



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

Mitos sobre a relevância do ensino do sistema ABO e uma sequência didática visando minimizar equívocos acerca desse tema

ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA

BRASÍLIA – DF
2019

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL

Mitos sobre a relevância do ensino do sistema ABO e uma sequência didática visando minimizar equívocos acerca desse tema

ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao Mestrado Profissional em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira

BRASÍLIA – DF
2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA

MITOS SOBRE A RELEVÂNCIA DO ENSINO DO SISTEMA ABO E UMA
SEQUÊNCIA DIDÁTICA VISANDO MINIMIZAR EQUÍVOCOS ACERCA DESSE
TEMA

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia - Mestrado Profissional em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília.

Aprovado em 30 de julho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira
Presidente da Banca
Universidade de Brasília – UnB

Profa. Dra. Maria de Nazaré Klautau Guimarães
Membro Interno
Universidade de Brasília – UnB

Profa. Dra. Patrícia Natália Silva Moretti
Membro Externo ao Programa
Universidade de Brasília - UnB

Prof. Dr. Christiano Del Cantoni Gati
Membro Suplente
Universidade de Brasília - UnB

*Dedico este trabalho a minha família,
meu porto seguro.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todo o cuidado e direcionamento, não só durante os dois últimos anos, mas durante toda minha vida.

A meu marido, Mario, por sempre estar ao meu lado me apoiando e acreditando em mim. Obrigada pela paciência e colaboração durante todo esse tempo.

As minhas filhas Mariana e Anna Mary, obrigada pela colaboração, por me ajudar, pelo carinho e por se preocuparem comigo. Obrigada por vocês estarem junto comigo neste momento. Espero vivermos muitas conquistas juntas.

Aos meus parentes, pelo apoio e interesse em meus estudos, em especial a minha irmã Denise por me incentivar a participar do processo seletivo do mestrado e minha sobrinha Juliana por me ajudar com a arte do estudo de casos.

A minha orientadora, Dr^a Silviene, pela dedicação, paciência e incentivo durante esse mestrado.

Aos meus amigos de mestrado, muito obrigada pelo apoio, pelo companheirismo e pela amizade. Nossas sextas-feiras nunca mais serão as mesmas. Obrigada, família ProfBio - Turma João Martins.

A nossa coordenadora, Professora Dra. Élide Geralda Campos, pela dedicação, empenho e pelo carinho com a nossa turma.

Ao Kris Cleyton Araújo Leite, Coordenador Regional de Educação-Águas Lindas de Goiás, pelo apoio e a disposição para me ajudar.

A todos os professores do Programa de Mestrado Profissional em rede nacional de pós-graduação em ensino de biologia que contribuíram com minha formação.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram neste processo.

À CAPES, pelo apoio ao programa.

À Universidade de Brasília por esses dois anos de muito aprendizado.

Muito obrigada!

*“Posso todas as coisas naquele que me fortalece”
(Filipenses 4:13)*

RESUMO

SOUZA, Ana Cristina Ribeiro da Silva. **Mitos sobre a relevância do ensino do sistema ABO e uma sequência didática visando minimizar equívocos acerca desse tema.** 2019. 128 p. Dissertação (Mestrado) – Programa De Mestrado Profissional Em Rede Nacional / Programa De Pós-Graduação Em Ensino De Biologia, Instituto De Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

INTRODUÇÃO: Atualmente, muito se tem discutido sobre estratégias para o sucesso no aprendizado dos estudantes dos vários segmentos da educação, para evitar a abundância de conteúdo e estimular o questionamento, para que o estudante se torne o personagem principal do seu conhecimento. Neste sentido, torna-se imprescindível, por parte dos profissionais que trabalham nesta área, a busca constante de atualização do conhecimento. Diante disso, o estudo visa responder à seguinte questão: “Há mitos quanto à importância e a finalidade do ensino do sistema sanguíneo ABO para o Ensino Médio considerando o conhecimento atual sobre o tema?”. **OBJETIVO:** Geral: Verificar se há mitos quanto à importância e a finalidade do ensino do sistema sanguíneo ABO para o Ensino Médio considerando o conhecimento atual sobre o tema e propor estratégia para minimizar os potenciais problemas. Específicos: identificar as razões pelas quais o professor do ensino médio considera importante saber o seu próprio grupo sanguíneo ABO; identificar a importância e finalidade do professor do ensino médio em ensinar o assunto; avaliar se os livros didáticos trabalham o conteúdo ABO à luz dos conhecimentos atuais sobre o tema e elaborar uma sequência didática sobre o tema. **MÉTODO:** Trata-se de uma pesquisa quantitativa de caráter descritivo. O estudo foi realizado na Universidade de Brasília - DF, tendo como participantes professores do ensino médio, da Rede Pública de ensino, matriculados no mestrado profissional. Foi utilizado para coleta de dados um questionário. Também foram apreciados livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio. **RESULTADO:** Participaram do estudo 41 professores, 58,5%, entre 30 a 40 anos e 95,1% conheciam o seu tipo sanguíneo ABO, seguindo a ordem O>A>B>AB. As principais finalidades de se abordar o assunto foram trabalhar conteúdos de Genética e alelos múltiplos e citaram, como fatores importantes de conhecer o tipo sanguíneo, em casos de doação e emergências. Ademais, foram analisadas 9 coleções de livros. **DISCUSSÃO:** Uma das motivações dos participantes em ensinar o sistema ABO foram relacionada às emergências, porém, o conhecimento do seu próprio

grupo sanguíneo, como o constante em documentos e capacetes de motociclistas não é suficiente para procedimentos médicos que têm protocolos e resolução próprios. Com relação à apreciação dos livros de Biologia do Ensino Médio, observou-se a necessidade de desmistificar temas como doador e receptor universal, e também de que alguns grupos sanguíneos são mais suscetíveis a determinadas doenças que outros. **CONCLUSÃO:** O estudo possibilitou conhecer a importância e a finalidade dada pelos professores sobre o assunto sistema sanguíneo ABO. Espera-se que a presente pesquisa traga contribuições para um amadurecimento das discussões sobre assunto e uma forma particular de abordar o sistema sanguíneo ABO, a fim de minimizar os equívocos e mitos relacionados a este assunto. **Palavras-chaves:** Sistema do grupo sanguíneo ABO; Genética; Educação; Ensino fundamental e médio; Participação na Sociedade.

ABSTRACT

SOUZA, Ana Cristina Ribeiro da Silva. **Myths about the relevance of teaching the ABO blood group system and a didactic sequence aimed at minimizing misconceptions about this theme.** 2019. 128 p. Thesis (Master's Degree) – Professional Master's Degree Program in National Network/ Postgraduate Program in Biology Teaching, Institute of Biological Sciences, University of Brasília, Brasília, 2019.

INTRODUCTION: Genetics is the science which studies heredity and how genetic material is perpetuated from generation to generation in species. Nowadays, much has been discussed about strategies in order to make successful the learning process of students from many segments of education. Then, it is unquestionable the need to make the classes more dynamic and attractive, considering that the students are connected, almost all the time, to social networks. With this in mind and thinking about the difficulties that most high school students have in learning the content of genetics, the study aims to answer the following question: “The ABO system in high school: is this an appropriate approach model for the teaching of genetics?”, considering that it has a complex system of inheritance and the topic is difficult to approach for students. **OBJECTIVE:** To analyze the opinion of school teachers about the use of the ABO system as a strategy to approach key concepts in the light of the student's full education. **METHOD:** This is a mixed research, quantitative in relation to the description of the interviewees' profile and a qualitative analysis regarding the opinion of the teachers about the importance of teaching the ABO blood group and books used to do so. **RESULTS:** 41 high school teachers participated in the research. 56.1% were females and the highest percentage (58.5%) is between 30 and 40 years old. 95.1% of the people who were interviewed knew their ABO blood group, 46.3% of them belong to the blood group O. 29 participants answered that it would be important to know your blood group in cases of transfusions, 92.7% said that they approached the subject. 9 collections about the ABO subject were also analyzed. **DISCUSSION:** It was noticed that the ABO system is used as an example of multiple alleles in textbooks, considering that it presents a complex system of inheritance. One of the motivations of the participants in teaching the ABO system was related to emergencies, but knowledge of their own blood group, such as that found in motorcycle documents and helmets, is apparently useless, since in a medical emergency the patient's blood group is evaluated and health teams do not trust these data sources. Associated to the appreciation of the books of Biology of High School, it was observed that all brought the subject ABO blood system. However, they addressed the topic in a simplistic way with emphasis on immunology and still with outdated concepts. A didactic sequence was produced

in order to allow the teacher to approach the subject at a level of deepening proper to high school students, to demystify the conceptual errors. **CONCLUSION:** The importance given by the teachers on the subject ABO blood system is with regard to emergencies and transfusions, which we believe is a myth, since in both cases a pre-test is necessary. The teaching aims to address Genetic contents, such as multiple alleles and blood groups, and it would be possible to approach multiple alleles with less complex and easily viewed subjects. Seeking the deconstruction of myths, especially about the importance of knowing your own blood group in case of medical emergencies.

Key-words: ABO blood group system; Genetics; Education; Elementary and Secondary school; Participation in the society.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração mostrando uma xenotransfusão, no caso o sangue de um cordeiro para um homem. As letras sinalizam A – homem; B – carneiro; C e E – instrumentos alemães utilizados para a transfusão. Fonte: Purmann, 1992.....	31
Figura 2: Localização cromossômica de 26 genes relacionados ao sistema eritrocitário nos cromossomos humanos, com destaque para os sistemas ABO e H. O gene <i>H</i> mostrado na figura é o gene <i>Fut1</i> quando considera-se a nomenclatura atual.....	40
Figura 3: Representação esquemática dos antígenos dos grupos sanguíneos humanos de acordo com as funções que exercem na membrana eritrocitária e sua variabilidade.....	40
Figura 4: Heredograma de uma família utópica com ocorrência de fenótipo Bombaim.....	42
Figura 5: Esquema mostrando a formação dos fenótipos A, B e O.....	43
Figura 6: Esquema mostrando a causa do fenótipo Bombaim.....	43
Figura 7: Heredograma de uma família utópica com ocorrência de fenótipo Bombaim.....	45
Figura 8: Distribuição dos exons do gene <i>ABO</i>	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação entre o grupo sanguíneo ABO, fenótipos e antígenos eritrocitários e os anticorpos do plasma.....	41
Tabela 2: Genética de produção dos antígenos A, B e H nos eritrócitos a partir de uma substância precursora.....	44
Tabela 3: Relação entre os seis principais fenótipos dos grupos ABO, os antígenos e os genótipos.....	46
Tabela 4: Relação dos diferentes tipos alélicos do sistema do grupo sanguíneo ABO.....	47
Tabela 5 - Caracterização dos professores quanto ao sexo, à idade, ao conhecimento do grupo sanguíneo ABO e ao tipo sanguíneo do sistema.....	55
Tabela 6: Respostas dos professores quanto à importância de saber o seu grupo sanguíneo.....	56
Tabela 7: Resposta dos professores acerca da finalidade de abordar ABO e em qual(is) conteúdo(s) utiliza o sistema ABO como exemplo.....	57
Tabela 8: Coleções adotadas pelos professores entrevistados no último triênio.....	57
Tabela 9: Caracterização dos professores quanto ao tipo de aula prática utilizada.....	58
Tabela 10: Respostas dos professores quanto à importância de ensinar ABO para o Ensino Médio.....	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Grupos sanguíneos humanos com seus respectivos números ISBT (Sociedade internacional de transfusão sanguínea), nome do gene, localização cromossômica dos genes e função da proteína.....	38
Quadro 2: Levantamento dos assuntos referentes ao sistema sanguíneo ABO abordados em coleções de livros do ensino médio.....	62
Quadro 3: Síntese da sequência didática.....	64

LISTA DE SIGLAS

BNCC - Base Nacional Curricular Comum

CFC - Plasma fresco congelado

CH - Concentrado de hemácia

CP - Concentrado de plaquetas

CRIO - Crioprecipitado

ISBT - *International Society of Blood Transfusion*

LDB - Lei de diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei Nº 9394/96

NCBI - Centro Nacional de Informações sobre Biotecnologia

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros curriculares Nacionais para o Ensino Médio

PNE - Plano Nacional de Educação

PorfBio - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional

SP - Substância precursora

TDIC - Tecnologias digitais de informação e comunicação

UnB - Universidade de Brasília

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. PERGUNTA NORTEADORA	21
3. OBJETIVOS	23
3.1. OBJETIVO GERAL	24
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
4. REFERENCIAL TEÓRICO	25
4.1. O ENSINO MÉDIO.....	26
4.1.1. Ensino de Biologia.....	26
4.1.2. Ensino de Genética.....	28
4.2. HISTÓRICO DA TRANSFUSÃO SANGUÍNEA	30
4.3. O SISTEMA SANGUÍNEO ABO	33
4.3.1. Sistema sanguíneo eritrocitário.....	37
4.3.2. Biossíntese dos antígenos ABO e H.....	41
4.3.3. Genética do sistema sanguíneo ABO.....	45
4.4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA	47
5. MATERIAIS E MÉTODOS	49
5.1. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	50
5.2. PRINCÍPIOS ÉTICOS.....	51
5.3. COLETA DE DADOS E ANÁLISE.....	51
6. RESULTADOS	52
6.1. PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA SOBRE O TEMA ENSINO DO SISTEMA ABO.....	53
6.2. PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES ACERCA DO ENSINO DO SISTEMA ABO.....	54
6.3. O SISTEMA ABO NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO.....	61
6.4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	62
7. DISCUSSÃO	63
7.1. PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA SOBRE O TEMA ENSINO DO SISTEMA ABO.....	64
7.2. PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES ACERCA DO ENSINO DO SISTEMA ABO.....	66

7.3. O SISTEMA SANGUÍNEO ABO NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO.....	6
7.4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	69
8. CONCLUSÃO.....	71
REFERÊNCIAS.....	74
APÊNDICES.....	82
APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	82
APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO DE AVERIGUAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA SOBRE O TEMA ENSINO DO SISTEMA ABO.....	84
ANEXOS.....	85
ANEXO A: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA.....	86
SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	96

RELATO DE MESTRADO

Entre 1984 e 1986 realizei o curso profissionalizante Técnico em Patologia Clínica o qual fez com que me interessasse pela área de Ciências Biológicas. Ingressei no curso de Biologia Marinha na Universidade Santa Úrsula, no Rio de Janeiro, em 1987, mas no ano seguinte, 1988, participei de um processo seletivo e fui transferida para a Universidade Federal de Juiz de Fora no curso de Ciências Biológicas, onde me formei em 1991.

