

DEISE PRISCILA S. WIPPEL - KEILA ZANIBONI S. BATISTA

ENTRE GRUPOS SANGUÍNEOS E O ENSINO ATIVO

UM GUIA COLABORATIVO
PARA ENSINAR GENÉTICA

VOL.2

TEAM BASED LEARNING



CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS
E MATEMÁTICA

PRODUTO EDUCACIONAL

**ENTRE GRUPOS SANGUÍNEOS E ENSINO ATIVO: UM GUIA
COLABORATIVO PARA ENSINAR GENÉTICA**

VOLUME 2. *TEAM BASED LEARNING - TBL*

DEISE PRISCILA DA SILVA WIPPEL
KEILA ZANIBONI SIQUEIRA BATISTA

**BLUMENAU
2026**

APOIO



fapesc

Fundação de Amparo à
Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina

FOLHA DE APROVAÇÃO

DEISE PRISCILA DA SILVA WIPPEL

ENTRE GRUPOS SANGUÍNEOS E ENSINO ATIVO: UM GUIA COLABORATIVO PARA ENSINAR GENÉTICA

Produto Educacional vinculado à Dissertação “TRANSFORMANDO O ENSINO DE GENÉTICA: OFICINAS COLABORATIVAS COM METODOLOGIAS ATIVAS PARA DOCENTES SOBRE O SISTEMA ABO E FATOR RH” apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Aprovado em: 26/02/2026

Documento assinado digitalmente
 **KEILA ZANIBONI SIQUEIRA BATISTA**
Data: 02/03/2026 13:40:07-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador(a): Prof^a Dr^a Keila Zaniboni Siqueira Batista
Universidade Regional de Blumenau - FURB

Documento assinado digitalmente
 **DANIELA MAYS DE SOUZA**
Data: 02/03/2026 09:00:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro: Prof^a. Dr^a. Daniela Maysa de Souza
Universidade Regional de Blumenau - FURB

Documento assinado digitalmente
 **FRANCELE DE ABREU CARLAN**
Data: 27/02/2026 14:56:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro: Prof^a. Dr^a Francele de Abreu Carlan
Universidade Federal de Pelotas - UFPel

Wippel, Deise Priscila da Silva, 1990-

Entre grupos sanguíneos e o ensino ativo: um guia colaborativo para ensinar genética, volume 2. Team based learning / Deise Priscila da Silva Wippel. - Blumenau, 2026.

23 f. : il.

Orientador: Keila Zaniboni Siqueira Batista.

Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

Bibliografia: f. 23.

1. Ciência. 2. Genética – Estudo e ensino. 3. Fator RH. 4. Educação Básica. 5. Professores - Formação. 6. Prática de ensino. 7. Ensino - Metodologia. 8. Sangue – Análise e química. I. Batista, Keila Zaniboni Siqueira, 1978-. II. Universidade Regional de Blumenau. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. III. Título.

CDD 370.71

ISBN 978-65-02-14386-5

Direitos Autorais

Entre grupos sanguíneos e o ensino ativo: um guia colaborativo para ensinar genética © 2026 por Deise Priscila da Silva Wippel; Keila Zaniboni Siqueira Batista está licenciada sob Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhamento pela mesma Licença 4.0 Internacional. Para visualizar uma cópia desta licença, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

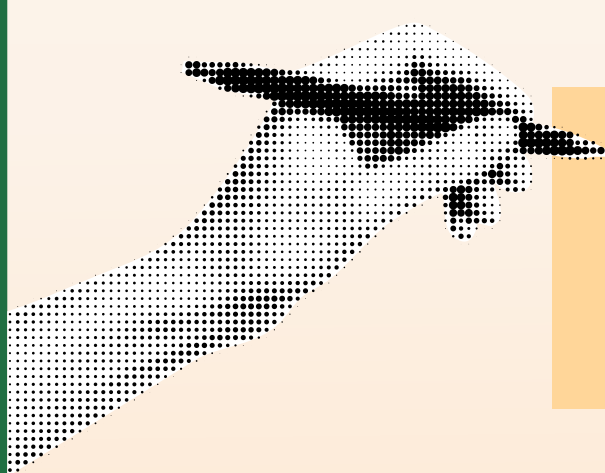


AGRADECIMENTOS

Este Produto Educacional foi construído em **encontros** que ganharam significado para além do meio acadêmico. Isso só foi possível pela **presença**, pelo **apoio** e pela **confiança** dos professores que participaram das **oficinas formativas** – **Andreia, Cristine, Eduardo, Ester, Fernanda, Jacson, Jucelia e Maiara** – O envolvimento e a abertura dessas pessoas deram sentido a este Guia que ampliaram seus efeitos para os estudantes e para diversos contextos escolares, por isso, nossos sinceros agradecimentos!

Registramos agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente para a construção deste Produto Educacional, especialmente pelas trocas e pela confiança no potencial deste Guia como instrumento de transformação.

Agradecemos à **Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC)**, pelo apoio financeiro concedido por meio do Edital nº 48/2021 à mestranda e ao **PPGECIM/FURB**, pelo suporte institucional que viabilizou a realização deste trabalho.



“Aprendo com educadores, que aprendem com outros educadores, mediatizados pelo mundo”
José Pacheco

CARTA AO LEITOR

Olá, professor(a)! Tudo bem por aí? Espero que sim! Quero te contar sobre este **Guia Pedagógico**, que foi pensado com muito carinho para te ajudar na sala de aula. A ideia aqui não é fornecer ideias prontas, mas te inspirar a experimentar novas formas de ensinar. O foco desse guia é apresentar de forma inovadora o conteúdo de genética, mais especificamente sobre o sistema ABO e fator Rh, utilizando metodologias ativas.

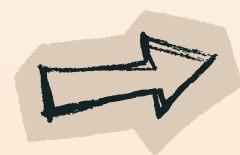
Não se prenda ao tema! A proposta é que você entenda cada um dos métodos e consiga adaptá-los à vários conteúdos!

Sabe aquela aula que a gente quer deixar mais interessante, mas às vezes a participação dos estudantes não acontece como imaginamos? Pois é, este guia está aqui para isso. Ele foi feito para te ajudar a **planejar aulas mais dinâmicas**, onde os estudantes realmente **participem, investiguem e aprendam de verdade**. Você vai encontrar estratégias ativas como *Storytelling*, TBL (*Team-Based Learning*), Ensino de Ciências por Investigação, (EnCI) e Rotação por Estações, que colocam o estudante no centro do aprendizado.



Ainda assim você tem um papel **super importante**! Você será o **mediador** do processo, que pensa e organiza com carinho cada proposta de acordo com o objetivo de aprendizagem.

Agora, deixa eu te contar uma coisa importante: este guia não é um "documento fechado". Pelo contrário! Ele foi feito para ser um **trabalho em construção**, e você tem um papel fundamental nesse processo.



CARTA AO LEITOR

Durante o desenvolvimento deste guia, foi realizada uma formação docente, onde ele foi e está sendo aprimorado com base nas sugestões, ideias e adaptações de professores reais.

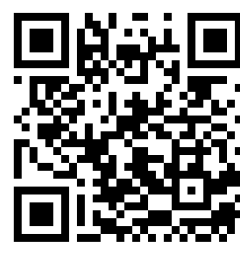
Essa é só a primeira versão! Então tudo o que você experimentar e quiser compartilhar, vai ajudar a tornar este material ainda mais útil nas próximas edições e alinhado com o que realmente acontece nas nossas salas de aula. Portanto, ao finalizar a leitura desse guia você pode voltar aqui nessa página e preencher o formulário com suas sugestões, para nos ajudar a atualizá-lo nas próximas versões (Acesse o QRCode).

Esse material é fruto de uma dissertação de mestrado, intitulada: “Transformando o ensino de genética: Oficinas colaborativas com metodologias ativas para docentes sobre o sistema ABO e fator Rh”, desenvolvida pela professora/pesquisadora Deise Priscila da Silva Wippel, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Keila Zaniboni Siqueira Batista, na linha de pesquisa Recursos Educacionais para o Ensino de Ciências Naturais e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIM), da Universidade Regional de Blumenau (FURB), com apoio da FAPESC.

Pense nesse material como um ponto de partida. Pegue o que funcionar para você, adapte o que precisar, e se algo não der certo, sem problemas, o importante é tentar e ajustar. Afinal, a educação é isso: um processo cheio de tentativas, aprendizados e evoluções.

