poderão doar sangue ao referido homem, os indivíduos:

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



05. (Unesp) 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.



ATIVIDADES ENEM



06. (MODELO ENEM) 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.



07. (MODELO ENEM) 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.



08. (MODELO ENEM) 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, pode-se inferir que

- a) existem 105 litros de sangue disponíveis para um receptor 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⁻.



09. (MODELO ENEM) Um estudo sugeriu que os mosquitos *Anopheles gambiae* eram especialmente atraídos por sangue do tipo O, positivo ou negativo. Para chegar a essa conclusão, pesquisadores expuseram pares de voluntários com tipos sanguíneos diferentes a 20 mosquitos fêmeas. Eles notaram que, na maioria das vezes, os mosquitos alimentavam-se preferencialmente do sangue das pessoas com fenótipo O.

A chance dos descendentes de um homem O positivo nascerem, seguramente, menos propensos ao ataque desses insetos é ele casando-se com uma mulher de sangue.

- a) A positivo.
- b) O positivo.
- c) O negativo.
- d) B negativo.
- e) AB positivo.



10. (MODELO ENEM) Em um acidente de carro, três jovens sofreram graves ferimentos e foram levados a um hospital, onde foi constatada a necessidade de transfusão de sangue devido a forte hemorragia nos três acidentados. O hospital possuía em seu estoque 1 litro de sangue do tipo AB, 4 litros do tipo B, 6 litros do tipo A e 10 litros do tipo O. Ao se fazer a tipagem sanguínea dos jovens, verificou-se que o sangue de Carlos era do tipo O, o de Roberto do tipo AB e o de Marcos do tipo A. Considerando apenas o sistema ABO, os jovens para os quais havia maior e menor disponibilidade de sangue em estoque eram, respectivamente, ?

- a) Carlos e Marcos.
- b) Marcos e Roberto.
- c) Marcos e Carlos.
- d) Roberto e Carlos.
- e) Roberto e Marcos.



GABARITOS

QUESTÃO 01: Gabarito: C

Comentário: Considerando que a mãe apresenta o genótipo $I^{A}I^{B}$ e o filho é do tipo B, sabe-se que a mãe passou o gene I^{B} para o filho. O outro gene pode ser I^{B} ou i , que veio do pai. Portanto, qualquer um dos homens pode ser o pai, podendo doar o gene i ou I^{B} . O primeiro homem pode apresentar o genótipo $I^{A}I^{A}$ ou $I^{A}i$, doando i para este filho e o segundo homem $I^{B}I^{B}$ ou $I^{B}i$, podendo doar qualquer um dos genes para este filho.

QUESTÃO 02: Gabarito: A

Comentário: 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.

QUESTÃO 03: Gabarito: A

Comentário: Dois “falso O” como tem hh, apenas vão gerar falso O.

QUESTÃO 04: Gabarito: A

Comentário: O indivíduo I e II são dos grupos, respectivamente, A e O e podem doar para o indivíduo.

QUESTÃO 05: Gabarito: A

Comentário: Um casal de indivíduos pertencentes aos grupos A e B, heterozigotos, podem ter filhos dos grupos O e AB. O esquema a seguir mostra os resultados:

pais: $I^{A}i \times I^{B}i$
filhos: $I^{A}i$, $I^{B}i$, $I^{A}I^{B}$ e ii .

QUESTÃO 06: Gabarito: B

Comentário: 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.

QUESTÃO 07: Gabarito: A

Comentário: 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 $I^{B}i$.

QUESTÃO 08: Gabarito: E

Comentário: Existem 25 litros de sangue disponíveis para um receptor O Rh.

QUESTÃO 09: Gabarito: E

Comentário: O homem do grupo O (ii) ao casar-se com uma mulher do grupo AB ($I^{A}I^{B}$) somente poderá ter filhos biológicos dos grupos ($I^{A}i$) ou B ($I^{B}i$), com menor propensão do ataque dos mosquitos *Anopheles gambiae*.

QUESTÃO 10: Gabarito: D

Comentário: Como roberto é doador receptor universal (AB) o hospital tem maior disponibilidade de sangue e carlos menor disponibilidade por ser do grupo (O).

REFERENCIAL TEÓRICO

GRIFFITHS, A.J.F. et al. Introdução à Genética. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 9ª ed., 2010.

SNUSTAD, D.P. e SIMMONS, M.J. Fundamentos de genética. 2º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan, 200.

GARDNER, E. J. e SNUSTAD, D.P. Genética. 7º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan, 1986

BURNS, G. W. e BOTTINA, P. J. Genética 6º ed. Rio de Janeiro: guanabara Kogan,



STANFIELD, W. D. Genética 2° ed. Editora Mc Graw - Hill.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 1 – 9° Ed. São Paulo, Saraiva, 2010.

JUNIOR, C.S.; SASSON, S.; JUNIOR, N.C. Biologia VOL 2 – 9° Ed. São Paulo, Saraiva, 2010

LOPES, S.; ROSSO, S.; BIO volume 2. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 1: Biologia das Células 2. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R.; Biologia volume 2: Biologia dos Organismos 3. Ed. São Paulo: Moderna, 2010.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; Biologia, volume único 1. Ed. São Paulo: Ática, 2011. DOS SANTOS, F.S.; VICENTIN, J.B; DE OLIVEIRA,

M.M.A. Ser Protagonista- Biologia (ensino médio) – Vol 2. 1° edição, São Paulo, Edições SM, 2010.