Entre 2000 e 2002 fui contratada pela Secretaria de Educação de Minas Gerais para lecionar em escolas públicas de Conselheiro Lafaiete. Essa foi minha primeira experiência como professora e foi nessas escolas que eu coloquei em prática tudo o que eu tinha aprendido e que entendi o real significado do que é ensinar. Outro marco importante em minha vida profissional foi minha especialização em Psicopedagogia Institucional em 2005.

Em 2006, fui contratada como temporária pela Secretaria de Educação do GDF. No dia 8 de fevereiro de 2007 fui admitida como ocupante do cargo de Professor P.III da Secretaria de Educação do Estado de Goiás na Escola Estadual Piaget, onde continuo com minhas atividades docentes. Durante esses anos de trabalho, fiz vários cursos de extensão e aprimoramento a fim de melhorar meu desempenho e minha prática como docente.

No ano de 2017 ingressei no Mestrado Profissional PROFBIO, um grande desafio, mas ótima chance de aprimorar meus conhecimentos e uma grande oportunidade de troca de experiências entre os demais professores que fazem parte do programa. Pude fazer ótimos amigos e conhecer vários profissionais que se empenham em realizar sua função como professores de forma muito dedicada, carinhosa e competente. Foi nesse contexto que desenvolvi esse trabalho.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A Genética é um ramo da Biologia que vem sofrendo grandes mudanças devido às numerosas pesquisas, em especial as realizadas na área da Biologia Molecular. Por esse motivo, muitos dos conceitos formulados entre as décadas de trinta e oitenta foram reformulados, porém, muitos livros e profissionais da área de Genética não acompanharam estes avanços (BONZANINI; BASTOS, 2011). Neste sentido, torna-se imprescindível, por parte dos profissionais que trabalham nesta área, a busca constante de atualização do conhecimento. Diante disso, observa-se uma busca por parte dos profissionais na melhoria de suas práticas utilizando diversos métodos em uma tentativa de evitar a indiferença, desinteresse e baixo desempenho dos estudantes. Métodos esses que evitem a abundância de conteúdo e estimulem o questionamento, como a observação e o debate, no qual o estudante se torne o personagem principal do seu conhecimento. Há, também, uma busca constante de estratégias para abordar conceitos-chave na educação com finalidade de alcançar o ensino integral do estudante, preconizado pela Lei Nº 9394/96, Lei de diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996; 2004; PEDROSO, 2009; OLIVEIRA, 2005).

Ademais, existem outros vários empecilhos que acabam contribuindo para confundir o aprendizado de Genética. Podemos citar os mitos acerca do modo de herança de algumas características, os quais estão presentes no dia a dia do cidadão e também em nossas escolas, sendo que muitas vezes são citados como exemplos de herança mendeliana em livros de forma inadequada. Um exemplo desses mitos é a capacidade de enrolar a língua. Há algumas pessoas que enrolam a língua, outras não enrolam e também há aquelas que apenas podem enrolar ligeiramente. Muitas vezes esta característica é considerada como uma herança mendeliana, quando na verdade não o é, pois estudos em gêmeos demonstraram que essa característica é influenciada tanto pela genética como pelo meio ambiente, e ainda, muitos desses “mitos”, com relação à herança das características, não foram desmistificados, mesmo existindo pesquisas mais recentes que mostram estes equívocos (MCDONALD, 2011; KLAUTAU-GUIMARÃES, 2014).

Do mesmo modo, Gilbert e Watts (1983) acrescentam que os equívocos são prejudiciais para a formação do conhecimento do estudante. Além disso, complementam que “os equívocos são como um ‘beco sem saída’, pois o estudante teria que refazer seus passos, ou seja, teria que desconstruir o equívoco para então aprender o conceito correto”.

O sistema ABO é abordado como conceito-chave na área de Genética para os estudantes do ensino médio, como sugerido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). Esse tem como objetivo orientar os educadores por meio das diretrizes de elementos básicos próprios a cada disciplina (PCNEM, 2006). Além disso, desde que o sistema ABO foi descrito por Karl Landsteiner, surgiu grande interesse sobre o assunto entre os pesquisadores e ocorreu um grande avanço nas transfusões sanguíneas, o que permanece até os dias atuais. Hoje, já se tem conhecimento de 36 grupos sanguíneos, reconhecidos pela *International Society of Blood Transfusion* (ISBT, 2019).

Aparentemente os professores vêm abordando o sistema sanguíneo ABO porque, além deste estar presente nos livros do ensino médio, questões sobre esse grupo sanguíneo são observadas em diversas provas, como vestibulares e concursos públicos. Considera-se na sociedade que saber o próprio grupo sanguíneo seja relevante caso ocorra uma emergência médica. Esse fato poderia explicar o porquê desse assunto estar em todos os livros textos e ser considerado como um exemplo de contextualização. Porém, o conhecimento do seu próprio grupo sanguíneo, como o constante em documentos e capacetes de motociclistas, aparentemente é inútil, visto que para uma transfusão há necessidade de realizar os testes pré-transfusionais, com exceção de uma situação de extrema urgência. Diante disso e pensando nas dificuldades que a maioria dos estudantes do ensino médio tem no aprendizado do conteúdo de Genética, é proposta a discussão sobre a utilização do Sistema ABO como modelo de abordagem para o conteúdo de alelos múltiplos.

Nesta perspectiva, diante do assunto genética do sistema sanguíneo ABO e considerando as pesquisas buscando estratégias com finalidade de auxiliar a formação integral do estudante, a pergunta norteadora do presente estudo é: Há mitos quanto a importância e a finalidade do ensino do sistema sanguíneo ABO para o Ensino Médio considerando o conhecimento atual sobre o tema?

PERGUNTA NORTEADORA

2. PERGUNTA NORTEADORA

Há mitos quanto à importância e a finalidade do ensino do sistema sanguíneo ABO para o Ensino Médio considerando o conhecimento atual sobre o tema?

OBJETIVOS

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Verificar se há mitos quanto à importância e a finalidade do ensino do sistema sanguíneo ABO para o Ensino Médio considerando o conhecimento atual sobre o tema e propor estratégia para minimizar os potenciais problemas.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar as razões pelas quais o professor do ensino médio considera importante saber o seu próprio grupo sanguíneo ABO.
2. Identificar a importância e finalidade do professor do ensino médio em ensinar o assunto.
3. Avaliar se os livros didáticos trabalham o conteúdo ABO à luz dos conhecimentos atuais sobre o tema.
4. Elaborar uma sequência didática sobre o tema.

REFERENCIAL TEÓRICO

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1. O ENSINO MÉDIO

O Ensino Médio integra a última etapa da Educação Básica obrigatória e é regulamentado pela Lei nº 9394, de 31 de dezembro de 1996, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e pelo Plano Nacional de Educação (PNE). Atualmente, o ensino médio é oferecido em três anos, com carga horária mínima de 800 horas, distribuída em pelo menos 200 dias letivos, a cada ano. O currículo deve conter uma base nacional comum e uma parte diversificada (BRASIL, 1996).

No parágrafo sétimo, a LDB trata sobre como deve ser a formação do estudante:

§ 7º Os currículos do ensino médio deverão considerar a formação integral do aluno, de maneira a adotar um trabalho voltado para a construção de seu projeto de vida e para sua formação nos aspectos físicos, cognitivos e sócio emocionais. (BRASIL, 1996).

O ensino médio é uma etapa da educação formal que visa à formação cidadã, como prevê na seção IV, artigo 35 da LDB. Nesse contexto, o que se pressupõe é que, ao serem apresentados aos conteúdos formais, os cidadãos possam contribuir para o melhor entendimento da sociedade que os rodeia. Dessa forma, os cidadãos deveriam estar hábeis para avaliar, por exemplo, notícias e observar se teriam sustentação do conhecimento formal (BRASIL, 1996).

Decisões com relação a sua vida pessoal e da sua comunidade poderiam ser melhoradas com um conhecimento melhor sedimentado. E segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), essa visão deveria estar solidificada:

É fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao estudante lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, enfim, compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia. Busca-se também atingir a interdisciplinaridade (BRASIL, 2006, p. 19).

4.1.1. ENSINO DE BIOLOGIA

A área de ciências biológicas apresenta uma grande quantidade de conceitos-chave. Sendo assim, os estudantes apresentam grande dificuldade na construção de tais conceitos e, geralmente, os conceitos não ficam devidamente estruturados e internalizados ao longo da

escolaridade. Muitas vezes o estudante domina o conceito teórico, porém não consegue relacioná-lo a outros conceitos ou utilizá-los no seu dia a dia (CARABETTA, 2010).

Por esse motivo, torna-se fundamental relacionar o que está sendo discutido em sala de aula com o dia a dia dos estudantes. Para isso, é vital uma abordagem mais contextualizada e dinâmica (BRASIL, 2006).

Hoje, é possível perceber que existe uma reflexão sobre o processo de ensino no Brasil, o qual busca melhorias na aprendizagem, como afirma Krasilchik (2008).

[...] no estágio atual do ensino brasileiro, a configuração do currículo escolar dos ensinos médio e fundamental deve ser objeto de intensos debates, para que a escola possa desempenhar adequadamente seu papel na formação de cidadãos. Como parte desse processo, a biologia pode ser uma das disciplinas mais relevantes e merecedoras da atenção dos alunos, ou uma disciplina mais insignificante e pouco atraente, dependendo do que for ensinado e de como isso for feito (KRASILCHIK, 2008, p. 11).

Do mesmo modo, Soares & Diniz (2009) citam alguns desafios necessários para cruzar o tradicionalismo e a falta de sentido no ensino de Biologia.

Perspectivas pedagógicas críticas, a alfabetização científica e também as propostas de uma educação científica alinhadas com tais perspectivas constituem verdadeiros desafios para transpor as tramas e as consequências do tradicionalismo e da falta de sentido, que parecem estar tão imbricadas com o ensino de Biologia e das ciências como um todo (SOARES; DINIZ, 2009).

O PCNEM (2006) enfatiza que é:

O conhecimento escolar seria estruturado de maneira a viabilizar o domínio do conhecimento científico sistematizado na educação formal, reconhecendo sua relação com o cotidiano e as possibilidades do uso dos conhecimentos apreendidos em situações diferenciadas da vida. Essa proposta depende, para a concretização, de que o professor se torne um mediador entre o conhecimento sistematizado e o aluno, para que este consiga transpor para o cotidiano os conteúdos apropriados em sala de aula (BRASIL, 2006).

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) é um documento que tem como finalidade normatizar o Ensino Médio no Brasil. A BNCC cita que uma das competências específica para Ciências da Natureza é:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018).

Dessa forma, observa-se a importância do ensino em fazer uma ligação entre o que se aprende na escola e com os problemas reais do dia a dia do estudante, a fim de melhorar a relevância social e a eficiência da educação, ligando o ensino da ciência e tecnologia mais estreitamente às necessidades da sociedade (KRASILCHIK, 2008).

4.1.2. ENSINO DE GENÉTICA

A genética é a área das ciências biológicas que estuda a hereditariedade e traz conceitos centrais que permeiam todas as áreas da biologia. Considerando que os estudantes tenham contato com vários temas relacionados a esse assunto, em especial pelos meios de comunicação, pressupõe-se que eles tenham sua atenção naturalmente voltada para a genética. Porém, na maioria das escolas brasileiras, a abordagem contextualizada do ensino dessa área de conhecimento não é uma realidade na prática.

Podemos observar que o estudante muitas vezes não consegue fazer uma conexão entre o conteúdo que ele estuda e relacioná-lo com o funcionamento do seu próprio organismo ou com o seu cotidiano. Sobre esse assunto, Brasil (2006) faz a referência:

Contraditoriamente, apesar de a Biologia fazer parte do dia-a-dia da população, o Ensino dessa disciplina encontra-se tão distanciado da realidade que não permite à população perceber o vínculo estreito existente entre o que é estudado na disciplina Biologia e o cotidiano (BRASIL, 2006, p. 17).

E ainda, Brasil (2018) acrescenta que é papel da escola preparar o estudante para que esse seja capaz de se posicionar quando diante de uma situação problema, ou seja, "capaz de se posicionar, ou, pelo menos, apontar, de maneira fundamentada, argumentos pró e contra a uma decisão ou notícia".

Giacóia (2006) ressalta que o avanço do conhecimento genético não se limita apenas a responder questões relativas ao material genético, mas sim a entender melhor e mais rapidamente como funciona a vida no planeta. Nessa perspectiva, o papel básico da escola é fornecer aos estudantes as contribuições necessárias para compreender esse assunto de maneira mais concreta. Dentre esses objetivos da Biologia, há aspectos relacionados à construção de uma visão de mundo, outros práticos e instrumentais para a ação e, ainda, aqueles que permitem a formação de conceitos, a avaliação e a tomada de posição cidadã (BRASIL, 2006). E Brasil (2006) ainda acrescenta:

Quando se ensina Genética na escola média, comumente se procura familiarizar os alunos com os códigos próprios dessa ciência, seus métodos experimentais e, de modo geral, não vai para além dessa abordagem. Não há uma preocupação em tratar o fenômeno da hereditariedade da vida de modo que o conhecimento aprendido seja instrumental e possa subsidiar o julgamento de questões que envolvam preconceitos raciais, ou facilitar o posicionamento diante de polêmicas relacionadas à produção e à utilização de organismos geneticamente modificados, ou ao emprego de tecnologias resultantes da manipulação do DNA (BRASIL, 2018 p.35).

Segundo Belmiro e Barros (2017), a dificuldade que os estudantes têm em entender vários temas em Genética se deve, possivelmente, ao fato da descontinuidade no processo ensino e aprendizagem. Para que isso seja evitado, os autores sugerem que o professor identifique e desenvolva o seu planejamento a partir dos conceitos prévios dos estudantes, a fim de que sejam trabalhados como situações-problemas, possibilitando, assim, a construção de ideias científicas corretas (BELMIRO; BARROS, 2017).

Araujo e Gusmão (2017) acrescentam que uma das principais causas referentes às dificuldades no ensino de Genética está relacionada à má formação e ao despreparo dos professores para abordar o tema. Além disso, relata que os livros didáticos encontram-se desatualizados e descontextualizados, o que prejudica o entendimento dos estudantes. Ademais, os pesquisadores afirmam que os estudantes, na maioria das vezes, não conseguem ver sentido no que estão estudando, pois não conseguem relacionar os conceitos-chave com o seu cotidiano.

O sistema sanguíneo ABO é explanado, em geral, no 3º ano do Ensino Médio, e está relacionado a diversos conceitos da disciplina de Genética necessários ao ensino básico. Visando facilitar a compreensão desse conteúdo, durante a abordagem desse tema, se utiliza aulas práticas como estratégia de ensino, o que permite a abordagem desse conteúdo de forma concreta. Todavia, a aula prática clássica do sistema sanguíneo ABO que utiliza sangue humano não deve mais ser realizada. Isso decorre da impossibilidade de extração e manipulação de sangue considerando a interpretação do Art. 1º da lei nº 11.794/2008, também conhecida como Lei Aurora, que regulamenta o uso científico de animais e proíbe a utilização de animais (vertebrados) vivos em atividades educacionais de ensino fundamental e médio (BRASIL, 2008). E ainda, há chances de possível contaminação por conta do manuseio desse tipo de material o que corrobora com a exclusão dessas aulas em especial para o ensino médio.