Então, vamos nessa? Espero que este guia ajude a deixar suas aulas ainda mais incríveis e que a troca entre nós seja rica e cheia de boas ideias. Se precisar de qualquer coisa ou quiser compartilhar como está usando o material, é só entrar em contato!

Estamos juntos! Um abraço, As autoras.



Formulário de Sugestões
<https://tinyurl.com/ensinoativo>

CONHEÇA AS AUTORAS



Mestranda Deise Priscila. S. Wippel

Graduada em Ciências Biológicas pela FURB, com especialização em Ensino de Ciências pelo IFSC, atuou como técnica de laboratório de Patologia durante cinco anos e na docência de Biologia e Ciências por quatro anos. Foi bolsista da FAPESC e mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIM – FURB). Atualmente trabalha como professora efetiva de Biologia na rede estadual de ensino de Santa Catarina.



Dra. Keila Zaniboni Siqueira Batista

Graduada em Ciências Biológicas; Mestre e Doutora em Patologia UNESP; Especialização em Microbiologia Clínica; Docente há 15 anos na cadeira de Imunologia e Microbiologia pela Universidade Regional de Blumenau, FURB; Atualmente docente permanente no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIM – FURB)



OBJETIVO DO GUIA

Ampliar a compreensão dos professores sobre metodologias ativas de ensino, fornecendo subsídios para que tornem suas aulas sobre os conteúdos do Sistema ABO e fator Rh mais interessantes, práticas e atrativas, colocando os estudantes como protagonistas do aprendizado.

COMPETÊNCIAS DOCENTES

Ao longo da leitura e aplicação desse guia, os docentes serão convidados a:

- Planejar atividades com base em metodologias ativas, como *Storytelling*, Ensino por Investigação, *Team-Based Learning* (TBL) e Rotação por Estações;
- Adaptar estratégias de ensino à sua realidade escolar, considerando os diferentes contextos e perfis dos estudantes;
- Explorar ferramentas digitais e recursos acessíveis, integrando tecnologia de forma significativa ao processo de aprendizagem;
- Elaborar avaliações compatíveis com práticas ativas, como rubricas, autoavaliação e devolutivas formativas;
- Refletir sobre sua prática docente, a partir da análise crítica das metodologias aplicadas.

ORGANIZAÇÃO DO GUIA



* Team Based Learning ** Ensino de Ciências por Investigação

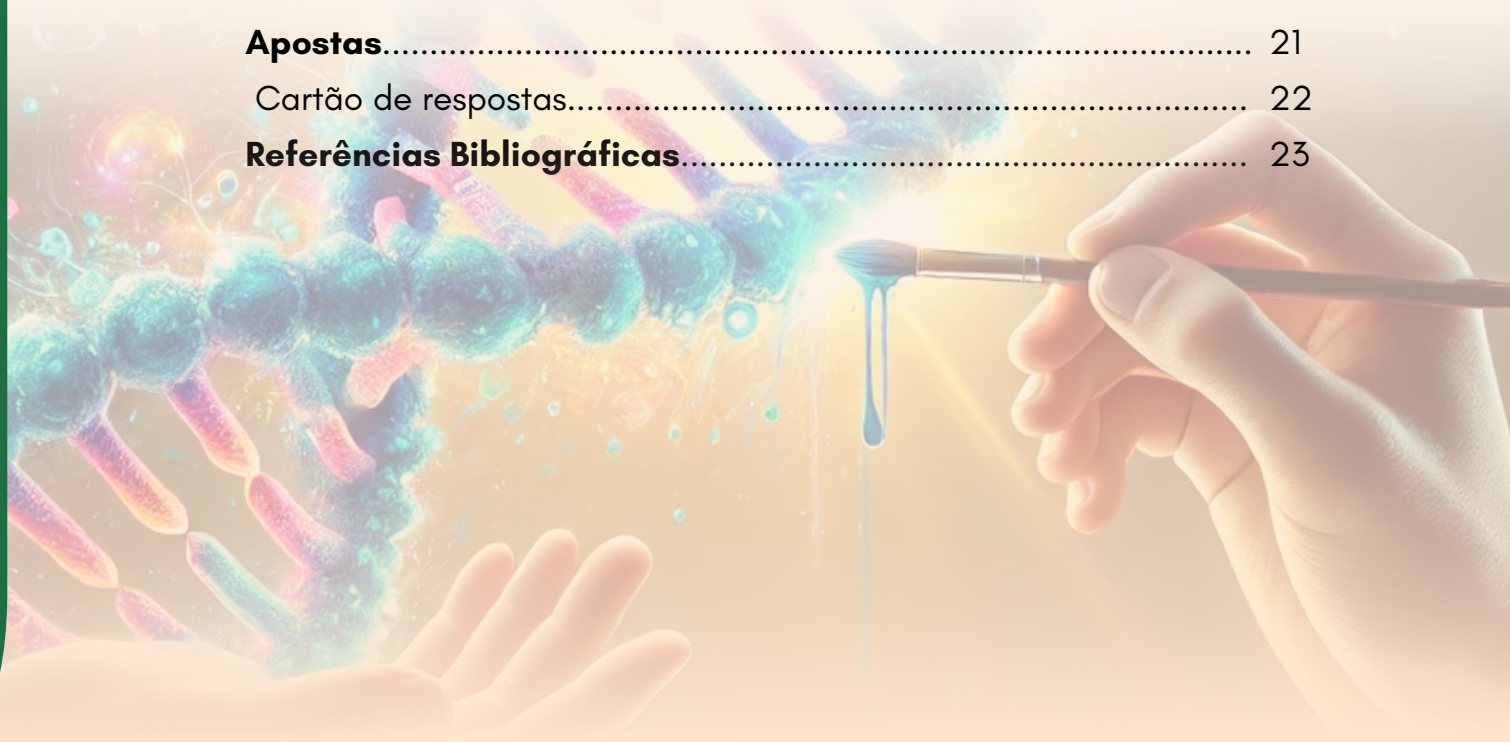
DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Durante o desenvolvimento deste Produto Educacional foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial generativa (Chatgpt) para apoio em atividades como revisão textual, organização de ideias e produção de elementos visuais e imagens. Todas as informações, análises, decisões pedagógicas, elaboração dos materiais, conteúdos e redação final foram revisadas e validadas pelas autoras, que assumem integral responsabilidade pelo conteúdo apresentado.

SUMÁRIO

VOLUME 2. TBL

TBL - Team Based Learning	1
Material do Professor	2
Gabarito Garantia de Preparo	4
Gabarito Desafio do Conhecimento.....	5
Material do estudante	6
Sistema ABO. Vamos entender os conceitos.....	7
O DNA que manda.....	8
Exemplos.....	9
Mutação no FUT1.....	10
E fez-se o sangue!.....	11
Vamos entender conceitos mais complexos	12
Quadro de Punnet - Probabilidade na 1º Lei Mendel	13
Quadro de Punnet - Probabilidade na 2º Lei Mendel	14
<i>Garantia de Preparo 1#</i>	16
<i>Garantia de Preparo 2#</i>	17
<i>Garantia de Preparo 3#</i>	18
<i>Desafio do Conhecimento</i>	19
Apostas	21
Cartão de respostas.....	22
Referências Bibliográficas	23