De acordo com Cruz (2009), é importante que as aulas de Ciências aconteçam de maneira integrada às práticas de laboratório, já que o experimento leva a construção do conhecimento. Antes da criação da lei nº 11.794/2008, era comum entre os professores

utilizar-se de aulas experimentais de tipagem sanguínea do sistema ABO, com material biológico, tornando a aula interessante, atrativa e contextualizada, pois o estudante podia observar na prática o que estava estudando. Hoje, o professor tem recorrido a outras metodologias ativas, como aula prática com viés investigativo sobre tipagem sanguínea do sistema ABO, buscando a utilização de material acessível e de baixo custo. Este tipo de aula potencialmente possibilita que os estudantes simulem de forma simples e segura as reações que acontecem durante a realização do procedimento de identificação do grupo sanguíneo do sistema ABO (MIRANDA, 2014).

Aulas de baixo custo e fácil confecção são propostas por autores para complementar e tornar os fundamentos bioquímicos do sistema sanguíneo ABO mais concretos e auxiliar o ensino da Genética do grupo sanguíneo ABO na transfusão sanguínea e outros. Há de se considerar que essas propostas são lúdicas e mostram-se funcionais para a abordagem da teoria da compatibilidade do sangue quanto ao sistema sanguíneo ABO (BASTOS *et al.*, 2010; DASILIO; PAES, 2009).

4.2. HISTÓRICO DA TRANSFUSÃO SANGUÍNEA

É muito antiga a crença de que o sangue é capaz de trazer a cura e de salvar vidas. Por esse motivo, muitos pesquisadores se sentiram desafiados a descobrir e a conhecer sobre esse assunto, que despertava tanta curiosidade. Porém, os estudos sobre a utilidade do sangue e como ele poderia ser utilizado demandou muitos anos para chegar aos conhecimentos que se têm nos dias atuais.

O sangue como o dom de cura foi muito utilizado pelo homem já há muitos séculos. Os romanos egípcios e os antigos noruegueses acreditavam que se banhar ou beber sangue de pessoas ou animais seria importante na cura de doenças como a elefantíase, a epilepsia ou o escorbuto (VERRASTRO; LORENZI; NETO, 1996, p.3).

O primeiro relato sobre transfusão sanguínea aconteceu em 1492. O Papa Inocêncio VIII, que era acometido de doença renal grave, realizou a época uma transfusão utilizando o sangue de três rapazes, que não resistiram e morreram logo em seguida (VERRASTRO; LORENZI; NETO, 1996). A circulação do sangue foi descrita por Willian Harvey em 1616 e foi considerada a maior descoberta do século XVII. Até então era aceita a afirmação que o sangue fluía tanto nas artérias quanto nas veias, nas duas direções, em um movimento ininterrupto de vaivém, conhecido como teoria de Galeno (REZENDE *et al.*, 2018).

Uma das primeiras experiências com transfusão de sangue que se tem notícia aconteceu por volta do século XVII, sendo efetuada por Richard Lower. O cientista realizou seus experimentos em animais, em demonstrações realizadas em Oxford, em 1665 (DONAVAN, 2004; REZENDE *et al.*, 2018) e observou que entre animais de mesma espécie não ocorreram alterações, porém entre espécies diferentes era comum resultar em morte dos animais (SCHWARZ; DORNER, 2003).

A primeira transfusão sanguínea com humanos aconteceu em Paris, em 1667. Jean Baptiste Denis foi quem realizou o procedimento quando verteu um copo de sangue de carneiro em um homem (BROWN, 1948; REZENDE *et al.*, 2018). No livro de Purmann (1692), um desenho mostra o procedimento, onde se observa um homem recebendo o sangue de um cordeiro (Figura 1). Este tipo de transfusão é conhecido como xenotransfusão ou heteróloga, ou seja, com sangue de animais de espécies diferentes. Denis obteve bons resultados em suas primeiras tentativas, até que um paciente que já havia passado por uma transfusão morreu, o que resultou na proibição deste tipo de procedimento pelo parlamento francês, pela Royal Society e pela Igreja Católica. Por conta disso, por muito tempo, essa prática foi abandonada pela medicina (WIENER, 1969; REZENDE *et al.*, 2018).



Figura 1: Ilustração mostrando uma xenotransfusão, no caso o sangue de um cordeiro para um homem. As letras sinalizam A – homem; B – carneiro; C e E – instrumentos alemães utilizados para a transfusão. Fonte: Purmann, 1992.

As primeiras transfusões sanguíneas com doadores humanos provavelmente ocorreram no século XIX, quando James Blundell utilizou-se deste procedimento para tratar um caso de hemorragia pós-parto, conseguindo bons resultados (WIENER, 1969). No início do período, as transfusões ainda aconteciam sem a realização de exames anteriores de

compatibilidade (SERINOLLI, 1999). A doação acontecia “braço a braço”, ou seja, direto do braço do doador para o braço do indivíduo que ia receber o sangue (KOECHER, 2007).

Em 1900, Karl Landsteiner descreveu o sistema sanguíneo ABO, o qual se torna um marco na história transfusional. A história da transfusão pode ser dividida em três períodos: I. pré-histórica - anterior à descrição da circulação sanguínea; II. pré-científica - anterior à descrição do sistema ABO; III. Científica - posterior à descoberta de Landsteiner e se estendendo até os dias atuais (JUNQUEIRA, 2005). Reuben Ottenber realizou a primeira transfusão precedida de exame de compatibilidade entre os grupos do sistema ABO em 1907 (GINGERICH, 1986). Posteriormente, com o desenvolvimento de anticoagulantes, conservantes e bolsas de sangue, a medicina transfusional teve um grande avanço e passou a ser reconhecida como especialidade médica (SERINOLLI, 1999).

O primeiro banco de sangue surgiu em Barcelona durante a Guerra Civil Espanhola, em 1936. Isso foi possível pela descrição do emprego de citrato de sódio e glicose como solução anticoagulante e diluente para transfusões por Hustin, em 1914, e pela determinação da quantidade mínima necessária para que o sangue não coagulasse, por Lewisohn, em 1936 (SCHOMOTZER *et al.*, 1985).

4.3. O SISTEMA SANGUÍNEO ABO

A ciência baseada no estudo do sistema imune teve início com Edward Jenner, em 1796. A partir dos seus estudos, verificou-se que os indivíduos que entravam em contato com o “*cowpox*”, vírus da varíola bovina, ficavam imunes à varíola humana, o que ele denominou vacinação (JENSON; GHIM; SUNDBERG, 2016). Contudo, sabe-se que na antiguidade os chineses utilizavam métodos preventivos contra a varíola: inalavam o pus de crostas secas dos ferimentos de varíola ou inseriam essas crostas em pequenos cortes na pele (MOLINARO *et al.*, 2009).

Em 1890 realizou-se a descrição do antígeno causador do tétano e da sua antitoxina, (HUGES-JONES, 2002). Esse fato chamou a atenção de vários pesquisadores da época, o que levou ao interesse em pesquisar e conhecer aglutininas bacterianas. Dentre os pesquisadores que estavam envolvidos nestes estudos, estava o pesquisador austríaco Karl Landsteiner que, em 1900, sugeriu a existência de aglutininas no soro e antígenos nas hemácias. Essas observações culminaram com a publicação de um artigo sobre o uso potencial de anticorpos no esclarecimento da estrutura da proteína, no qual Landsteiner cita pela primeira vez o sistema sanguíneo ABO (LANDSTEINER, 1961; WIENER, 1943).

O sistema sanguíneo ABO foi descrito por Landsteiner em 1901, a partir do experimento com soro e hemácias de 29 pessoas, incluindo ele próprio. O soro de determinados indivíduos era misturado ao sangue de outros e observava a aglutinação das hemácias. A partir desses experimentos que ele descreveu os grupos sanguíneos A, B e C (LANDSTEINER, 1901), sendo que C é o grupo O. Assim, Landsteiner relata seu experimento:

Os soros na maioria dos casos poderiam ser separados dentro de três grupos. Em muitos casos os soros do grupo A reagem com corpúsculos de outro grupo, B, mas não com grupo A; enquanto que o corpúsculo A é afetado da mesma maneira pelo soro B. Os soros do terceiro grupo (C) aglutinam corpúsculos de A e B, mas o corpúsculo C não é afetado pelo soro de A e B. Neste discurso, pode-se dizer que nestes casos pelo menos dois tipos diferentes de aglutininas estão presentes: um em A, outro em B e ambos juntos em C. Naturalmente os corpúsculos devem ser considerados insensíveis para as aglutininas que estão presentes no mesmo soro (LANDSTEINER, 1901).

O grupo sanguíneo AB só foi descrito mais tarde, em 1902, por Alfred Von DeCastello e Adriano Sturli (WEINER, 1969; 1952; BEIGUELMAN, 1983). Karl Landsteiner recebeu o Prêmio Nobel de Medicina ou Fisiologia, em 1930 (GIRELLO; KUHN, 2002), pela descrição do grupo sanguíneo humano, sistema sanguíneo ABO, e declarou na época que “o objetivo primário foi a caracterização química das proteínas” (LANDSTEINER, 1931; TAGARELLI *et al.*, 2001).

A partir da descrição do grupo sanguíneo ABO iniciou-se um grande interesse dos pesquisadores no estudo de outros grupos sanguíneos, o que gerou grande avanço nas transfusões sanguíneas, pois eram inicialmente baseadas somente neste sistema sanguíneo e, por conta disso, ocasionava ainda muitas mortes. Nos dias atuais, as práticas transfusionais avançaram muito. No Brasil, a Hemoterapia, ciência que estuda a terapia médica que utiliza o sangue humano, seus componentes e derivados como tratamento de pacientes com doenças hematológicas e não hematológicas, se baseia na reposição de um componente que está presente em quantidade inadequada no sangue do paciente (BRASIL, 1998) e é indicada nos transplantes, quimioterapias, cirurgias de grande porte, traumatismos e doenças hemolíticas.

Com finalidade de atender as normas de segurança e proteção para aquelas pessoas que utilizam esse serviço, Leis foram criadas para normatizar esta prática. Podemos citar: i. Art. 199 da Constituição Federal de 1988, o qual estabelece que é proibida a comercialização do sangue e que os órgãos executores das atividades hemoterápicas são responsáveis pela criação das normas referentes a esta prática; ii. Lei nº 10.205, de março de 2001, que regulamenta a coleta, o processamento, a estocagem, a distribuição e a aplicação do sangue, seus componentes e derivados; estabelece o ordenamento institucional indispensável à

execução adequada dessas atividades e promove outras providências; iii. Lei nº 7.649, de 25 de janeiro de 1988, que estabelece a obrigatoriedade do cadastramento dos doadores de sangue bem como a realização de exames laboratoriais no sangue coletado, visando a prevenir a propagação de doenças, e dá outras providências. E ainda, o Ministério da Saúde, visando à proteção do doador e receptor, elaborou uma legislação específica, a Resolução de Direito Colegiada - RDC 57 de 16/12/2010 pela ANVISA, em que lista os regulamentos para o desenvolvimento das atividades e em que estabelece os requisitos mínimos para os serviços que desenvolvem atividades relacionadas ao ciclo produtivo do sangue, desde a coleta à transfusão. De acordo com a Resolução de Direito Colegiada - RDC 57 de 16/12/2010:

Art. 128. Toda transfusão deve ser solicitada por um médico e realizada por profissional de saúde habilitado e capacitado, sob supervisão médica.

§ 1º. As requisições de transfusões devem ser feitas em formulário padronizado, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

I - nome completo do receptor, sem abreviaturas;

II - nome da mãe, se possível;

III - sexo, idade e peso;

IV - número do prontuário do paciente;

V - identificação do serviço de saúde, localização intra-hospitalar e número do leito, no caso de paciente internado;

VI - diagnóstico e indicação da transfusão;

VII - resultados dos testes laboratoriais que justifiquem a indicação do hemocomponente;

VIII - caráter da transfusão (programada, rotina, urgência, emergência);

IX - hemocomponente solicitado, com o respectivo volume ou quantidade;

X - data, assinatura e número de inscrição no Conselho Regional de Medicina do médico solicitante; e

XI - antecedentes transfusionais e gestacionais e reações à transfusão.

§ 2º. O serviço de hemoterapia não deve aceitar requisições incompletas, rasuradas ou ilegíveis.

Art. 129. O serviço de hemoterapia deve realizar testes imunohematológicos pré-transfusionais segundo os critérios estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

§ 1º São testes imunohematológicos pré-transfusionais obrigatórios para transfusão de hemocomponentes eritrocitários e granulócíticos:

I - retipagem ABO (direta e reversa) no sangue do doador;

II - retipagem Rh(D) em bolsas rotuladas como Rh(D) negativo, não sendo necessária a repetição de pesquisa de D “fraco”;

III - tipagem ABO (direta e reversa), determinação do fator Rh(D), incluindo pesquisa de D “fraco” e pesquisa de anticorpos irregulares (PAI) no sangue do receptor;

IV - prova de compatibilidade, entre as hemácias do doador e o soro do receptor.

§ 2º São testes imunohematológicos pré-transfusionais obrigatórios para transfusão de hemocomponentes plasmáticos e plaquetários:

I - Tipagem ABO (direta e reversa) no sangue do receptor; e

II - Determinação do fator Rh(D) e pesquisa de anticorpos irregulares (PAI) no sangue do receptor.

§ 3º Nas transfusões de sangue e hemocomponentes autólogos estocados previamente à internação, devem ser realizados no paciente-doador os mesmos testes pré-transfusionais exigidos para receptores de hemocomponentes alogênicos (BRASIL, 2010).

Neste sentido, a transfusão sanguínea é a transferência de um hemocomponente do sangue, obtido a partir de sangue total, de um doador para um receptor. O objetivo do procedimento pode ser: restabelecer perdas agudas ou crônicas, aumentar a capacidade do sangue de transportar gás oxigênio, melhorar níveis de volume de sanguíneo, melhorar a imunidade ou corrigir distúrbios da coagulação sanguínea do organismo.

O sangue coletado pelo hemocentro direto do doador é considerado sangue total, com volume médio de 450 ml de sangue, misturado com solução preservante e anticoagulante (63 ml). Atualmente, as prescrições do sangue total são raras, visto que não traz benefício na reparação de anemias sobre o concentrado de hemácias, por causa do excesso do volume a ser vertido (infundido). Além disso, quando estocado por mais de 24 horas, o sangue passa a apresentar poucas plaquetas, poucos fatores de coagulação e poucos leucócitos. E ainda, o sangue raramente está disponibilizado antes de serem passadas 24 horas, por conta da realização de exames sorológicos e imunohematológicos (COLSAN, 2011).