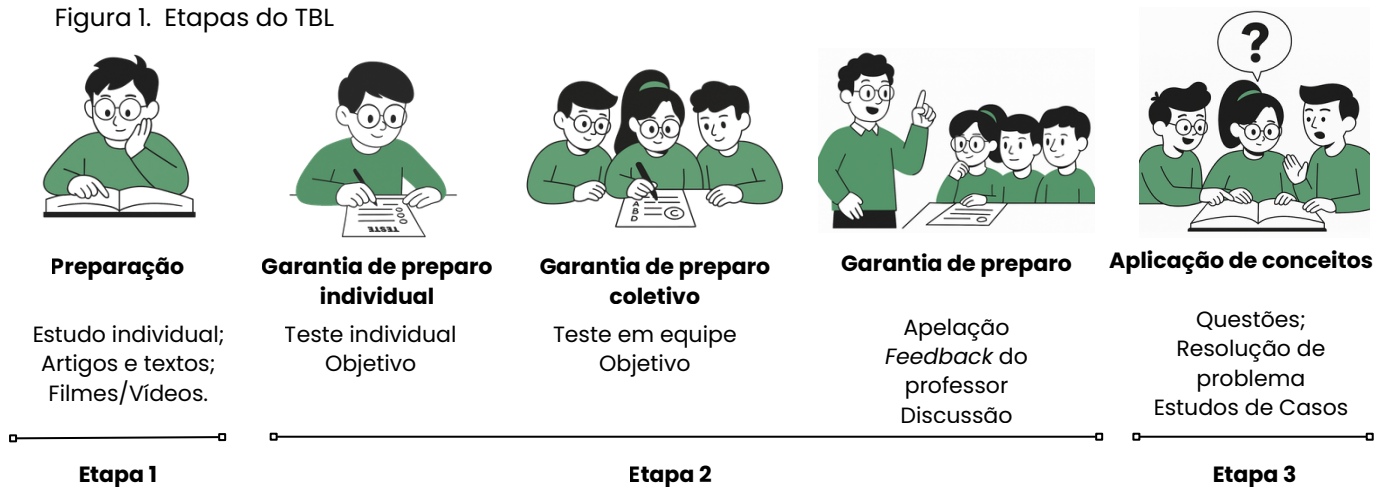
VOLUME 2

TEAM BASED LEARNING

A Aprendizagem Baseada em Equipes (*Team Based Learning* ou TBL) é uma metodologia ativa que promove o engajamento dos estudantes por meio do **trabalho colaborativo** e estruturado em **grupos**. Seu funcionamento se dá em três etapas principais. A primeira é o **preparo**, no qual os estudantes estudam previamente o conteúdo proposto, dentro ou fora da sala de aula. Em seguida, ocorre a **garantia do preparo**, que inclui uma avaliação individual e outra em grupo, permitindo comparações, discussões e o recebimento de *feedback* imediato (Krug *et al.* 2016). Por fim, os estudantes **aplicam os conceitos** estudados em atividades em equipe. Essa dinâmica valoriza tanto o aprendizado individual quanto o coletivo. (Figura 1).

É interessante destacar que o desenvolvimento dessa metodologia surgiu como uma estratégia para tornar o ensino mais eficaz em turmas com **grande número de estudantes**.

Figura 1. Etapas do TBL



Fonte: Adaptado de Bollela *et al.* (2014); Burgess *et al.* (2020); Lorbiéski (2024).

A etapa 3 costuma durar mais tempo e é baseada em **4 princípios** importantes (Bollela *et al.*, 2014; Krug *et al.*, 2016):

Problema significativo

Desafio de sentido
prático e realista



Mesmo problema

Todos recebem a
mesma tarefa para
estimular o debate



Escolha específica

Cada grupo escolhe
uma resposta clara
e objetiva



Resposta simultânea

Mostram as respostas
ao mesmo tempo
para discussão



Fonte: Lorbiéski (2024)

MATERIAL DO PROFESSOR

PLANEJAMENTO

Tempo total estimado: 90 min.

Grupos: 4 a 6 estudantes

Recursos necessários:

- Projetor ou Quadro;
- Conteúdo (p. 7 a 15);
- Cópias da Garantia de Preparo (p. 16-18)
- Cópias do Desafio Coletivo (p. 19 e 20)
- Cópias das folhas de Aposta (individual) (p. 21);
- Cartão de Respostas plastificado (por grupo) (p. 22);
- Bolinhas adesivas para o Cartão de Respostas.



Exemplo de montagem do
Cartão de Respostas

AVALIAÇÃO

Pode ser formativa, considerando participação, argumentação e colaboração ou pode ser usado o Desafio coletivo como avaliação somativa final.

PRIMEIRO PASSO: CONTEÚDO BASE

- Selecionar o conteúdo de acordo com o nível de complexidade desejado: material em anexo nesse guia ou nos outros Volumes, textos científicos, artigos curtos, vídeos, infográficos, simulações ou outros recursos digitais.
- Por meio da *Sala de Aula Invertida (SAI)* disponibilizar com **antecedência** o material de estudo e o **prazo** para leitura ou visualização.
- Elaborar um conjunto de questões objetivas ou discursivas (no máximo 10) que abordem principais conceitos trabalhados. Essas questões serão utilizadas na etapa seguinte (Garantia de Preparo: Teste individual e Teste em grupo - Pode ser aplicada em formato físico impresso ou digital utilizando o site: TBL Active: <https://tblactive.com.br/>).
- Incentivar os estudantes a trazerem anotações com dúvidas e reflexões para o encontro presencial.

Dica pedagógica: opte por materiais que estimulem a curiosidade e a aplicação prática, evitando textos longos e densos. O foco deve ser a compreensão conceitual, não a memorização.

MATERIAL DO PROFESSOR

SEGUNDO PASSO: GARANTIA DE PREPARO

- Se há tempo, pode deixar os estudantes acessarem o material do conteúdo no início da aula;
- Aplicar a Garantia de Preparo: **Teste individual sem consulta**, usando a folha de Apostas;
- Separar os estudantes em grupos heterogêneos para aplicar **o mesmo teste de forma coletiva**, anotando os pontos na folha de Apostas, orientando quanto às respostas imediatas (o cartão de respostas deve conter a resposta correta assinalada, todas as alternativas devem estar cobertas por uma bolinha adesiva) (veja exemplo na página anterior);
- Fornecer *feedback* imediato, apresentando o gabarito, explicando os conceitos e promovendo breves trocas entre os grupos;
- Permitir apelações fundamentadas, caso algum grupo discorde da resposta oficial, desde que apresente base teórica (texto, conceito ou referência).

TERCEIRO PASSO: APLICAÇÃO DE CONCEITOS (DESAFIO COLETIVO)

- Apresentar uma situação-problema, estudo de caso, simulação ou desafio.
- Estimular os grupos a discutir hipóteses, testar ideias e chegar a uma resposta comum.
- Solicitar que cada grupo registre e apresente sua solução oralmente ou por escrito.
- Promover uma discussão coletiva sobre **Doação de Sangue**.
- Se desejar, pode propor um teste final coletivo (gamificado com pontuação ou em forma de “raspadinha”) para reforçar os aprendizados.

Realize uma roda de conversa breve com perguntas disparadoras, como:

- “O que você aprendeu hoje que não sabia antes?”
- “O que a discussão em grupo ajudou a compreender melhor?”

Gabarito Garantia de Preparo Nível 1, 2 e 3

Nível 1 – Ensino Médio – página 16

- 1.C) São os antígenos presentes/ausentes nas hemácias
- 2.D) ii
- 3.A) Nenhum anticorpo / Anti-A e Anti-B
- 4.B) Codominantes
- 5.C) Reação de aglutinação devido à incompatibilidade entre antígenos e anticorpos
- 6.B) Ausência de qualquer antígeno nas hemácias

Nível 2 – Ensino Técnico – página 17

- 1.D) O paciente possui um gene recessivo que impediu a formação do antígeno H.
- 2.B) Apenas A e O.
- 3.B) Tipo B.
- 4.D) Porque as pessoas O+ possuem antígenos D na hemácia, sendo incompatível com sangue Rh negativo.
- 5.C) AB.
- 6.A) Ausência de antígenos A e B nas hemácias e presença de anticorpos anti-A, anti-B e anti-H.

Nível 3 – Ensino Superior – página 18

- 1.A) 0%
- 2.C) Os genes supressores de tumor foram silenciados, favorecendo a proliferação celular da leucemia.
- 3.B) Os anticorpos anti-B presentes no plasma do receptor vão aglutinar as hemácias do doador.
- 4.D) Saco vitelino.
- 5.B) Porque as células-tronco do doador passam a produzir novas hemácias com os antígenos do doador.

Gabarito Desafio do Conhecimento

Página 19

1. ALTERNATIVA C

Justificativa: No fenótipo Bombaim (hh) não há antígeno H, para formar A ou B. Por isso, o indivíduo não expressa A/B/H nas hemácias e só pode receber sangue de outro Bombaim.

2. ALTERNATIVA E

Justificativa: Hemácias AB têm antígeno A, que reage com anti-A do receptor B gerando incompatibilidade ABO. O fato de ambos serem Rh⁺ (Rr) não garante compatibilidade se a ABO for incompatível.

3. ALTERNATIVA A

Justificativa: Ana (genótipo IBi), Pedro (genótipo IAi)

Pedro \ Ana	IA	i
	IB	i
IB	IAIB	Bi
i	IAi	ii

As chances de Aurora nascer com os tipos sanguíneos são:

25% AB, 25% A, 25% B e 25% O.

4. ALTERNATIVA A

Justificativa:

- ABO: mãe (IA ou IB) × pai (i) → 50% A e 50% B.
- Rh: Rr × rr → 50% Rh⁺ e 50% Rh⁻.
- Independência: $P(B^+) = 0,5 \times 0,5 = 0,25$ (25%).

5. ALTERNATIVA B

Justificativa: A hematopoiese fetal inicia no saco vitelínico, migra para fígado, baço e timo, e se estabelece definitivamente na medula óssea, que permanece como principal local de produção sanguínea após o nascimento.

6. ALTERNATIVA D

Justificativa: As células-tronco têm a função de substituir células formadoras de sangue danificadas por células saudáveis, garantindo a renovação e manutenção da hematopoiese.

MATERIAL DO ESTUDANTE

PRIMEIRO PASSO: ESTUDAR O CONTEÚDO BASE

Esse momento serve para que todos cheguem à aula com o mesmo ponto de partida.

O que você deve fazer:

- Ler/assistir o material indicado (texto, artigo ou vídeo).
- Fazer anotações com suas principais dúvidas e entendimento no caderno.
- Refletir sobre os conceitos-chave que serão discutidos em sala.

SEGUNDO PASSO: GARANTIA DE PREPARO

Cada estudante fará o teste individual sem consulta.

Em seguida, realizaremos o teste em grupos, com as mesmas questões.

Como vai funcionar:

- Cada estudante responde individualmente o teste e anota seus pontos na folha de Apostas.
- Depois, em grupos os estudantes discutem cada questão e marcam as respostas coletivas.
- O grupo confere quantos pontos fez de forma imediata.
- O professor apresenta as respostas corretas, explicando os conceitos e resolvendo dúvidas.
- Se o grupo discordar de alguma correção, pode apresentar uma apelação fundamentada (argumentação teórica).

TERCEIRO PASSO: RESOLVENDO PROBLEMAS

Cada grupo receberá uma situação-problema, estudo de caso ou desafio, que deverá ser resolvido utilizando os conceitos estudados.

- Ler com atenção a situação proposta.
- Discutir ideias, propor hipóteses e justificar suas decisões.
- Registrar a resposta final e apresentá-la à turma.
- Comparar as soluções com as de outros grupos, debatendo os diferentes raciocínios.
- Podem ser realizados testes em grupos como desafio final!

Por último, faremos um momento de reflexão coletiva

SISTEMA ABO

Vamos entender os conceitos

Genes Principais

O tipo sanguíneo é determinado por dois genes principais

- Gene ABO (Cromossomo 9q34) → Responsável pelos antígenos A e B.
- Gene FUT1 (Cromossomo 19q13.3) → Necessário para a produção do antígeno H, base estrutural dos antígenos A e B.

Como o Gene ABO funciona?

O gene ABO codifica uma enzima chamada glicosiltransferase, que adiciona açúcares específicos às hemácias.

Ele possui três alelos principais:

- I^A → Produz a enzima que adiciona o antígeno A nas hemácias.
- I^B → Produz a enzima que adiciona o antígeno B nas hemácias.
- i → Não produz enzima funcional, resultando em ausência de antígenos

Como o gene FUT1 funciona?

O gene FUT1 é importante para a produção do antígeno H, que serve de base para a formação dos antígenos A e B.

- Pessoas com mutações no gene FUT1 não produzem o antígeno H e, mesmo que tenham os alelos I^A ou I^B , não expressam os antígenos A ou B.

Gerando o **Fenótipo Bombaim**, um exemplo de **epistasia recessiva**. Quando um gene impede a expressão de outro.

E o Fator Rh?

Genótipo	Fenótipo (Tipo Rh)	Antígeno D
DD	Rh ⁺	Presente
Dd	Rh ⁺	Presente
dd	Rh ⁻	Ausente

- Se um indivíduo recebe o gene D do pai e D da mãe (DD), ele será Rh⁺.
- Se receber um gene D de um dos pais e um gene d do outro (Dd), ainda será Rh⁺.
- Apenas quem recebe dois genes d (dd) será Rh⁻.

Fenótipo Bombaim

Em testes genéticos, Indivíduos com diferentes genótipos do sistema ABO podem ser erroneamente identificados como tendo sangue tipo O caso possuam o **fenótipo Bombaim**.

Isso acontece porque essas pessoas não produzem o antígeno H nas hemácias. No entanto, seu plasma contém anticorpos contra os antígenos A, B e H, tornando-o incompatível com todos os tipos de sangue.

Pessoas com fenótipo Bombaim só podem receber sangue de indivíduos com o mesmo fenótipo.

O DNA que manda

Nosso corpo é formado por **trilhões de células**, e dentro de cada uma delas está o **DNA**, armazenado no núcleo celular. Esse DNA contém as instruções genéticas que determinam características como cor dos olhos, altura e **tipo sanguíneo**.

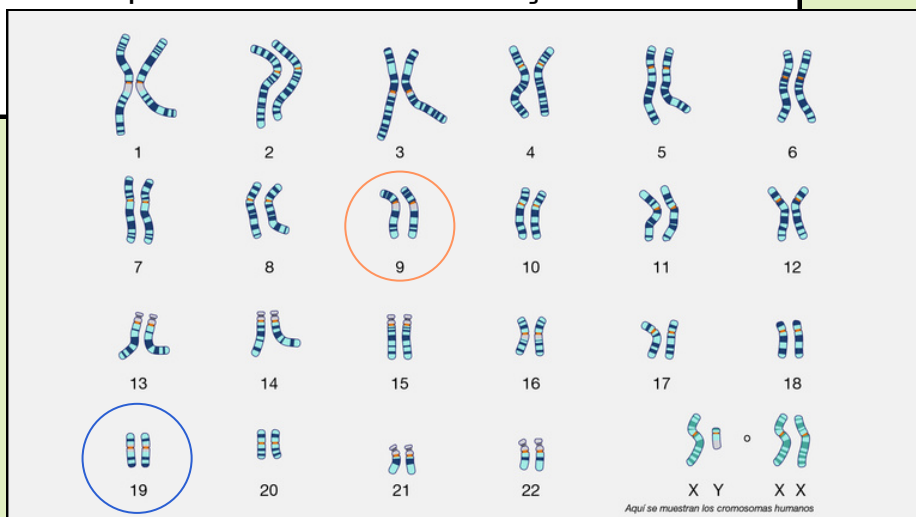
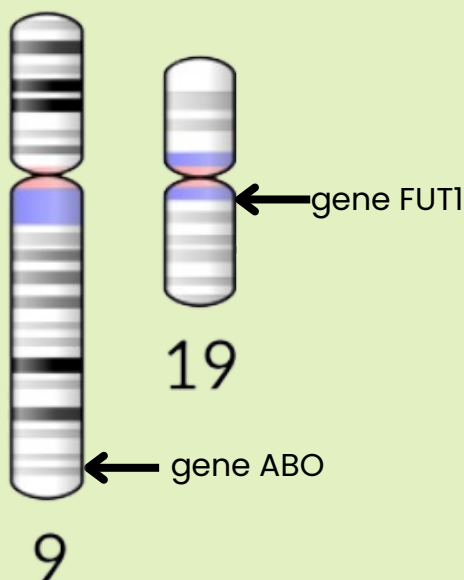
- ✓ O DNA é organizado em 23 pares de cromossomos, sendo que um cromossomo de cada par vem do pai e o outro da mãe.
- ✓ Nesses cromossomos, encontramos os genes, que são segmentos do DNA responsáveis pela produção de proteínas.

O gene ABO (9q34) que define o nosso tipo sanguíneo faz parte do **cromossomo 9** - Essa região do gene controla a produção dos antígenos A e B nas hemácias.

O Gene FUT1 (19q13.3), presente no **cromossomo 19** - produz o antígeno H, essencial para que os antígenos A e B sejam expressos.