Dessa forma, normalmente, o sangue coletado do doador, ou seja, o sangue total, não é encontrado nos hemocentros porque dele é obtido o concentrado de hemácia (CH), o plasma fresco congelado (PFC), o crioprecipitado (CRIO) e o concentrado de plaquetas (CP), cada qual deverá ser utilizado segundo sua indicação. Desta forma, os diversos hemocomponentes ficam armazenados em condições adequadas, permitindo que o receptor receba menor volume de sangue e receba somente os hemocomponentes dos quais precisa, o que diminui os riscos próprios do procedimento transfusional. Assim, além de ser uma maneira mais segura, mais de um receptor poderá usufruir desse procedimento a partir de única doação (BRASIL, 2014; COLSAN, 2011).

Nesse sentido, a transfusão é uma técnica capaz de salvar vidas, mas muitas vezes há escassez de sangue adequado para atender a demanda dos bancos de sangue. Com este propósito, muitos pesquisadores vêm trabalhando no sentido de garantir os estoques de hemácias do tipo sanguíneo O, pois estas não contêm antígenos A e B na superfície de sua membrana, possibilitando, assim, a utilização em transfusões de todos os tipos sanguíneos.

Goldstein e colaboradores (1982) foram os primeiros pesquisadores a propor o estudo da remoção enzimática dos açúcares N-acetilgalactosamina e D-galactose de A ou B para convertê-los em O, porém se tornou inviável devido a grande quantidade de enzima necessária para o processo. Nessa perspectiva, novos estudos, realizados por Rahfeld *et al* (2019), permitiram o desenvolvimento de uma técnica para transformar as hemácias de qualquer tipo de sangue na hemácia do tipo O. Os pesquisadores partiram da observação de que determinados microrganismos da microbiota intestinal humana são capazes de digerir açúcares, denominados mucinas, proteínas glicosiladas que revestem a parede do intestino.

A partir de amostras de fezes humanas, os cientistas separaram os microrganismos com o objetivo de isolar o DNA bacteriano, a fim de chegar aos genes que codificam enzimas que digerem mucina. Após isso, esses genes foram transferidos para a bactéria *Escherichia coli*, com o intuito de observar se essa produziria enzimas com a capacidade de remover os antígenos A, já que esses açúcares são semelhantes aos antígenos encontrados no sangue tipo A e B. Após o experimento, foi comprovado que a hipótese dos pesquisadores estava correta (RAHFELD *et al.*, 2019). A bactéria intestinal *Flavonifractor plautii* é originalmente a responsável pela produção de duas enzimas que, em pequena quantidade, quando adicionadas ao sangue tipo A leva a retirada dos antígenos presentes na membrana eritrocitária transformando-as em hemácias do tipo sanguíneo O (RAHFELD, 2019). As enzimas descobertas pela equipe são 30 vezes mais eficientes na quebra dos açúcares do que as enzimas anteriormente estudadas. Por este motivo, a equipe considera que há alta possibilidade de serem utilizadas na rotina dos bancos de sangue e no transplante de órgãos (RAHFELD, 2019).

Françoise (2007) relata em seu trabalho, que tem como título (traduzido do inglês) “Xenotransfusões: passado e presente”, a história da xenotransfusão e o progresso atual neste campo. Em seu artigo, o autor informa que este tipo de prática era muito utilizada no passado, mas ficou esquecida por um longo tempo devido aos muitos fracassos e também pela descoberta do sistema sanguíneo ABO. Todavia, estudos já propuseram a reutilização desta prática, pois esses mostram que o porco é considerado um potencial doador. Sendo assim, os glóbulos vermelhos suínos poderiam ser utilizados em transfusões em humanos com êxito. Neste sentido, os porcos fariam o papel dos doadores e iriam reabastecer os bancos de sangue suprimindo, assim, as necessidades de estoques para transfusão (FRANÇOISE, 2007).

4.3.1. Sistema sanguíneo eritrocitário

Na membrana dos eritrócitos estão presentes diferentes grupos sanguíneos, que são proteínas de superfície, sendo que grande parte dessas são polimórficas, ou seja, existem de dois ou mais fenótipos alternativos comuns. A maioria dos polimorfismos se deve a mudanças de nucleotídeos que leva as substituições de aminoácidos em um domínio glicosiltransferase ou da proteína extracelular de uma célula vermelha ou ainda que inviabilize a produção da proteína. Estes antígenos podem ser um carboidrato, uma proteína ou uma glicoproteína (WATKINS, 2001).

Após o relato do sistema ABO numerosos sistemas antigênicos eritrocitários foram descritos. Hoje conhecemos 36 sistemas de grupos sanguíneos segundo a *International Society of Blood Transfusion* (ISBT, 2019), agência responsável por desenvolver e manter normas referentes a descrição e nomenclatura dos grupos sanguíneos eritrocitários (Quadro 1). Os sistemas sanguíneo ABO, RH, Kell, Duffy, Kidd, Lewis, MNS e Diego são os mais importantes na medicina transfusional; devido à frequência de seus antígenos na população, a possibilidade de desenvolver aloimunização, ou seja, a produção de anticorpos quando há exposição do indivíduo a antígenos que não são os seus, e a chance de causar hemólise por parte de seus anticorpos (MATTOS, 2008).

A localização dos genes dos sistemas sanguíneos humanos está distribuída em diversos cromossomos, os quais estão esquematizados na figura 2. Na figura estão representados os loci gênicos de alguns sistemas eritrocitários humanos, nela há destaque para os sistemas ABO e H.

Os antígenos eritrocitários podem ser classificados de acordo com a função que exercem na membrana eritrocitária, que pode ser: estrutural, estrutural e transporte, receptores e moléculas de adesão, enzimática, complemento, outras. Além disso, existem antígenos com funções desconhecidas. A representação esquemática dos antígenos dos grupos sanguíneos humanos de acordo com as funções que exercem na membrana eritrocitária e sua variabilidade pode ser observada na figura 3.

Quadro 1: Grupos sanguíneos humanos com seus respectivos números ISBT (Sociedade internacional de transfusão sanguínea), nome do gene, localização cromossômica dos genes e função da proteína.

Nº ISBT	Sistema sanguíneo		Nome do Gene	Localização no cromossomo	Função da proteína
001	ABO	ABO	<i>ABO</i>	9q34.2	Galactosiltransferase ou N-acetilgalactosaminiltransferase
002	MNS (glicoforin A/B/E)	MNS	<i>GYPA, GYPB, GYPE</i>	4q31.21, 4q31.21, 4q31.1	Desconhecida/ adesão?
003	P1PK	P1PK	<i>A4GALT</i>	22q13.2	Galactosiltransferase
004	Rh	RH	<i>RHD, RHCE</i>	1p36.11	Desconhecida; transporte de membrana?
005	Lutheran	LU	<i>BCAM</i>	19q13.2	Adesão
006	Kell	KEL	<i>KEL</i>	7q33	Metaloendopeptidase
007	Lewis	LE	<i>FUT3, FUT6, FUT7</i>	19p13.3	Fucosiltransferase (todos)
008	Duffy	FY	<i>ACKR1</i>	1q21-q22	Receptor de quimiocina
009	Kidd	JK	<i>SLC14A1</i>	18q11-q12	Transportador de ureia
010	Diego	DI	<i>SLC4A1</i>	17q21.31	Permutador aniônico
011	Yt	YT	<i>ACHE</i>	7q22	Acetilcolinesterase
012	Xg	XG	<i>CD99, XG</i>	Xp22-32, Yp11.3, Xp22.32	Desconhecida/ adesão?
013	Scianna T/Tn	SC	<i>ERMAP, C1GALT1, C1GALT1C1</i>	1p34.2, 7p21.3, Xq24	Desconhecida/ adesão?
014	Dombrock	DO	<i>ART4</i>	12p13-p12	ADP ribosiltransferase
015	Colton	CO	<i>AQP1</i>	7p14	Canal de água
016	Landsteiner-Wiener	LW	<i>ICAM4</i>	19p13.2	Molécula de adesão
017	Chido/Rodgers	CH/RG	<i>C4A, C4B</i>	6p21.3	Fator de complemento
018	H	H	<i>FUT1, FUT2 e pseudogene</i>	19q13.33	Fucosiltransferase
019	Kx	XK	<i>XK</i>	Xp21.1	Desconhecida; transporte de membrana?
020	Gerbich	GE	<i>GYPC</i>	2q14-q21	Elemento citoesquelético
021	Cromer	CROM	<i>CD55</i>	1q32	Complemento cascata regular
022	Knops	KN	<i>CR1</i>	1q32.2	Receptor para ativação do complemento
023	Indian	IN	<i>CD44</i>	11p13	Adesão
024	Ok	OK	<i>BSG</i>	19p13.3	Receptor
025	Raph	RAPH	<i>CD151, RHCE, RHD</i>	11p15.5, 1p36.11, 1p36.11	Adesão
026	John Milton Hagen	JMH	<i>SEMA7A</i>	15q22.3-q23	Desconhecida; sinalização?
027	I	I	<i>GCNT2</i>	6p24.2	N-acetilgluconaminiltransferase
028	Globoside	GLOB	<i>B3GALNT1</i>	3q25	N-acetilgalactosaminil transferase (B3GALNT1)
029	Gill	GIL	<i>AQP3</i>	9p13	Canal de água
030	Rh-associated glycoprotein (RhAG)	RHAG	<i>RHAG</i>	6p12.3	Transporte da amônia ou dióxido de carbono
031	FORS	FORS	<i>GBGT1</i>	9q34.13 - q34.3	N-acetilgalactosiltransferase
032	Junior	JR	<i>ABCG2</i>	4q22.1	Transportadores de cassetes de ligação ao ATP
033	Lan	LAN	<i>ABCB6</i>	2q36	Transportadores de cassetes de ligação ao ATP
034	Vel	VEL	<i>SM1M1</i>	1q36.32	Desconhecida
035	CD59	CD59	<i>CD59</i>	11p13	
036	Augustine	AUG	<i>SLC29A1</i>	6p21.1	

Fonte: ISBT, 2019 (modificada).

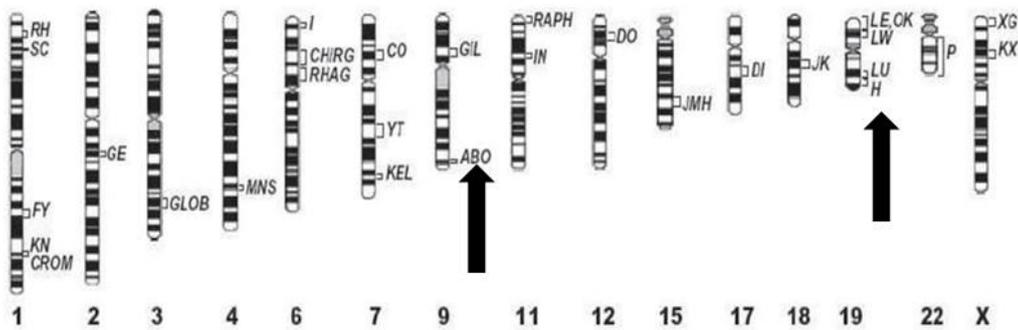


Figura 2: Localização cromossômica de 26 genes relacionados ao sistema eritrocitário nos cromossomos humanos, com destaque para os sistemas ABO e H. O gene *H* mostrado na figura é o gene *Fut1* quando considera-se a nomenclatura atual. Fonte: Picbear, 2019.

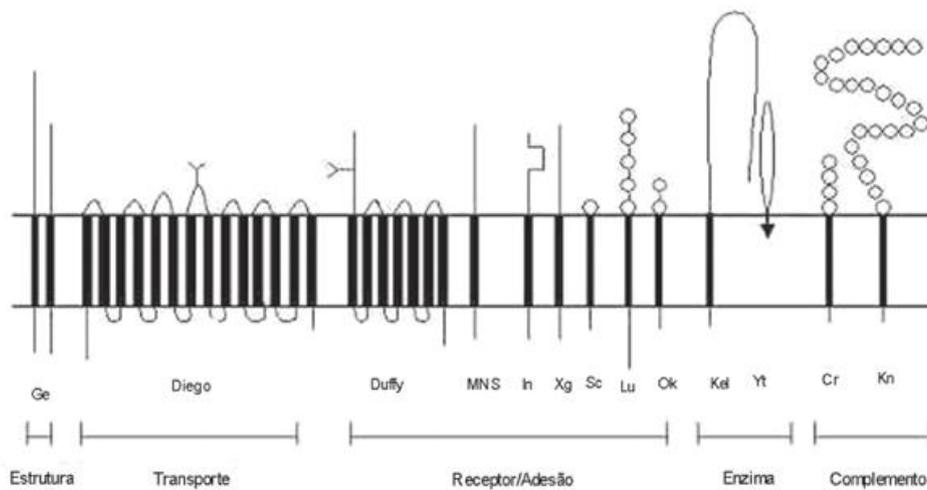


Figura 3: Representação esquemática dos antígenos dos grupos sanguíneos humanos de acordo com as funções que exercem na membrana eritrocitária e sua variabilidade. Fonte: Bonifácio; Novaretti, 2009.

O sistema sanguíneo ABO foi o primeiro sistema do grupo sanguíneo humano descrito e por este motivo é identificado com a nomenclatura ISBT 001. É identificado nas hemácias dois tipos de antígenos de carboidratos, denominados aglutinogênios, sendo eles o Aglutinogênio A e o Aglutinogênio B, que caracterizam a presença desses carboidratos que irá determinar o fenótipo do sangue do indivíduo. No plasma do sangue, podemos identificar dois anticorpos que são as aglutininas anti-A e anti-B. Dessa forma, os indivíduos que integram o grupo sanguíneo A possuem aglutinogênios A e aglutininas anti-B. Os que integram o grupo sanguíneo B possuem aglutinogênio B e aglutininas anti-A. Indivíduos que possuem o grupo sanguíneo AB possuem aglutinogênios A e aglutinogênio B, e por isso não possuem nenhuma das duas aglutininas. E por fim, pessoas que integram o grupo O, possuem aglutininas anti-A e aglutininas anti-B, portanto não possuem aglutinogênio (RAHORST; WESTHOFF, 2019). Essas relações entre os antígenos e anticorpos dos quatro grupos sanguíneos, segundo o esquema clássico de Landsteiner, estão resumidas na Tabela 1.

Tabela 1: Relação entre o grupo sanguíneo ABO, fenótipos e antígenos eritrocitários e os anticorpos do plasma.