Cariótipo humano sem alterações

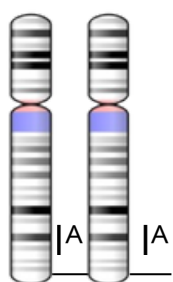
Torres (2013)



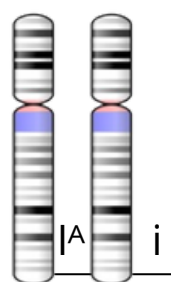
<https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Cariotipo>
<https://humankaryotype.com/chromosomes?page=1>

imagens dos cromossomos: WIKIMEDIA COMMONS

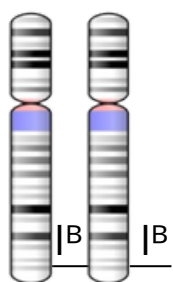
Exemplos de genótipos e fenótipos do Sistema ABO



Genótipo $I^A I^A$
Fenótipo: **Tipo A**
homozigoto dominante



Genótipo $I^A i$
Fenótipo: **Tipo A**
heterozigoto



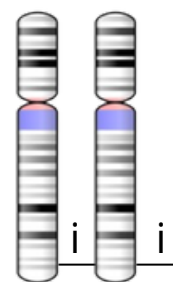
Genótipo $I^B I^B$
Fenótipo: **Tipo B**
homozigoto dominante



Genótipo $I^B i$
Fenótipo: **Tipo B**
heterozigoto



Genótipo $I^A I^B$
Fenótipo: **Tipo AB**
codominância

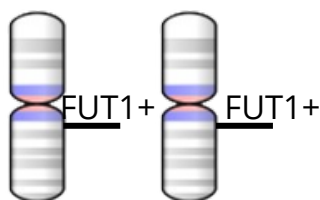


Genótipo ii
Fenótipo: **Tipo O**
homozigoto recessivo

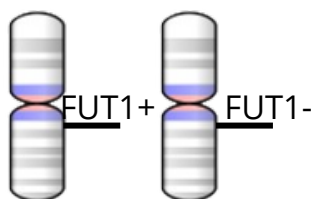


**Um Cromossomo
herdado da mãe e
outro do pai**

Interação entre o sistema ABO e o Gene FUT1 (antígeno H)

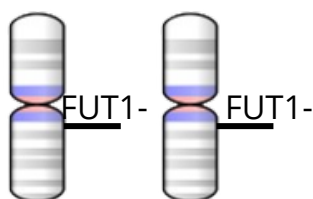


Genótipo FUT1+/FUT1+
Expressão correta
produção do antígeno H
Gene HH ou Hh



Genótipo FUT1+/FUT1-
Assintomático
produção do antígeno H
Gene HH ou Hh

**quando o indivíduo é
homozigoto recessivo
para FUT1***



Genótipo FUT1-/FUT1-
Fenótipo Bombaim
Não há produção do
antígeno H
Gene: hh

imagens dos cromossomos: WIKIMEDIA COMMONS

*Existem algumas situações em que a mutação pode surgir espontaneamente no embrião

Portanto, a expressão dos tipos sanguíneos do sistema ABO não depende apenas dos alelos herdados (IA, IB ou i), mas também da presença dessa estrutura fundamental na superfície das hemácias: **o antígeno H**.

Quando o indivíduo possui pelo menos um alelo funcional (Hh ou HH), a enzima codificada por esse gene permite a formação do antígeno H na membrana das hemácias; porém, quando não há produção desse antígeno (genótipo hh), os antígenos A e B não conseguem se expressar, mesmo que os alelos IA ou IB estejam presentes, resultando **no Fenótipo Bombaim**.

E fez-se o sangue!

Mesmo que o tipo sanguíneo já esteja definido no DNA desde a fecundação, as células sanguíneas ainda precisam ser produzidas.

Produção de sangue no feto:

2 semanas → Primeiras células pluripotentes surgem no saco vitelino;

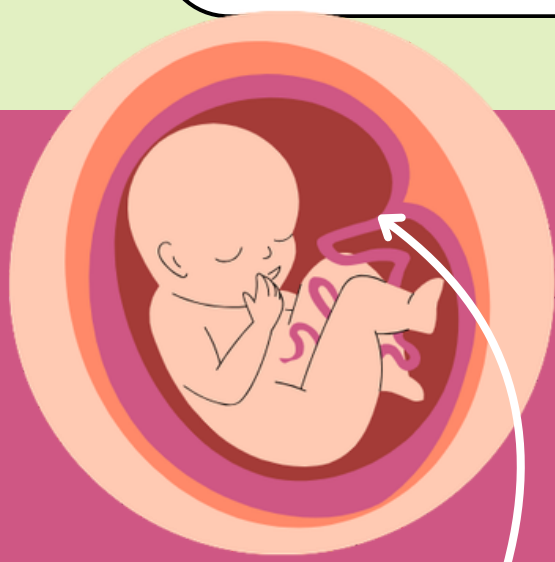
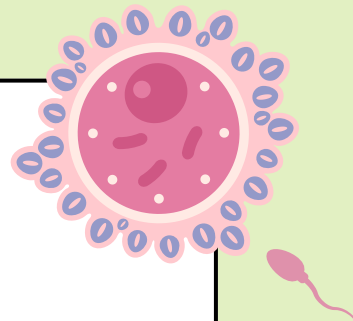
4 a 6 semanas → Começa a hematopoiese. O fígado fetal assume a produção das células sanguíneas;

6 semanas → Surgem as primeiras hemácias funcionais no fígado;

8 a 10 semanas → As células-tronco sanguíneas começam a migrar para a medula óssea, onde o sangue será produzido permanentemente após o nascimento;

12 semanas → A medula óssea começa a ativar o gene ABO, permitindo que os antígenos A ou B apareçam na membrana das hemácias.

Mendonça (2008)



Importante!

O transplante de células-tronco hematopoéticas (TCTH) é um procedimento médico que substitui células formadoras de sangue doentes por células saudáveis. Esse tratamento é realizado em pessoas com doenças graves da medula óssea, como leucemias, linfomas, anemia aplásica e algumas doenças genéticas.

O mais interessante é que o tipo sanguíneo do receptor gradualmente se converte para o doador à medida que novas células sanguíneas são formadas.

Portanto, as novas hemácias produzidas terão os antígenos do doador.

O sangue do cordão umbilical é uma fonte rica de células-tronco hematopoéticas, sendo utilizado como alternativa em transplantes.

Vamos entender conceitos mais complexos

Epigenética

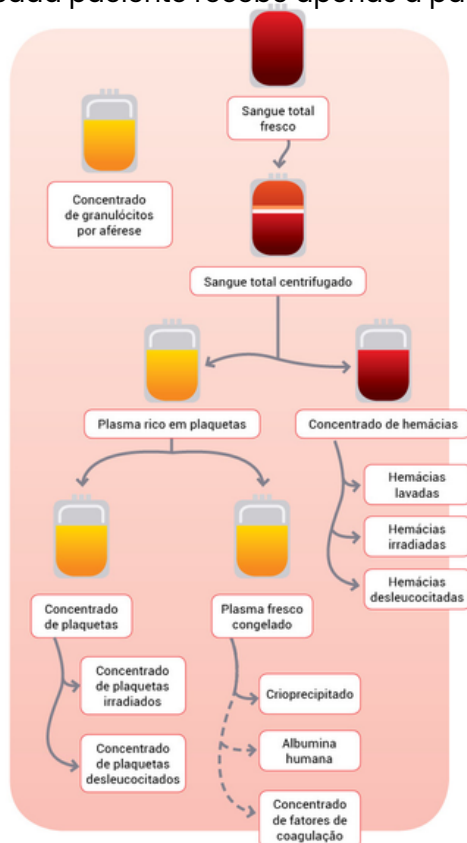
O estudo da epigenética desvenda modificações químicas que regulam como os genes são **expressos**, sem alterar a sequência do DNA. Fatores como envelhecimento, doenças e exposição a certos compostos químicos podem modificar a forma como esses genes se expressam.

Metilação do DNA → silencia genes supressores de tumor, favorecendo a proliferação descontrolada de células malignas (Oliveira, 2010).

Exposição a metais pesados, como o chumbo, pode causar modificações epigenéticas no DNA das células do sangue (Araújo *et al.*, 2021).

Fracionamento

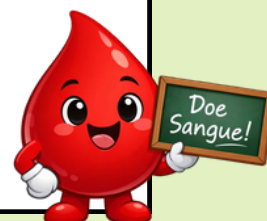
Após a doação de sangue, ocorre o processo de fracionamento, onde o sangue coletado é separado em diferentes componentes. Dessa forma, cada paciente recebe apenas a parte do sangue que realmente precisa



Doação de Sangue

A doação de sangue é um ato simples, voluntário e solidário que pode salvar vidas. Todos os dias, hospitais e serviços de saúde dependem de estoques de sangue para realizar cirurgias, tratar pessoas vítimas de acidentes, pacientes com câncer, anemias graves, doenças hematológicas e mulheres com complicações no parto.

Um único doador pode ajudar até **quatro pessoas**, já que o sangue coletado é separado em diferentes componentes (como hemácias, plaquetas e plasma), utilizados conforme a necessidade de cada paciente.