Grupo sanguíneo (fenótipo)	Genótipo	Antígeno nos eritrócitos	Anticorpos no plasma
A	$I^A I^A$ ou $I^A I^O$	A	Anti-B
B	$I^B I^B$ ou $I^B I^O$	B	Anti-A
AB	$I^A I^B$	A e B	Anti-A e Anti-B
O	ii	Nenhum	Nenhum

Fonte: FRIDMAN, 2013 (modificado)

4.3.2. Biossíntese dos antígenos ABO e H

O gene humano H é codificado no locus gênico FUT1 que está localizado no braço longo do cromossomo 19 na posição 19q13.3. Ele contém quatro exons e é responsável por codificar a enzima α 1,2-L fucosiltransferase que produz o antígeno H (SCHENBEL-BRUNNER, 2000).

Os antígenos ABH são sintetizados em várias etapas, pela adição de monossacarídeos pela ação de glicosiltransferases (Figura 4). A expressão dos antígenos do sanguíneo ABO depende da interação de um alelo dominante no gene H, que tem a função de produzir a

Transfêrase H, cuja origem está na ligação de uma molécula de L-fucose a uma D-galactose terminal de um precursor comum, a substância precursora. Então, indivíduos HH ou Hh sintetizam uma enzima que  responsável pela formação do antígeno, ou substrato H. Quando adicionado uma molécula de N-acetilgalactosamina a uma D-galactose terminal do substrato H ele é transformado em antígeno A, se a adição for de uma molécula de D-galactose a uma de D-galactose terminal do substrato H, então será transformado em antígeno B, os quais são responsáveis pela determinação dos grupos sanguíneos A, B e AB (Figura 5). Enquanto os indivíduos hh, condição muito rara, não produzem nenhuma substância H, deste modo, será originado o tipo sanguíneo falso O (Figura 6), pois esse não produzir nenhum antígeno em sua hemácia (SCHENBEL-BRUNNER, 2000).

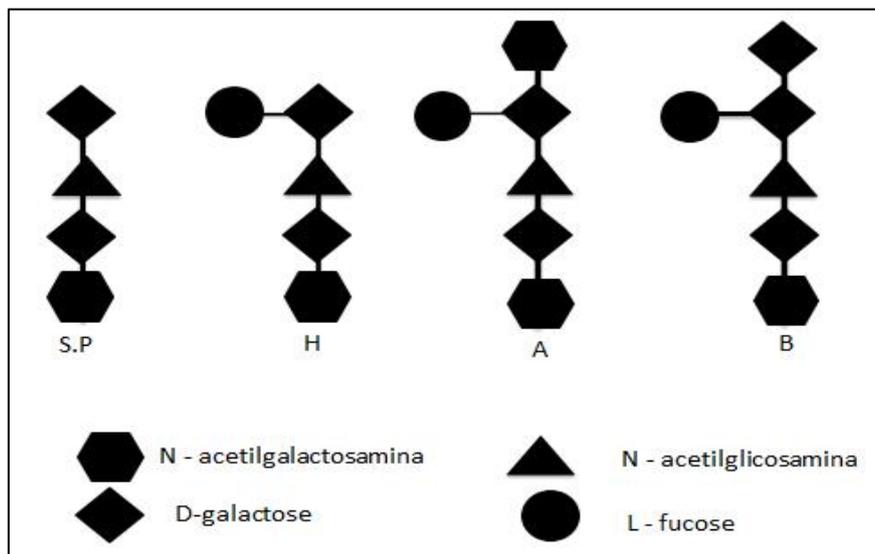


Figura 4: A composição da estrutura da cadeia de carboidratos da substância precursora e aglutinnios (antígenos) que determinam os grupos sanguíneos do sistema sanguíneo ABO humano.

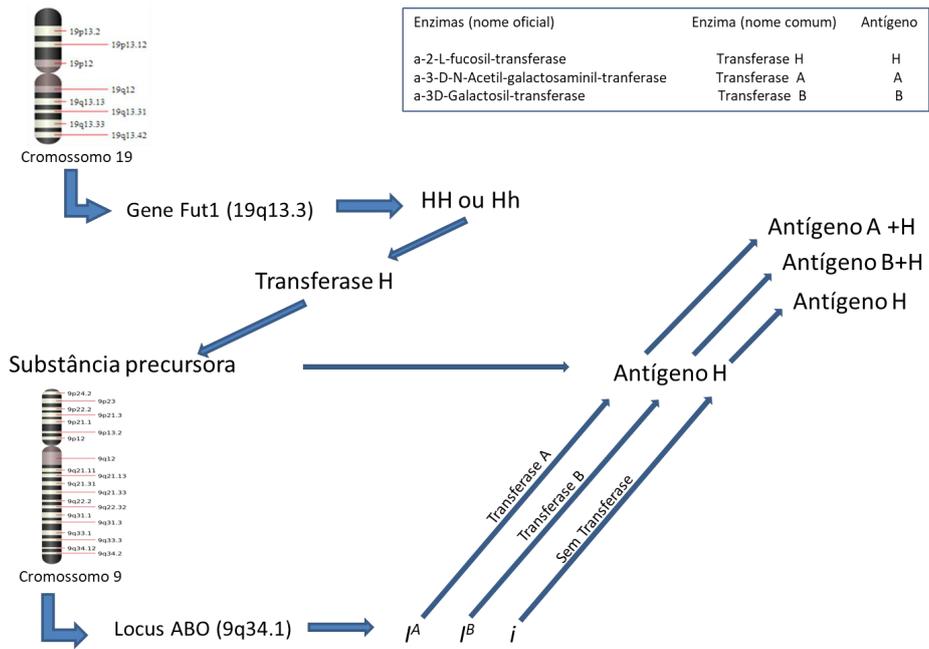


Figura 5: Esquema mostrando a formação dos fenótipos A, B e O.

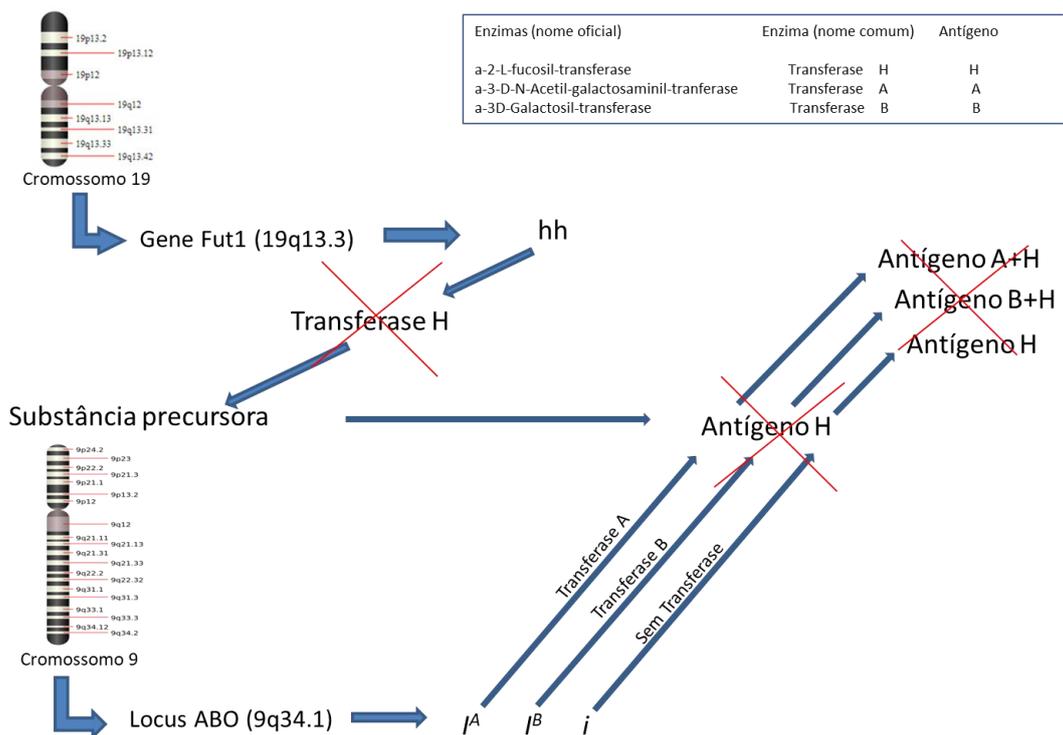


Figura 6: Esquema mostrando a causa do fenótipo Bombaim.

O fenótipo falso O é um caso de epistasia em humanos, uma interação genética na qual uma característica é influenciada por dois ou mais genes e um alelo de um desses dois

genes se sobrepõe sobre os outros, isto é, realiza uma dominância em relação aos outros. Esse evento é conhecido também como fenótipo Bombaim, Bombay ou O_h , o nome Bombay se deve ao local onde foi descrito pela primeira vez em 1952, na Índia. O efeito ganhou projeção mundial, principalmente, devido à dificuldade da obtenção de sangue compatível. Os indivíduos falsos O são desprovidos dos antígenos ABH normais e, por isso, não apresentam carboidratos A e B na membrana das hemácias (Figura 6). Uma em cada 250 mil pessoas possui esse fenótipo, sendo, assim, extremamente raro (MENDES, 2017). A Tabela 2 mostra a genética de produção dos antígenos A, B, e H nos eritrócitos, a partir de uma substância precursora.

Tabela 2: Genética de produção dos antígenos A, B e H nos eritrócitos a partir de uma substância precursora.

Genótipos gene <i>Fut1</i>	Substância derivada da Substância precursora (S.P.)	Genótipos gene <i>ABO</i>	Antígeno ABH eritrocitários	Fenótipo
HH ou Hh	H	$I^A I^A$ ou $I^A I^O$	A, H	A
		$I^B I^B$ ou $I^B I^O$	B, H	B
		$I^A I^B$	A, B, H	AB
		$I^O I^O$	H	O
hh	S.P.	$I^A I^A, I^A I^O, I^B I^B, I^B I^O,$ $I^A I^B, I^O I^O$	--	O_h

Fonte: FRIDMAN, 2013 (modificado)

A figura 7 se refere a um heredograma utópico de uma família com ocorrência de fenótipo Bombaim, a partir do cruzamento entre parentais do grupo O ($iiHh$) e B ($I^B iHh$). Os indivíduos que possuem o gene H funcional (HH ou Hh) produzem a enzima α -2-L-fucosiltransferase, que é responsável pela produção do antígeno eritrocitário H, a partir da substância precursora. Assim, se os indivíduos com genótipo HH ou Hh apresentarem o alelo B do gene *ABO*, isto é, forem do grupo B ($I^B I^B$ ou $I^B i$), tal gene determinará a produção da enzima α -galactosiltransferase que catalisará a ligação de outra D-galactose com aquela a qual está unida a L-fucose do antígeno H. Assim sendo, uma proporção variável de antígeno H será transformada em antígeno B. Então, uma vez que, o alelo O é não produtor de enzima,

os indivíduos com genótipo HH ou Hh , que são homocigotos (ii), são do grupo sanguíneo O, o antígeno H não sofrerá transformação e apresentará uma concentração máxima do antígeno H em suas hemácias. Sendo assim, nos raríssimos indivíduos homocigotos hh , como os de genótipos I^Bihh representados no heredograma, não existe a produção de α -2-L-fucosiltransferase, ou seja, qualquer que seja o genótipo ABO, os homocigotos hh não produzem os antígenos desse sistema, por não ter o antígeno H, produzido a partir da substância precursora, dando origem, então, ao fenótipo Bombaim.

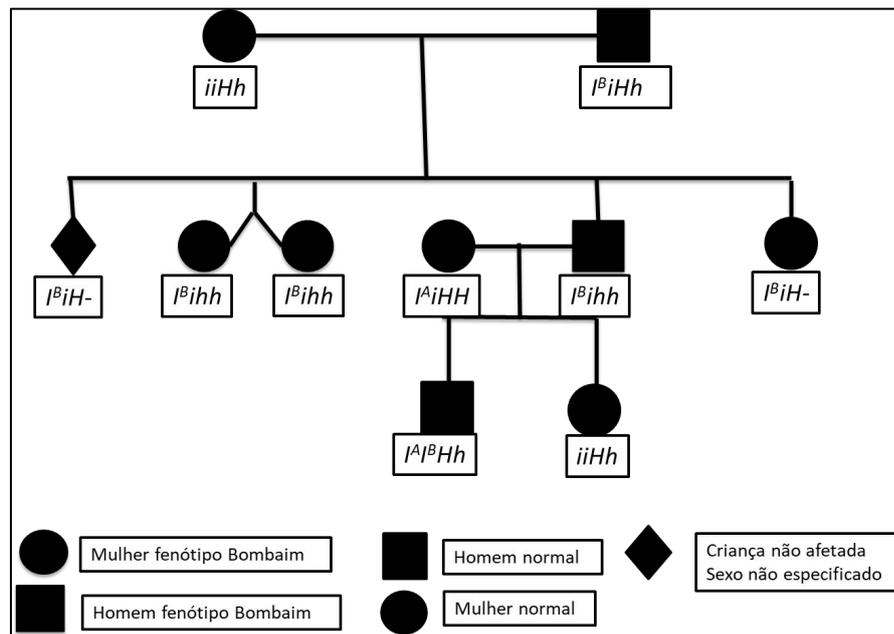


Figura 7: Heredograma de uma família utópica com ocorrência de fenótipo Bombaim.

4.3.3. Genética do sistema sanguíneo ABO

O sistema do grupo sanguíneo ABO é uma característica genética determinada pela interação de ao menos dois genes, o *ABO* e o *H (Fut1)*. Um aspecto característico do grupo sanguíneo ABO é a presença nas membranas eritrocitárias de estruturas constituídas de carboidratos, que são antígenos de superfície (SILVA; MARCIA, 2009).

O sistema sanguíneo ABO é um exemplo de alelos múltiplos em humanos (TAMARIN, 1996). Os antígenos ABO atuam como aloantígenos, ou seja, moléculas reconhecidas como estranhas ao organismo, responsáveis pelas reações nas transfusões sanguíneas e também nas reações de rejeição aos transplantes (BATISSOCO; NOVARETTI, 2003). Estas estão presentes não só na membrana externa dos eritrócitos, mas também na

membrana de diversos tecidos. Em sua forma solúvel, encontram-se esses antígenos na lágrima, na urina, na saliva e no leite, sendo que os indivíduos que apresentam esta peculiaridade são denominados secretores (SCHENBEL-BRUNNER, 2000). Os demais antígenos eritrocitários, ocasionalmente, também podem causar tais reações (GUYTON; HALL, 2006).

O gene ABO está localizado no braço longo do cromossomo 9, na posição 9q34.1-q34.2 (FERGUSON-SMITH,1976). Este gene é composto por sete exons e compreende aproximadamente de 18 a 20 pares de quilobases (kbp) (NAKAMURA *et al.*, 1995). A estrutura do gene está mostrada esquematicamente na figura 8.