Quadro de Punnet

Probabilidade na 1ª Lei Mendel

Na genética, o quadro de *Punnett* é uma ferramenta visual que usamos para prever as possíveis combinações genéticas dos filhos com base nos alelos herdados dos pais. Ele nos ajuda a entender as probabilidades dos genótipos e fenótipos em um cruzamento. **A Primeira Lei de Mendel**, também conhecida como **Lei da Segregação dos Fatores**, afirma que cada indivíduo possui dois alelos para uma característica e que, durante a meiose — processo de divisão celular que forma os gametas — esses alelos se separam. Assim, cada gameta carrega apenas um alelo de cada par.

Dominância dos genes

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

Os alelos I^A e I^B são codominantes (quando juntos expressam AB)

Os alelos I^A e I^B são dominantes sobre alelo i

Alelo i só se expressa se estiver em dose dupla (ii : formando tipo O)

Exemplo:



A mãe pode carregar os **alelos I^A ou i** nos seus óvulos



Clara

Genótipo: $I^A i$

Fenótipo: tipo A



Pedro

Genótipo: $I^B i$

Fenótipo: tipo B

O pai pode carregar os **alelos I^B ou i** nos seus espermatozoides



Insira os alelos do pai na linha

e os alelos da mãe nas colunas

		Pedro	
		I^B	i
Clara	I^A	$I^A I^B$	$I^A i$
	i	$I^B i$	ii

Quais combinações de tipos sanguíneos são possíveis nos filhos e com que chance cada uma pode ocorrer? Vamos descobrir!

Resultado*

Genótipo - Fenótipo

$I^A I^B$ - Tipo AB: 25% ou 1/4

$I^A i$ - Tipo A: 25% ou 1/4

$I^B i$ - Tipo B: 25% ou 1/4

ii - Tipo O: 25% ou 1/4

Cruze as informações da linha com a coluna

Matrizes



*Cada quadrado interno representa uma possibilidade igualmente provável de combinação entre os gametas. Como há 4 quadrados no total e cada um representa 1/4 ou 25% de chance, aplicamos princípios básicos de probabilidade

Podemos comparar o quadro de Punnett a uma matriz matemática. Quando cruzamos linha e coluna, formamos uma "célula" da matriz, que mostra a combinação dos genes dos filhos. Assim como na Matemática usamos matrizes para organizar e combinar informações, aqui usamos o quadro para visualizar todas as possibilidades genéticas e calcular as chances de cada tipo sanguíneo acontecer.

Quadro de Punnet

Probabilidade na 2ª Lei Mendel

A segunda Lei de Mendel, também conhecida como **Lei da Segregação Independente**, afirma que os alelos de diferentes genes são transmitidos aos descendentes de forma independente, desde que estejam localizados em cromossomos diferentes.

Isso significa que, quando analisamos duas características ao mesmo tempo, devemos considerar **todas as combinações possíveis** entre os alelos de cada característica nos gametas (óvulos e espermatozoides).

Isso porque o sistema ABO é definido pelo cromossomo 9 e fator Rh pelo cromossomo 1

Vamos usar o exemplo da Clara, com genótipo $I^A i$ (para ABO) e Dd (para fator Rh). Ela possui fenótipo de sangue do tipo **A+**

- Sangue Tipo A (alelos I^A ou i)
- Rh positivo (alelos D ou d)



Clara

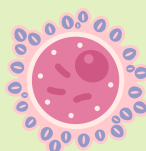
Genótipo

$I^A i / Dd$

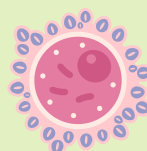
Fenótipo: A+

Para formar os gametas, combinamos alelos diferentes de genes diferentes.

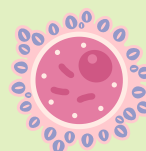
No caso da Clara, com os alelos $I^A i Dd$, ela pode formar quatro tipos de gametas com todas as combinações possíveis ao final da meiose*.



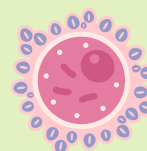
$I^A D$



$I^A d$



$i D$



$i d$



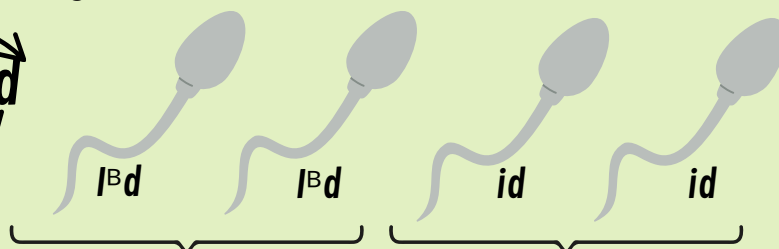
Pedro

Genótipo

$I^B i / dd$

Fenótipo: B-

Fazemos o mesmo com o Pedro, que tem os alelos $I^B i dd$. Como ele é homozigoto recessivo para o fator Rh (dd), ele só pode contribuir com o alelo d. Por isso, ele forma apenas dois tipos de gametas ao final da meiose*.



$I^B d$

$I^B d$

$i d$

$i d$

* Ao final do processo de meiose, são formados 4 gametas, cada um com metade do número de cromossomos da espécie (23, no caso humano). Esses gametas recebem apenas um alelo de cada par gênico, permitindo diferentes combinações quando dois genes estão em análise, como no caso do sistema ABO (I^A/i) e do fator Rh (D/d).

Quadro de Punnet

Probabilidade na 2ª Lei Mendel

Agora, para descobrir todas as possíveis combinações genéticas nos filhos do casal, usamos o quadro de *Punnet* cruzando os 4 gametas da Clara com os 4 gametas do Pedro. O quadro, nesse caso, será assim:

♀ Gametas da Clara $I^A D$ $I^A d$ $i D$ $i d$

♂ Gametas do Pedro $I^B d$ $I^B d$ $i d$ $i d$

Pedro Clara	$I^B d$	$I^B d$	$i d$	$i d$
$I^A D$	$I^A I^B D d$	$I^A I^B D d$	$I^A i D d$	$I^A i D d$
$I^A d$	$I^A I^B d d$	$I^A I^B d d$	$I^A i d d$	$I^A i d d$
$i D$	$I^B i D d$	$I^B i D d$	$i i D d$	$i i D d$
$i d$	$I^B i d d$	$I^B i d d$	$i i d d$	$i i d d$

Isso equivale a 12,5% de cada um dos genótipos e fenótipos ou $\frac{1}{8}$

Resultados:

Genótipo: $I^A I^B D d$ 2/16

Fenótipo: AB+

Genótipo: $I^A I^B d d$ 2/16

Fenótipo: AB-

Genótipo: $I^A i D d$ 2/16

Fenótipo: A+

Genótipo: $I^A i d d$ 2/16

Fenótipo: A-

Genótipo: $I^B i D d$ 2/16

Fenótipo: B+

Genótipo: $I^B i d d$ 2/16

Fenótipo: B-

Genótipo: $i i D d$ 2/16

Fenótipo: O+

Genótipo: $i i d d$ 2/16

Fenótipo: O-

Como obter o resultado?

Cada cruzamento entre alelos (linha x coluna) gera um quadrado interno representando um possível genótipo.

- O número total de quadrados é o número total de possibilidades.
- Para calcular a porcentagem de chance de cada resultado, usamos a regra básica da probabilidade:

$$\text{Probabilidade (\%)} = \left(\frac{\text{número de vezes que o resultado aparece}}{\text{número total de quadrados}} \right) \times 100$$

Resultado em porcentagem (1 quadrado)

$$\text{Probabilidade (\%)} = (1/16) \times 100$$

$$\text{Probabilidade (\%)} = 6,25\%$$

Dois quadrados iguais representam portanto: $(6,25 + 6,25) = 12,5\%$

Resultado em fração:

1 quadrado: $\frac{1}{16}$ 2 quadrados: $\frac{2}{16}$

Para deixar essa fração na forma irredutível (a forma mais simples possível) encontramos o maior divisor comum entre 2 e 16, que no caso é 2.

Então: $\frac{2}{16}$ na forma irredutível é $\frac{1}{8}$

Garantia de Preparo 1#

1. Se uma pessoa interessada em doar sangue perguntar: "O que realmente define meu tipo sanguíneo?" Como você poderia responder?
 - A) É a quantidade de hemoglobina no sangue
 - B) É a presença de anticorpos no plasma
 - C) São os antígenos presentes/ausentes nas hemácias
 - D) É o volume de plasma no sangue
 - E) É o fenótipo
2. Juliana tem sangue tipo O, assim como cerca de 87% da população indígena brasileira e 45% da população geral do Brasil. Sendo assim, qual deve ser seu genótipo provável?
 - A) $I^A I^A$
 - B) $I^B I^B$
 - C) $I^A I^B$
 - D) ii
 - E) $I^A i$
3. Na série médica, o tipo sanguíneo de House é AB+ e o tipo sanguíneo de Wilson é O-. Indique o(s) anticorpo(s) presente(s) no plasma de House e Wilson, respectivamente:
 - A) Nenhum anticorpo / Anti-A e Anti-B
 - B) Anti-A e Anti-B / Nenhum anticorpo
 - C) Anti-B / Anti-A
 - D) Anti-A / Anti-B
 - E) Nenhum anticorpo / Nenhum anticorpo
4. Quando cientistas estudam a genética do sangue, eles percebem que alguns genes são considerados dominantes, recessivos ou que trabalham juntos, sem que um anule o outro. No caso do sistema ABO, como os alelos I^A e I^B se comportam?
 - A) Recessivos
 - B) Codominantes
 - C) Recessivos sobre ii
 - D) Dominantes sobre ii e recessivos entre si
 - E) Não relacionados ao sistema ABO
5. Qual é o impacto clínico de transfundir sangue tipo B em uma pessoa com sangue tipo A?
 - A) Nenhum impacto, pois são compatíveis
 - B) Reação leve sem riscos
 - C) Reação de aglutinação devido à incompatibilidade entre antígenos e anticorpos
 - D) Reação de choque anafilático
 - E) Não é possível determinar o impacto
6. Em *The Walking Dead*, um personagem com sangue tipo AB- precisa de uma transfusão. Qual característica permite que ele receba sangue de qualquer tipo (levando em consideração o fracionamento sanguíneo)?
 - A) Presença de pelo menos um alelo dominante
 - B) Ausência de qualquer antígeno nas hemácias
 - C) Presença simultânea de antígenos A e B
 - D) Ausência de anticorpos no plasma
 - E) Presença de anticorpos anti-A no plasma

Garantia de Preparo 2#

1. Um paciente foi diagnosticado com sangue tipo O, mas apresentou reação transfusional ao receber uma bolsa desse tipo. Qual explicação melhor se encaixa nesse caso?
 - A) O paciente tinha uma doença sanguínea autoimune.
 - B) O paciente possuía um gene dominante, resultando em sangue AB.
 - C) O paciente desenvolveu anticorpos anti-O.
 - D) O paciente possui um gene recessivo que impediu a formação do antígeno H.
 - E) O paciente teve uma mutação genética súbita.
2. Joana possui tipo sanguíneo A e precisa de uma transfusão urgente. O hospital está com estoque baixo. Considerando a compatibilidade ABO, quais são os tipos sanguíneos que podem doar para essa paciente?
 - A) Apenas A e AB
 - B) Apenas O
 - C) Apenas B e O
 - D) Apenas AB e O
 - E) Apenas A e O
3. Joaquim, um técnico em análises clínicas recebe uma amostra de sangue de um paciente e precisa determinar seu tipo sanguíneo. O exame revela que há antígenos B na hemácia e anticorpos anti-A no plasma. Qual é o tipo sanguíneo desse paciente?
 - A) Tipo A
 - B) Tipo B
 - C) Tipo AB
 - D) Tipo O
 - E) Fenótipo Bombaim
4. Durante uma triagem para doação de sangue, um doador é identificado como tipo O+. Por que esse doador não pode ser considerado universal para doação de hemácias?
 - A) Porque ele tem anticorpos anti-A e anti-B no plasma e não possui antígenos na hemácia
 - B) Porque suas hemácias ficam estáveis mesmo sendo um receptor com Rh negativo
 - C) Porque ele pode apenas receber sangue de doadores com tipo AB+
 - D) Porque as pessoas O+ possuem antígenos D na hemácia, sendo incompatível com sangue Rh negativo
 - E) Porque apenas as hemácias do AB+ podem ser utilizadas universalmente
5. Se um indivíduo possui antígenos A e B nas hemácias, seu tipo sanguíneo é:
 - A) A
 - B) B
 - C) AB
 - D) O
 - E) H
6. Uma pessoa com o fenótipo Bombaim tem como característica:
 - A) Ausência de antígenos A e B nas hemácias e presença de anticorpos anti-A, anti-B e anti-H
 - B) Produção de anticorpos contra o antígeno H
 - C) Ausência de antígenos A nas hemácias e presença de anticorpos anti-B
 - D) Genótipo $I^A I^B$
 - E) Nenhuma dessas

Garantia de Preparo 3#

1. Cláudia possui tipo sanguíneo AB+ e Leandro possui sangue O-. Qual a probabilidade de gerarem um filho com tipo sanguíneo A-?
- A) 0%
 - B) 25%
 - C) 50%
 - D) 75%
 - E) 100%
2. Em um estudo sobre leucemia, observou-se que a metilação induzida por chumbo afeta a expressão de genes envolvidos no controle do crescimento celular, especialmente o miRNA. Alterações na metilação do DNA, como hipermetilação ou hipometilação, podem levar à desregulação de genes supressores de tumor ou à ativação de genes pró-oncogênicos. Qual pode ser a principal consequência desse fenômeno?
- A) A hipermetilação ativa genes que combatem a leucemia
 - B) A leucemia pode ser eliminada, pois a hipermetilação inibe o crescimento celular
 - C) Os genes supressores de tumor podem ser silenciados pelo chumbo, favorecendo a proliferação celular da leucemia
 - D) O paciente apresentar anemia falciforme, pois a hipermetilação destrói as hemácias
 - E) A hipermetilação faz com que os genes do sistema ABO não sejam expressos
3. Levando em consideração que nas transfusões sanguíneas é realizado o fracionamento do sangue em concentrado de hemácias, concentrado de plaquetas, plasma e crioprecipitado. O que ocorre se uma pessoa com sangue tipo A receber hemácias do tipo B em uma transfusão?
- A) Nenhuma reação ocorre
 - B) Os anticorpos anti-B presentes no plasma do receptor vão aglutinar as hemácias do doador
 - C) Os anticorpos anti-A presentes no plasma do doador atacam as hemácias do receptor
 - D) Os anticorpos anti-A do receptor atacam suas próprias hemácias
 - E) As hemácias do doador se multiplicam no receptor
4. No início do desenvolvimento fetal, a hematopoiese ocorre em diferentes locais ao longo da gestação. Qual é o primeiro órgão responsável pela produção de células sanguíneas no embrião humano?
- A) Medula óssea
 - B) Baço
 - C) Fígado
 - D) Saco vitelino
 - E) Linfonodos
5. Em um hospital, um paciente precisa de um transplante de células-tronco hematopoéticas (TCTH). Esse procedimento envolve a substituição da medula óssea do receptor pelas células-tronco do doador. Após o transplante, o paciente pode apresentar uma mudança no tipo sanguíneo, que passa a ser igual ao do doador. Qual o motivo disso?
- A) Porque o DNA do paciente é modificado pelo transplante
 - B) Porque as células-tronco do doador passam a produzir novas hemácias com os antígenos do doador
 - C) Porque os anticorpos do receptor atacam as hemácias originais e substituem por novas
 - D) Porque a medula óssea do receptor sofre mutações espontâneas após o transplante
 - E) Porque os leucócitos do doador comandam a produção de novas hemácias

Desafio do Conhecimento

1. Durante uma emergência médica, um hospital precisou realizar uma transfusão de sangue em uma paciente que, em testes rápidos, apresentava resultado de tipo sanguíneo O. No entanto, após a transfusão com sangue tipo O, a paciente apresentou reação imunológica com aglutinação. Posteriormente, descobriu-se que ela possuía o fenótipo Bombaim.

Com base nos conceitos apresentados sobre o sistema ABO e o fenótipo Bombaim, é correto afirmar que:

- A) O sangue tipo O não possui antígenos A nem B, portanto, é sempre compatível com qualquer tipo sanguíneo, inclusive o fenótipo Bombaim.
- B) O fenótipo Bombaim ocorre quando há excesso de antígeno H, tornando incompatível qualquer transfusão com sangue do tipo O.
- C) Indivíduos com fenótipo Bombaim não produzem o antígeno H, essencial para a formação dos antígenos A e B, e só podem receber sangue de outros indivíduos com o mesmo fenótipo.
- D) A mutação no gene ABO é responsável pela ausência de antígenos H, o que impede a compatibilidade com o sangue tipo O.
- E) O fenótipo Bombaim é compatível com sangue tipo AB, pois este contém todos os antígenos e não causa reações imunológicas.