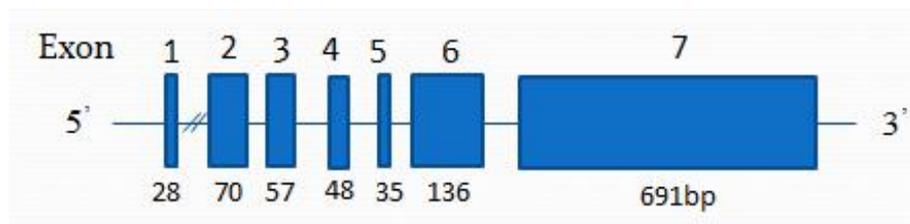


Figura 8: Distribuição dos exons do gene *ABO*.

Os antígenos A e B são divididos em quatro grupos sanguíneos principais: A, B, AB e O. Esses são herdados como dominância segundo os padrões mendelianos. No sistema sanguíneo ABO, é possível observar uma relação de interações alélicas entre A e B e uma relação de dominância completa de A e B sobre O. O sistema é codificado por um gene que apresenta três tipos de alelos, sendo eles: I^A , I^B e i . Dessa forma, seis tipos de genótipos diferentes são observados - $I^A I^A$, $I^A i$, $I^B I^B$, $I^B i$, $I^A I^B$ e ii e quatro tipos fenótipos A, B, AB e O (BEIGUELMAN, 2003).

Os seis fenótipos ABO principais são: A_1B , A_2B , O, B, A_1 e A_2 . Esses são fenótipos que apresentam reação com anti-A, no qual, A_1 reage fortemente e A_2 apresenta reação fraca (DANIELS, 2013). A tabela 3 apresenta a relação entre os seis principais fenótipos dos grupos ABO, os antígenos e os genótipos.

Tabela 3: Relação entre os seis principais fenótipos dos grupos ABO, os antígenos e os genótipos.

Grupo ABO	Antígeno ABO	Genótipo ABO
A ₁ B	A e B	$I^A_1 I^B$
A ₂ B	A ₂ B	$I^A_2 I^B$
O	Nenhum	ii
B	B	$I^B I^B, I^B i$
A ₁	A ₁	$I^A_1 I^A_1, I^A_1 I^A_2, I^A_1 i$
A ₂	A ₂	$I^A_2 I^A_2, I^A_2 i$

Fonte: FRIDMAN, 2013 (modificado)

O sistema ABO, um dos mais importantes grupos sanguíneos na medicina transfusional, tem suas características genéticas, sorológicas e biossíntese de antígenos ABO bem estabelecidas (BENNETT et al., 1995). Foi o primeiro grupo sanguíneo clonado em 1990 (FERGUSON-SMITH et al., 1976; YAMAMOTO, et al., 1990). O gene ABO é amplamente polimórfico, resultando em diferentes tipos definidos dos alelos A-B e H (SVENSSON; PÉREZ.; HENRY, 2019).

A pesquisa sobre o ABO avançou significativamente nos últimos anos, esse avanço se deve a novas técnicas e procedimentos no campo da biologia molecular. Com esse novo progresso, novas áreas de pesquisa foram criadas na genética humana, dentre elas a caracterização molecular de diferentes tipos alélicos do sistema do grupo sanguíneo ABO que se destaca pelo fato de ter sido um dos primeiros traços polimórficos humanos herdados através das gerações. A frequência de indivíduos com diferentes grupos sanguíneos ABO varia amplamente em diferentes raças e populações. Além de sua variabilidade de distribuição entre a sociedade, o sistema ABO também é importante na área clínica e na bioantropologia (YAMAMOTO et al., 2012; LLOP et al., 2006). Por esta razão, um banco de dados foi estabelecido para gerenciar a informação da sequência de um número crescente de novos alelos. Os alelos ABO estão listados no banco de dados de acesso aberto dbRBC no site do Centro Nacional de Informações sobre Biotecnologia (NCBI) (BLUMENFELD; PATNAIK, 2004).

Desde a caracterização molecular dos três alelos principais, muitos outros foram identificados e sequenciados. A existência de diferentes especificidades antigênicas, antígenos A, B e O, deve-se a mutações na sequência do gene que codifica a glicosiltransferase envolvida na adição de um açúcar específico à substância H. Essas mutações acontecem principalmente nos exons 6 e 7 do gene ABO. A natureza das mutações encontradas é diversa, incluindo mutação de códon, deleções de nucleotídeos ou inserções e outras (YAMAMOTO, 2004; e OLSSON, 2009).

Atualmente, encontramos na literatura a descrição de variantes desses alelos e mutações que levaram a formação de subgrupos fracos do grupo sanguíneo A e B e vários alelos inativos (O) (CHESTER; OLSSON, 2001). O alelo A_1 (A_{101}) é considerado como gene selvagem, esse é tomado como base de comparação aos demais alelos ABO. Foram descritos até 2017, última atualização da NCBI, um total de 179 tipos de alelos do gene ABO, dentre esses são descritos 65 tipos do alelo do A , 4 tipos de alelos AB , 47 do alelo B e 63 do alelo O (BLUMENFELD, 2017). A tabela 4 mostra os diferentes subtipos do sistema do grupo sanguíneo ABO.

Tabela 4: Relações dos diferentes tipos alélicos do sistema do grupo sanguíneo ABO.

Alelo	Subtipo	Nº de alelos
A	<i>A1</i>	9
	<i>A2</i>	15
	<i>Aban</i>	1
	<i>A3</i>	7
	<i>Ax</i>	11
	<i>Aw</i>	13
	<i>Ae</i>	7
	<i>Am</i>	2
AB	<i>AB0</i>	4
	<i>B(A)</i>	6
B	<i>B1</i>	13
	<i>B3</i>	6
	<i>Be</i>	5
	<i>Bw</i>	16
	<i>Bx</i>	1
	O	<i>OO</i>
<i>O1</i>		9
<i>O2</i>		10
<i>O3</i>		8
<i>O4</i>		10
<i>O5</i>		10
<i>O6</i>		6

Fonte: BLUMENFELD, 2017. (modificada)

A identificação dos subgrupos está fundamentada na intensidade e referência de aglutinação, usando hemácias e anticorpos. Para fins de transfusão não é importante diferenciar os subgrupos, mas só constatá-los (MOLISSON, 1992).

4.4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Pensando em uma educação de qualidade que seja significativa e que leve em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, pesquisadores vêm contribuindo no sentido de propor metodologias para organizar e planejar o ensino. Mesmo partindo de diferentes pontos de vista, a maioria afirma que a sequência didática é uma das melhores maneiras de desenvolver o trabalho pedagógico em sala de aula e de construir o conhecimento dos estudantes.

Nesse sentido, uma "sequência didática" é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito (DOLZ; NOVERRAZ; SCHNEUWLY, 2004). Os autores desenvolveram uma metodologia para o ensino e para aprendizagem do gênero textual. Esse planejamento apresenta etapas, que são: apresentação da situação, produção inicial, módulo 1, módulo 2, módulo n e produção final.

Segundo Oliveira (2013), a sequência didática é:

um procedimento simples que compreende um conjunto de atividades conectadas entre si, e prescinde de um planejamento para delimitação de cada etapa e/ou atividade para trabalhar os conteúdos disciplinares de forma integrada para uma melhor dinâmica no processo ensino e aprendizagem.

A autora aponta algumas fases da sequência didática que devem ser observadas, como: escolha do tema, problematização, planejamento, objetivos, elaboração das atividades, produção do material didático, cronograma e avaliação (OLIVEIRA, 2013).

Do mesmo modo, Zabala (1998) corrobora que sequências didáticas “*são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.*” (ZABALA, 1998, p. 18 - grifos do autor). O autor ainda acrescenta que o objetivo da sequência didática deve ser:

[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas. (ZABALA, 1998).

Além disso, Zabala (1998) relata as seis etapas que uma sequência didática do modelo de estudo do meio deve seguir, as quais seriam: atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade experiencial dos estudantes; explicação das perguntas ou problemas que esta situação coloca; respostas intuitivas ou "hipóteses"; seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação; coleta, seleção e classificação dos dados; generalização das conclusões tiradas e expressão e comunicação.

MATERIAL E MÉTODO

5. MATERIAL E MÉTODO

5.1. CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTO DA PESQUISA

Trata-se de uma pesquisa quantitativa de caráter descritivo, de acordo com os aspectos de pesquisa quantitativa apontados por Malhotra (2006).

Esse estudo foi realizado com professores do ProfBio, durante o mês de Março de 2019. Adotou-se, como critérios de inclusão, ser professor de Biologia em exercício do Ensino Médio da rede pública de ensino e como critério de exclusão os professores que não ministravam aula no Ensino Médio. O estudo teve como cenário o Instituto de Biologia da Universidade de Brasília, do campus Darcy Ribeiro.

A amostra foi composta por quarenta e um alunos que estavam matriculados em duas turmas do curso de mestrado profissional Profbio, que teve sua primeira turma formada no segundo semestre de 2017 e a segunda turma em agosto de 2018.

O mestrado profissional tem como objetivo proporcionar ao mestrando a oportunidade de revisão e aprofundamento no conhecimento de conceitos de Biologia, garantindo o atendimento aos PCNs do Ensino Médio e às necessidades específicas de formação que resultam das diferenças nos seus percursos individuais e/ou das particularidades regionais, visando aperfeiçoamento do trabalho do professor na sala de aula.

Utilizou-se, como instrumento para coleta de dados um questionário (Apêndice B) composto por questões compreendendo:

1. Gênero;
2. Idade;
3. Conhecimento do seu grupo sanguíneo ABO;
4. Importância de saber o seu grupo sanguíneo;
5. Finalidade de abordar o assunto em suas aulas e com que finalidade;
6. Quais conteúdos utilizam o sistema ABO como exemplo;
7. Qual o livro adotado no último triênio na escola que trabalha e se contempla o assunto;
8. Utilização de aula prática para abordar o assunto;
9. Importância de ensinar sistema ABO para o ensino médio.

5.2. PRINCÍPIOS ÉTICOS

O projeto foi submetido ao comitê de ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília (UnB), respeitando os preceitos estabelecidos pela Resolução CNS nº466 de 12 de dezembro de 2012. O projeto foi posteriormente aprovado pelo comitê, sob o nº do parecer: 3.196.607 e CAAE: 05074918.7.0000.0030.

Também foi produzido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE, conforme orientado na Resolução n. 466/2012, com finalidade de garantir a segurança dos indivíduos e de preservar sua pessoa de qualquer constrangimento envolvido no estudo. Os participantes foram informados sobre os objetivos, procedimentos e possíveis riscos decorrentes do estudo, além disso, também foi facultado o direito de se recusar sua participação na pesquisa.

5.3. COLETA DE DADOS E ANÁLISE

Etapa 1: Esta fase da pesquisa teve como meta investigar a opinião dos professores de ensino médio quanto à utilização do Sistema ABO no Ensino Médio.

Os participantes foram convidados a participar da pesquisa e solicitados a ler e assinar o TCLE se desejasse participar. O questionário (Apêndice B) foi respondido de forma anônima pelos participantes da pesquisa em uma sala de aula no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, onde semanalmente professores de ensino de Biologia de vários Estados, como Minas Gerais, Goiás, Bahia, Tocantins e do Distrito Federal, comparecem ao Instituto de Ciências Biológicas em decorrência de aulas do ProfBio.

Etapa 2: Os dados obtidos a partir das respostas ao questionário foram estruturados em uma planilha EXCEL para posterior utilização. A partir dessa planilha, os dados referentes a cada pergunta do questionário foram compilados para análise. A análise dos dados de perfil dos respondentes foi realizada de maneira quantitativa, enquanto que os dados relativos aos questionamentos diretamente relacionados com a pesquisa foram avaliados de forma qualitativa.

Etapa 3: Para apreciar e discutir a atual inserção do sistema ABO no ensino médio, foram selecionados coleções de livros didáticos de biologia, em especial os que foram distribuídos pelas editoras como material de divulgação para análise e escolha do livro didático da rede estadual de ensino. Os livros foram analisados com o objetivo de verificar como o assunto era trabalhado pelos autores, buscamos avaliar se trabalhavam o conteúdo

ABO à luz dos conhecimentos atuais sobre o tema. Os conteúdos avaliados foram: alelos múltiplos, doador e receptor universal, o fracionamento do sangue para práticas transfusionais, herança genética (genótipo e fenótipo), antígenos ABH, fenótipo Bombaim, antígeno e anticorpo do grupo ABO e referência sobre vários grupos sanguíneos eritrocitários.

Etapa 4: Sugestão de uma sequência didática com o propósito de abordar o conteúdo de alelos múltiplos para o ensino médio em que também seja contemplado a genética do sistema ABO.

RESULTADOS

6. RESULTADOS

6.1. PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA SOBRE O TEMA ENSINO DO SISTEMA ABO

Participaram da pesquisa 41 professores do ensino público. A tabela 5 apresenta a caracterização da amostra e os dados sobre conhecimento do próprio grupo ABO. Com relação à faixa etária, observou-se uma maior frequência de participantes (58,5%) entre 30 a 40 anos e a menor (2,4%) entre 40 a 50 anos de idade. Dentre os participantes, 95,1% conheciam o seu grupo sanguíneo ABO, sendo que a frequência do grupo seguiu a ordem O>A>B>AB. Duas pessoas, 4,9%, não responderam. Um participante citou o sistema Rh acompanhando o sistema ABO (este dado não foi lançado na tabela).

Tabela 5 - Caracterização dos professores quanto ao sexo, à idade, ao conhecimento do grupo sanguíneo ABO e ao tipo sanguíneo do sistema ABO.

Respostas	n	%	
Idade	20-30anos	7	17,1
	30-40 anos	24	58,5
	40-50 anos	9	22
	50-60 anos	1	2,4
Conhecimento do próprio grupo sanguíneo	Sim	39	95,1
	Não lembro/Em branco	2	4,9
Grupo sanguíneo ABO	A	15	36,6
	B	3	7,3
	AB	2	4,9
	O	19	46,3
	Não lembro/Em branco	2	4,9

Fonte: Dados da Pesquisa

A tabela 6 apresenta as respostas dos professores à questão aberta: “Em sua opinião qual é a importância de saber seu grupo sanguíneo?”. Para essa questão os professores puderam dar mais de uma resposta. As respostas mais citadas foram transfusões e emergências, entretanto, alguns responderam sobre prevenção de doenças e problemas de saúde.

Tabela 6: Respostas dos professores quanto à importância de saber o seu grupo sanguíneo.

Resposta	n	%
Transfusão	29	40,28
Emergência	11	15,28
Transplante	7	9,72
Prevenção de doenças	7	9,72
Incentivar doação	4	5,55
Princípios básicos de genética	2	2,78
Problemas de saúde	3	4,17
Curiosidade	4	5,55
Hereditariedade/Paternidade	4	5,55
Sem importância	1	1,40

Fonte: Dados da Pesquisa

6.2. PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES ACERCA DO ENSINO DO SISTEMA ABO

Quando questionados se abordavam o assunto grupo sanguíneo ABO, em suas aulas, a maioria respondeu que sim. Os participantes apontaram várias finalidades de abordar esse tema (Tabela 7).

Tabela 7: Resposta dos professores acerca da finalidade de abordar ABO e em qual(is) conteúdo(s) utiliza o sistema ABO como exemplo.

Respostas	n	%
Grupos Sanguíneos	7	12,5
Alelos Múltiplos	10	17,9
Transfusão	5	8,9
Herança genética / paternidade	4	7,1
Conteúdos de genética	11	19,6
Codominância e dominância	3	5,4
Relação antígeno - anticorpo	2	3,6
Prevenção de doenças na gravidez	1	1,8
Doação de sangue	5	8,9
Sistema Cardiovascular	4	7,1
Saúde	1	1,8
Proteínas	1	1,8
Compatibilidade	1	1,8
Embriologia	1	1,8

Fonte: Dados da Pesquisa

Quanto aos livros didáticos adotados no triênio pelos professores, os três livros mais citados foram: os de Amabis; Martho (2016); Lopes; Rosso (2016) e Linhares; Gewandszajder; Pacca (2016), como mostra a Tabela 8.

A maioria dos professores que participaram da pesquisa, quando questionados se o livro didático adotado contempla o conceito chave grupo sanguíneo, disse que sim. Dois professores não lembravam se o livro abordava o conteúdo.

Tabela 8 - Coleções adotadas pelos professores entrevistados no último triênio.

Resposta	n	%
Não Recordo	5	12,2
AMABIS; MARTHO (2016)	10	24,5
OGO; GODOY (2016)	1	2,4
BANDOUK <i>et al.</i> (2016)	6	14,6
Apostila	2	4,9
LOPES; ROSSO (2016)	8	19,5
LINHARES; GEWANDSZNAJDER; PACCA (2016)	6	14,6
SEZAR; SEZAR; CALDINI (2015)	2	4,9
Não respondeu	1	2,4

Fonte: Dados da Pesquisa

A maioria dos professores (63,4 %) não faz uso de aula prática para abordar o tema sistema sanguíneo ABO. Dentre os professores que responderam que dão aula prática para

abordar o conteúdo, há tipagem sanguínea com material biológico, atividades lúdicas, simulações e simulações virtuais no computador, como pode ser visto na Tabela 9.

Tabela 9: Caracterização dos professores quanto ao tipo de aula prática utilizada.

Tipo de aula prática	n	%
Tipagem sanguínea	8	53,3
Atividades lúdicas	3	20
Levar para doar sangue	1	6,7
Prática com leite e vinagre	2	13,3
Simulações virtuais	1	6,7

Fonte: Dados da Pesquisa

Quando questionados a respeito da importância de ensinar sistema sanguíneo ABO para o Ensino Médio, pode-se observar que 33,3% das respostas citadas foi doação de sangue/transfusão sanguínea e 14% foram emergências. Entretanto, foram citados temas que não se enquadram nesse conteúdo, como: doenças na gestação, prevenção de doenças, relação chave-fechadura e gravidez de risco (Tabela: 10).

Tabela 10: Respostas dos professores quanto à importância de ensinar ABO para o Ensino Médio.

Respostas	n	%
Doação/ Transfusão de sangue	24	33,3
Transplantes	1	1,4
Alelos Múltiplos	4	5,5
Emergências	10	14
Paternidade/ Hereditariedade	6	8,3
Funcionamento do corpo	12	16,7
Preparação para provas	4	5,5
Prevenção de doenças	1	1,4
Políticas sociais de saúde	1	1,4
Relação chave-fechadura	1	1,4
Doenças na gestação	3	4,2
Gravidez de risco	1	1,4
Grupo Sanguíneo	4	5,5

Fonte: Dados da Pesquisa

6.3. O SISTEMA SANGUÍNEO ABO NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

Com a finalidade de fazer um levantamento de assuntos referentes ao sistema sanguíneo ABO, foram selecionadas nove coleções de livros didáticos de Biologia para o ensino médio, dentre os que foram distribuídos pelas editoras como material de divulgação para análise e escolha do livro didático para a rede estadual de ensino de Goiás e do Distrito Federal.

Realizou-se uma triagem do conteúdo desses nove livros, a partir do qual foi possível observar que todos trazem o tema sistema sanguíneo ABO. Porém, a abordagem do tema aparece em oito livros sugeridos para o terceiro ano, enquanto que em Thompson e Rios (2016), estão sugerindo o tema para o segundo ano do ensino médio. Foi feita a leitura de cada um dos livros e após isso foi escrita uma síntese de como cada um desses livros trabalhou o assunto. A seguir encontra-se a síntese.

Favaretto (2016) intitula o capítulo do livro como Mendel e variações e, como subtítulo, Alelos múltiplos e grupos sanguíneos. O assunto é introduzido com um informativo sobre transfusão. Em seguida, o livro trabalha o tema alelos múltiplos, que trata sobre a estabilidade do material genético e a possibilidade de mutações no mesmo. Faz um breve histórico da descoberta do ABO pelo cientista Karl Landsteiner e trata das transfusões. Finaliza o capítulo com a herança do sistema ABO, onde o autor trata que existe codominância entre os alelos I^A e I^B , sendo ambos dominantes sobre i .

Thompson e Rios (2016) não tratam o assunto no 3º ano, mas sim, no 2º ano, no capítulo que tem como título: Outros tipos de herança, subtítulo: Herança dos grupos sanguíneos humanos. O autor começa com a determinação e características do sistema sanguíneo ABO e em seguida fala das regras da transfusão sanguínea.

Bandouk *et al.* (2016) intitula o capítulo como: Os alelos múltiplos. Inicia com um pequeno histórico sobre transfusões sanguíneas. Apresenta o conceito de alelos múltiplos, os grupos sanguíneos do sistema sanguíneo ABO e as substâncias envolvidas. A determinação dos grupos sanguíneos nos indivíduos, transfusões possíveis e trabalha a genética do sistema sanguíneo ABO, citando que os alelos I^A e I^B apresentam entre si uma relação de codominância, mas ambos são dominantes em relação ao alelo i . Faz uma breve citação sobre a genética dos grupos sanguíneos ser um pouco mais complexa, porém não é trabalhada.

Em Bizzo (2016), o capítulo referente ao assunto tem como título: Expansão da Genética e subtítulo: alelos múltiplos. Neste capítulo, o autor relaciona dos tipos sanguíneos

do sistema ABO, com os antígenos e os anticorpos presentes em cada caso. Exemplifica que o grupo sanguíneo ABO como um caso de codominância entre os alelos I^A e I^B e dominância desses com relação ao alelo i . Além disso, ele explica como montar um heredograma com finalidade de analisar possíveis heterozigotos. O autor dá ênfase ao fracionamento do sangue para utilização dos hemocomponentes e a diferença de compatibilidade sanguínea quando se tratam de hemácias, plasma e sangue total.

Lopes e Rosso (2016) intitulam o capítulo como: A herança simultânea de duas ou mais características e subtítulo: A herança dos Grupos sanguíneos humanos. No livro, os autores citam que existem cerca de 20 sistemas de classificação de grupos sanguíneos, porém só o ABO, Rh e MN serão trabalhados. Ademais, os autores tratam sobre as interações entre os três alelos e os possíveis genótipos e fenótipos. Além disso, os autores trabalham a codominância em termos bioquímicos e mostram a determinação dos grupos sanguíneos do sistema ABO e a relação dos tipos sanguíneos, com os antígenos e os anticorpos presentes em cada caso. O assunto é encerrado quando o procedimento para verificação do grupo sanguíneo e as possibilidades de transfusão de sangue considerando o sistema sanguíneo ABO e o Rh são tratados. Finalmente, o fenótipo Bombaim é relatado em um quadro no final do capítulo, como curiosidade, o livro também trata da genética do ABH.

Em Amabis e Martho (2016), o capítulo é intitulado como: Fundamentos da Genética. Subtítulo: Herança de grupos sanguíneos na espécie humana. Os autores trabalham os experimentos realizados por Landsteiner que deram origem à descrição deste sistema de grupos sanguíneos. O livro trata da caracterização do sistema sanguíneo ABO e exemplifica um caso de alelos múltiplos, em que os alelos I^A e I^B comportam-se como codominantes, e o alelo recessivo i , em relação aos outros dois, como recessivo. Trata também da relação entre genótipos e fenótipos e faz uma breve citação sobre a substância precursora H. Em um quadro à parte, os autores trabalham o sistema ABO e transfusões sanguíneas e afirmam que o plasma do sangue doado não tem efeito relevante na transfusão.

Linhares e Gewandszajder (2016) denominam o capítulo como: Grupos sanguíneos e polialelia. O livro aborda a questão dos antígenos e anticorpos introduzindo o assunto, em seguida trata do sistema sanguíneo ABO de grupos sanguíneos e seus respectivos antígenos, aglutininas, genótipos e a relação de codominância entre os alelos I^A e I^B . Faz uma breve citação sobre os alelos promoverem a síntese de enzimas que acrescentam açúcares específicos a uma substância precursora na membrana da hemácia. Ademais, o livro explica o teste para determinar o grupo sanguíneo e depois faz um breve histórico das descobertas

dos grupos ABO. Conclui dando ênfase à transfusão e fala a respeito do fracionamento do sangue para utilização dos hemocomponentes.

Pezzi *et al.* (2015) intitulam o capítulo de: Polialelismo ou alelos múltiplos. Neste capítulo, explicam que podem existir vários alelos, resultantes de mutações, alternativos para um mesmo locus. O livro cita como exemplo clássico de alelos múltiplos codominantes o sistema sanguíneo ABO do ser humano. Aborda a classificação e padrão de herança e também refere-se aos pontos que caracterizam o fenótipo Bombaim. Inclui a explicação do genótipo dos indivíduos, a presença ou a ausência de antígenos nas hemácias e o teste para verificar se um indivíduo é um falso O – Bombaim.

Ogo e Godoy (2016) apresentam o capítulo com o título: Variações no padrão de herança. No início do capítulo o autor dá ênfase à necessidade de doar mais sangue no Brasil. Refere-se ao sistema sanguíneo ABO como exemplo de polialelia em humanos. O livro trata das características, sua herança genética e as regras para a transfusão de sangue e do fracionamento do sangue.

A seguir encontra-se o Quadro 2 que mostra os resultados onde se levantou os assuntos explorados no capítulo em que o tema está abordado.

Quadro 2: Levantamento dos assuntos referentes ao sistema sanguíneo ABO abordados em coleções de livros do ensino médio.

Lista dos assuntos que são abordados no capítulo sobre o Sistema sanguíneo ABO	Coleções de livros do Ensino Médio									
	AMABIS; MARTHO (2016)	BIZZO (2016)	FAVARETTO (2016)	GEWANDSZNAIDER; PACCA	LINHARES;	LOPES; ROSSO (2016)	OGO; GODOY (2016)	PEZZI; GOWDAK; MATTOS (2010)	BANDOUK <i>et al.</i> , (2016)	THOMPSON; RIOS (2016)
Alelos múltiplos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sangue tipo O como doador universal e AB como receptor universal	X		X			X		X	X	X
Fracionamento do sangue		X		X			X			
Herança genética (genótipo e fenótipo)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Antígenos ABH	X			X	X		X			
Fenótipo Bombaim						X		X		
Antígeno e Anticorpo do grupo ABO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Referência aos vários grupos sanguíneos eritrocitários						X				

Fonte: Dados da Pesquisa

6.4.SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Em virtude dos fatos mencionados, ou seja, a resposta dos professores aos questionamentos feitos e o levantamento dos assuntos referentes ao sistema sanguíneo ABO abordados em coleções de livros do ensino médio, sugerimos uma sequência didática. Essa foi produzida no intuito de que o professor possa abordar o tema em um nível de

aprofundamento próprio para estudantes do ensino médio, porém de forma a contemplar também a genética do sistema sanguíneo ABO.

A sequência didática desenvolvida foi elaborada propondo cinco aulas de cinquenta minutos, sendo que um desses encontros deve ser feito durante uma aula dupla (Quadro 3). Para elaboração da sequência didática, foram escolhidos materiais de baixo custo. Além disso, foram selecionadas metodologias apropriadas para tratar do tema genético do sistema sanguíneo ABO. Está organizada de forma que o professor poderá adequá-la suas necessidades.

No quadro seguinte, apresentamos o resumo da organização da sequência didática, em que consta o número de aulas, o tema, os objetivos e as estratégias propostas para cada aula. Faz-se necessário deixar claro aqui que a aula sobre transfusão sanguínea foi inspirada na aula proposta por Bastos, Martinelli e Tavares (2010), com modificações.

Quadro 3: Síntese da sequência didática

Momento	Tema	Aula	Duração	Objetivos	Estratégias
1	Incidência populacional do sistema sanguíneo ABO humano.	1	50 minutos	<ul style="list-style-type: none"> - Estimar a frequência dos tipos de grupos sanguíneo ABO a partir de dados coletados pelos alunos. - Comparar com a frequência de outras regiões. - Demonstrar que a frequência dos grupos sanguíneos varia de acordo com a população estudada 	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa prévia dos tipos sanguíneos ABO. - Sondagem sobre o conhecimento dos estudantes sobre o tema e coleta dos dados para confecção da tabela. - Discussão em grupo os sobre os índices encontrados.
2	Herança	2	50 minutos	<ul style="list-style-type: none"> - Trabalhar conceitos-chaves relacionados a determinantes do sistema ABO e sua herança 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionamentos e sondagem sobre a herança do sistema ABO, e resolução de estudo de caso. - Confecção de heredogramas do estudo de caso. - Elaborar hipóteses e retomada aos questionamentos do início da aula.
3	Transfusão sanguínea	3 e 4	1 hora e 40 minutos	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer genes alelos, genótipo e fenótipo associado com o sistema sanguíneo ABO nos seres humanos. - Identificar determinados aspectos envolvidos com as transfusões de sanguíneas e o sistema sanguíneo ABO. - Mostrar o método experimental empregado por Karl Landsteiner, bem como as conclusões formuladas por ele, a partir dos resultados de seus experimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionamentos e sondagem sobre o tema. - Leitura do texto de apoio. - Prática e coleta de dados. - Discussão dos dados e retomada aos questionamentos do início da aula.
4	Epistasia	5	50 minutos	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar o fenótipo Bombaim e sua incidência. - Explicar os determinantes do fenótipo Bombaim, sua herança, bem como as regras para transfusão de sangue. 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionamentos e sondagem sobre o tema. - Leitura do texto de apoio. - Prática demonstrativa e exposição dialogada. - desenho esquemático da superfície das hemácias.