Justifique sua Resposta:

2. Um homem possui sangue do tipo AB e fator Rh positivo heterozigoto (Dd). Ele deseja doar sangue para uma pessoa de sangue B, homozigótica (genótipo: IBIB), com fator Rh positivo heterozigoto (Dd). Com base nos conhecimentos sobre genética dos grupos sanguíneos, fator Rh e a segunda lei de Mendel, é correto afirmar que:

- A) A transfusão é segura, pois ambos possuem fator Rh positivo e compartilham o alelo B.
- B) A transfusão é possível apenas se o receptor for homozigoto para o fator Rh⁺(DD).
- C) A transfusão não é recomendada, pois o doador é heterozigoto para o fator Rh, o que impossibilita a compatibilidade
- D) A transfusão é segura apenas se o receptor também for do grupo AB.
- E) A transfusão não é possível, pois o doador possui antígenos A, que podem desencadear uma reação imunológica no receptor.

Justifique sua Resposta:

3. Com base na Primeira Lei de Mendel, também conhecida como Lei da Segregação dos Fatores, realize o cruzamento genético que representa a herança do sistema ABO no caso descrito a seguir: Ana (genótipo IBi) é casada com Pedro (genótipo IAi), e o casal possui uma filha chamada Aurora. Considerando as combinações possíveis entre os alelos dos pais, qual é a probabilidade dos tipos sanguíneos que Aurora pode apresentar? Observação: Realize o cruzamento genético no quadro de Punnett e, em seguida, assinale a alternativa correta dos possíveis fenótipos:

- A) 25% AB, 25% A, 25% B e 25% O
- B) 50% A e 50% B
- C) 50% AB, 25% A e 25% B
- D) 75% AB e 25% O
- E) 100% AB

Justifique sua Resposta:

**Desafio do
Conhecimento**

4. Um casal deseja saber a probabilidade de ter filhos com sangue tipo B positivo. A mulher possui sangue tipo AB e fator Rh positivo heterozigoto e o homem possui sangue tipo O e fator Rh negativo. Considerando a herança dos genes segundo a segunda lei de Mendel e utilizando o quadro de Punnett, qual é a probabilidade desse casal ter um filho com sangue tipo B e fator Rh positivo?

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

Justifique sua Resposta:

5. Hematopoiese é o processo de formação, desenvolvimento e maturação dos elementos figurados do sangue. Sobre esse processo de produção de sangue no feto, assinale a opção correta:

- A) O gene do sistema ABO é ativado apenas após o nascimento do bebê.
- B) A produção de sangue no feto se inicia no saco vitelínico, passando para o fígado, baço, timo e finalmente se estabelece na medula óssea, onde será produzido permanentemente após o nascimento.
- C) O transplante de células tronco hematopoiéticas (TCTH) é um procedimento médico que substitui células formadoras de sangue doente por células saudáveis, sendo que as novas hemácias produzidas permanecem com os antígenos do receptor.
- D) O sangue do cordão umbilical é fonte rica de células tronco hematopoiéticas, mas não pode ser utilizado como alternativa em transplantes.
- E) A hematopoiese ocorre apenas nos ossos longos durante toda a vida, sendo o fêmur o único local de produção de células sanguíneas no adulto.

Justifique sua Resposta:

6. Sobre as células tronco: o que representa corretamente sua função?

- A) São células que não podem se multiplicar, sendo utilizadas apenas uma vez em procedimentos terapêuticos.
- B) São células especializadas que realizam apenas funções específicas, como transporte de oxigênio.
- C) Substituir o tipo sanguíneo do receptor, que se converte para o do doador à medida que novas células sanguíneas são formadas.
- D) Substituir células formadoras de sangue danificadas por células saudáveis.
- E) A hematopoiese só se inicia após o nascimento do bebê, para gerar as primeiras células-tronco.

Justifique sua Resposta:

Apostas

Garantia de Preparo individual:

Instruções: cada questão vale 5 pontos. Pode colocar os 5 pontos em uma só alternativa, ou, se tiver inseguro sobre a resposta, você pode dividir os pontos e assinalar em mais de uma opção, da forma que achar melhor, desde que a soma dos pontos totalize CINCO.

Número da alternativa	A	B	C	D	E	Pontos (Individual)	Pontos (Equipe)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
Total de pontos							

Garantia de Preparo em Grupo

Instruções:

1. Após discussão da questão e decisão da equipe por uma resposta correta, retire a etiqueta correspondente à alternativa escolhida para saber se a equipe acertou (Resposta correta possui uma estrelinha)
2. Se não aparecer a estrela, retomem a discussão e decidam qual outra alternativa é a correta e repitam o procedimento
3. Pontuação:

1 etiqueta retirada = 5 pontos
2 etiquetas retiradas = 3 pontos
3 etiquetas retiradas = 2 pontos
4 etiquetas retiradas = 0 pontos

Remova uma bolinha que cobre as alternativa escolhida. Se encontrar o símbolo (*), significa que a resposta escolhida está correta. Caso não encontre o símbolo, o grupo pode discutir e tentar outra alternativa até encontrar a resposta certa.

**Questão
1**

A B C D E

**Questão
2**

A B C D E

**Questão
3**

A B C D E

**Questão
4**

A B C D E

**Questão
5**

A B C D E

**Questão
6**

A B C D E

**Questão
7**

A B C D E

**Questão
8**

A B C D E

**Questão
9**

A B C D E

**Questão
10**

A B C D E

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. L. *et al.* Association between miR-148a and DNA methylation profile in individuals exposed to lead (Pb). *Frontiers in Genetics*, v. 12, p. 620744, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33679885/>. Acesso em: 15 mar. 2025.

BOLLELA, V. R. *et al.* Aprendizagem baseada em equipes: da teoria à prática. *Medicina*, v. 47, n. 3, p. 293–300, 2014. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/86618>. Acesso em: 10 fev. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Formação para Responsáveis Técnicos de Agências Transfusionais*. Rio de Janeiro: CDEAD, Fiocruz, 2017. Disponível em: <https://materiais.ead.fiocruz.br/qualificacao-profissional/formacao-para-responsaveis-tecnicos-de-agencias-transfusionais/material-digital/modulo3.html>. Acesso em: 20 fev. 2025.

CAMPOS, N. F. O ensino de Ciências Naturais por Investigação. In: Associação Cidade Escola Aprendiz, British Council (Orgs.). *Currículo e Educação Integral na Prática: Caminhos para a BNCC de Ciências Naturais – Caderno 5*. São Paulo: Associação Cidade Escola Aprendiz; British Council, 2020. Cap. 8, p. 73 –133. ISBN 978-65-992230-0-6. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354076901_Curriculo_e_Educacao_Integral_na_Pratica_caminhos_para_a_BNCC_de_Ciencias_Naturais. Acesso em: 05 nov. 2025.

LORBIÉSKI, J. K. Aplicação do Team-Based Learning no ensino da Anatomia Humana. In: SOUZA, D. M. de (Org.). *Metodologias ativas: práticas criativas e reflexivas na universidade: experiências do Programa de Formação Continuada de Professores em Metodologias Ativas (PFCMA) da Universidade Regional de Blumenau (FURB)*. 1. ed. Blumenau: Edifurb, 2024. p. 79.

MENDONÇA, A. S. *Potencialidades da Aplicação Clínica das Células-Tronco Hematopoéticas e Perspectivas*. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/l31.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2025.

OLIVEIRA, N. F. P. *et al.* Metilação de DNA e câncer. *Revista Brasileira de Cancerologia*, v. 56, n. 4, p. 493–499, 2010. Disponível em: <https://rbc.inca.gov.br/index.php/revista/article/view/698>. Acesso em: 05 mar. 2025.

TORRES, J. *O meu sangue é diferente do teu... uma questão genética?* Ciência 2.0, Universidade do Porto, 21 jan. 2013. Disponível em: https://www.up.pt/arquivoweb/ciencia20.up.pt/index3adb.html?option=com_content&view=article&Itemid=&id=439. Acesso em: 02 fev. 2025.

WIKIMEDIA COMMONS. *Human genome assembly GRCh38 chromosomes ideogram NCBI.png*. Disponível em: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a4/Human_genome_assembly_GRCh38_chromosomes_ideogram_NCBI.png. Acesso em: 15 mar. 2025.



ISBN: 978-65-02-14386-5



CSL

9 786502 143865