DISCUSSÃO

7. DISCUSSÃO

7.1. PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA SOBRE O TEMA ENSINO DO SISTEMA ABO

Os dados obtidos a partir do questionário forneceram informações sobre a importância de saber o seu grupo sanguíneo nos casos de transfusões (40,28%) e de emergência (15,28%). No entanto, em caso de necessidade de transfusão sanguínea se faz necessário à realização de um pré-teste para realizá-la, como previsto na Resolução de Direito Colegiada - RDC 57 de 16/12/2010 pela ANVISA (BRASIL, 2010). Neste sentido, a tipagem sanguínea que consta em documentos, tarjetas ou capacetes não são suficientes para procedimentos médicos com finalidade de realização de transfusão. Porém, no caso de chamadas para doação de sangue é muito importante saber o tipo sanguíneo, pois o ato de doar sangue pode salvar vidas. E também, quando temos o auxílio de dois sistemas sanguíneos, como o ABO e o Rh, nos casos da eritroblastose fetal, será de grande importância na prática médica.

Ainda, considerando essa temática, chama atenção o fato de parte dos participantes relacionar a importância de saber o seu grupo sanguíneo à prevenção de doenças e a problemas de saúde. Segundo Piloto *et al.*, (2011), que realizou uma revisão acerca da suscetibilidade de grupos de indivíduos a determinadas doenças e uma discussão se o sistema ABO está associado a essas patologias, os estudos acerca da importância evolutiva e biológica dos antígenos dos grupos sanguíneos e suas relações com doenças são altamente controversas, mesmo sendo estudadas a, quase, um século. O autor ainda acrescenta:

Ao longo dos anos, tem sido demonstrado que pessoas de diferentes tipos sanguíneos (ABO) apresentam sensibilidades variadas, tanto na aquisição, quando na magnitude do desenvolvimento de certas doenças. Majoritariamente, as investigações nesta área são baseadas em dados colhidos puramente através de estatísticas, e são grandes as discrepâncias observadas em estudos semelhantes realizados em lugares distintos, o que nos leva a sugerir que estudos laboratoriais necessitam serem feitos para acrescentarem maiores subsídios aos fatos já propostos (PILOTO *et al.*, 2011).

A pesquisa vem de encontro, também, a alertar as pessoas adeptas a dieta do tipo sanguíneo. Esta dieta considera que cada grupo sanguíneo ABO deve consumir determinados tipos de alimento e evitar outros. Quando um indivíduo consome os alimentos certos, de acordo com as características do seu grupo sanguíneo, esses são capazes de tratar e prevenir doenças, acelerar o metabolismo e, com isso, emagrecer. Porém não existe nenhuma

comprovação científica da sua eficácia e também da restrição de determinados alimentos. Pode, também, levar a carência de determinados nutrientes necessários ao bom funcionamento do organismo (WANG; GARCÍA-BAILO; NIELSEN; EL-SOHEMY, 2014).

7.2. PERCEPÇÃO DOS PROFESSORES ACERCA DO ENSINO DO SISTEMA ABO

Quanto à importância de saber o seu grupo sanguíneo, o maior índice de respostas foi relacionada à transfusão sanguínea (Tabela 8) assim como a importância de ensinar o sistema sanguíneo ABO a doação e transfusão. Nesse contexto, é importante salientar que seria importante saber a tipagem sanguínea no sentido de sensibilização para as chamadas do hemocentro, para manter os estoques adequados de hemocomponentes, a fim de suprir necessidades. Porém, é importante desmistificar a concepção sobre o tipo sanguíneo AB ser o receptor universal e o tipo sanguíneo O ser o doador universal.

A transfusão do grupo sanguíneo ABO, quando realizada de forma correta, pode salvar vidas. Porém, quando é realizada de forma incorreta, pode levar o receptor a óbito. Isto se deve por meio de uma reação hemolítica intravascular, podendo causar lesões de órgãos, risco de sensibilizações tardias e futuras.

Estudos realizados por Gambero *et al.* (2004), demonstraram que, dentre os doadores de sangue tipo O do Hemocentro de Botucatu, 12,8% dos doadores eram considerados perigosos, pois foram encontrados no soro desses doadores altas concentrações de hemolisinas anti-A e anti-B. Mesmo em quantidades pequenas de plasma incompatíveis, consideradas condutas seguras, não o são, pois estas podem causar reações hemolíticas.

Fernandes *et al.* (2008), corrobora afirmando que:

Caso um indivíduo do grupo O, apresentando em seu soro/plasma anticorpos anti-A e anti-B, de sangue para outro indivíduo não-isogrupo, mesmo que seja concentrado de hemácias, certa quantidade de plasma sempre estará presente. Quando o título das aglutininas for elevado (superior a 1/100 no chamado doador O perigoso) poderá ocorrer reação transfusional, gerando reação hemolítica intravascular (Fernandes, *et al.*, 2008).

Em virtude do que foi mencionado, é importante deixar claro que, quando se fala de transfusão sanguínea, o que está sendo transfundido não é o sangue total, mas sim os hemocomponentes do sangue que foi fracionado. E também, que a relação do doador universal e receptor universal dependem do tipo de hemocomponente que vai ser utilizado durante a transfusão.

Com finalidade de abordar ABO foram citados ainda como exemplos os conteúdos sistema cardiovascular, proteínas e embriologia (Tabela 9). Todavia, esses conteúdos citados não são apropriados como modelo para a abordagem do tema. Carvalho e Perez (1993) consideram de fundamental importância que o professor conheça o conteúdo a ser ensinado e que se empenhe na busca de conhecimento sobre o tema que pretende tratar. Do mesmo modo, Pschisky (2003), em sua pesquisa sobre análise dos grupos sanguíneos nos livros didáticos de Biologia, fala sobre a importância do professor dominar o tema, a fim de fazer uma abordagem adequada.

Cabe ressaltar que, com relação à utilização de aulas práticas para abordar o tema, a maioria dos participantes não utiliza desse meio, mas alguns professores recorrem a este tipo de abordagem. Alguns deles de forma lúdica, outros com simulações e ainda outros com abordagem prática a partir da utilização de material biológico. Porém, neste último caso, é importante salientar que este tipo de abordagem está em desacordo com o Art. 1º da lei nº 11.794/2008, que proíbe a utilização de animais (vertebrados) vivos em atividades educacionais de ensino fundamental e médio (BRASIL, 2008).

7.3. O SISTEMA SANGUÍNEO ABO NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

A maioria dos participantes adota livros didáticos e os conteúdos são abordados nesses livros, como foi citado anteriormente. Em seu estudo sobre análise das causas que dificultam a aprendizagem dos conteúdos de genética, Banet e Ayuso (1995) apresentaram que o livro didático é o principal norteador do ensino de genética na escola e que o professor, muitas vezes, não faz as devidas adequações quando utiliza esses em suas aulas. Ainda, Batisteti (2007), analisando livros didáticos de Ensino Básico, observou falhas quanto a conceitos e contextualização histórica em três dos quatro livros didáticos analisados.

Além disso, Camargo e Infante-Malachias (2007) destacaram, em sua reflexão sobre os problemas que mais afetam o ensino de genética humana, que muitos conceitos estão sendo trabalhados de forma errada e descontextualizada. Sugerem que bastaria relacionar o assunto ao dia a dia do estudante, assim os alunos poderiam identificar o tema e aplicá-lo ao seu cotidiano. Acrescenta também que a maioria das características humanas visíveis e comuns que são usadas nas salas de aula, e que estão presentes em muitos livros do ensino médio, não tem um método de herança mendeliana e, em determinados casos, há pouca ou

nenhuma influência genética sobre esse traço. E ainda, outros casos que são tratados como herança mendeliana, que já existem pesquisas, mostram que se trata de heranças mais complexas. Sendo assim, o assunto está sendo tratado por professores e pelos livros de forma errônea e, desta forma, está contribuindo para continuar a perpetuação de mitos (MACDONALD, 2011).

Neste sentido, o quadro 1 aponta que, das nove coleções analisadas, seis citam o tipo sanguíneo AB como receptor universal e o tipo sanguíneo O como doador universal e só três coleções não o fazem, sendo essas: Ogo e Godoy (2016), Linhares e Gewandsznajder (2016) e Bizzo (2016).

Do mesmo modo, apenas os autores Ogo e Godoy (2016), Linhares e Gewandsznajder (2016) e Bizzo (2016) falam sobre o fracionamento do sangue e utilização de hemocomponentes nas transfusões.

E ainda, com relação à transfusão sanguínea Amabis e Martho (2016), afirmam que:

Uma dúvida comum é se o plasma do sangue doado também tem efeito relevante na transfusão. Considerando que a quantidade de sangue doada é relativamente bem menor que a do sangue da pessoa que o recebe, a resposta é não. Isso porque as aglutininas do plasma do doador diluem-se no plasma do receptor, causando pouca ou nenhuma aglutinação de suas hemácias. Assim, na prática, o que é relevante na transfusão são as aglutininas do plasma do receptor e os aglutinogênios das hemácias do doador.

Entretanto, têm sido descritos na literatura alguns casos de reação hemolítica graves, decorrentes de transfusões sanguíneas com plasma incompatível. Inwood e Zuliani (1978) descreveram que um paciente do grupo sanguíneo A, ao receber transfusão de concentrado de hemácias contendo resíduos de plasma com elevado título de anti-A, teve uma reação hemolítica. Neste sentido, McLeod *et al.* (1982) também relatam que um paciente que realizou uma transfusão de concentrado de plaquetas com pequenas quantidades de plasma incompatível teve também uma reação hemolítica.

Observamos também que, em alguns casos, a informação se encontra desatualizada, como no caso dos autores Lopes e Rosso (2016), que citam vinte grupos sanguíneos eritrocitários, sendo que hoje o ISBT já descreveu trinta e seis grupos sanguíneos eritrocitários. Porém é o único livro que fala da existência de vários grupos.

O fenótipo Bombaim só é tratado pelos autores Pezzi *et al.* (2015) e Lopes e Rosso (2016).

Com relação ao antígeno ABH, esse só é trabalhado pelos autores Pezzi *et al.* (2015), Lopes e Rosso (2016) e Linhares e Gewandsznajder (2016).

7.4. SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Para Franco (2018), uma sequência didática “em algumas situações se assemelha com um plano de aula, porém se difere na sequência que o conteúdo deverá ser organizado, de forma que leve o estudante a uma evolução no conhecimento, através do aprofundamento dos estudos sobre o tema”. Dessa forma, apresentamos uma proposta de sequência didática onde pretendemos aprofundar o assunto sistema sanguíneo ABO.

CONCLUSÃO

8. CONCLUSÕES

De acordo com os professores, o ensino de ABO tem importância por auxiliar em emergências médicas e transfusões sanguíneas, além de fatores não relacionados ao sistema ABO. Esses são mitos, visto que o conhecimento sobre o grupo sanguíneo ABO e o seu próprio grupo sanguíneo não é suficiente para procedimentos médicos, que tem protocolos e resoluções próprias. Porém, esta informação é de muita importância com relação a sensibilização para as chamadas dos hemocentros e também quando associado a outros grupos sanguíneo na aplicação médica e eritroblastose fetal.

Os resultados apontaram que os professores têm como finalidade abordar conteúdos de genética, alelos múltiplos e grupos sanguíneos, entretanto cabe ressaltar que existem alguns mitos com relação ao sistema ABO. O primeiro seria a crença de que alguns grupos sanguíneos são mais suscetíveis a desenvolver determinadas doenças. Estudos ou pesquisas realizadas nessa área mostram que não existe nenhum dado que comprove esse pensamento ou essa linha de pensamento. Nesse sentido, também é possível mencionar a dieta dos grupos sanguíneos que também não possui sua eficácia comprovada.

Outro mito que também precisa ser resolvido é a questão do doador e receptor universal, pois como foi dito no trabalho, não é o sangue total que é transfundido, mas sim, através do fracionamento do sangue, os hemocomponentes. Comparando hemácias e plasma, o papel de doador e receptor universal não é o mesmo, sendo assim não podemos tratar o tipo sanguíneo O como sendo doador universal e o AB como receptor. Ainda é importante ressaltar que mesmo sendo considerado doador universal o tipo O, dependendo da quantidade de hemolisina presente em seu plasma, pode levar o paciente receptor da transfusão a óbito.

Com relação aos livros didáticos é possível notar que muitos se encontram desatualizados e causam equívocos com relação à transfusão sanguínea, pois abordam que o que deve ser utilizado na transfusão é o sangue total e não os hemocomponentes e, além disso, esses não levam em consideração qual dos hemocomponentes está sendo transfundido, gerando a crença de que o tipo sanguíneo O é sempre o doador universal e o AB é o receptor, o que, dependendo do hemocomponente, não é verdade.

Ainda, no que diz respeito à genética do sistema ABO, a maior parte dos livros dá ênfase no genótipo e no fenótipo, deixando de lado o antígeno ABH prejudicando, assim, o entendimento do fenótipo Bombaim.

Como limitações do estudo, pode-se citar o número de participantes e a realização do estudo só com professores da rede pública de ensino, inviabilizando a possibilidade de

comparação entre os diferentes serviços de ensino e melhor compreensão do estudo. Dentre os pontos fortes, podemos citar a análise dos livros, que possibilitou detectar alguns erros que promovem a perpetuação de mitos e a construção de uma sequência didática. Como agenda futura de trabalho, recomenda-se a aplicação da sequência didática, a fim de verificar sua eficácia.

Em suma, espera-se, portanto, que a presente pesquisa traga contribuições para o amadurecimento das discussões sobre assunto e uma forma particular de abordar o sistema sanguíneo ABO, a fim de minimizar os equívocos e mitos relacionados a este assunto.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia Moderna: Amabis & Martho**. 1ª ed. Editora Moderna, São Paulo, 2016.

ARAUJO, A B; GUSMÃO, F A. As principais dificuldades encontradas no Ensino de Genética na Educação Básica Brasileira. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**. v. 10, n. 1, 2017. Disponível em: < <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/4710>>. Acesso em: 24/8/2018.

BANET, E.; AYUSO, E. Introdução à genética na escola secundária e alta: ensino e conteúdo do conhecimento dos alunos. **Ensenanza De Las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 137-53, 1995.

BASTOS, R. W; MARTINELLI, F. S; TAVARES, M. G. Brincando com o sistema sanguíneo: proposta alternativa para o ensino dos grupos sanguíneos ABO. **Revista Genética na escola**, v. 5, n. 2, p 38-40, 2010. Disponível em: <<https://www.geneticanaescola.com.br/volume-5---n-2>>. Acesso em: 22/05/18.

BATISSOCO, A.C.; NOVARETTI, M.C.Z. Aspectos Moleculares do Sistema Sanguíneo ABO. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v.25, n.1, p.47-58, 2003. Disponível em:< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-84842003000100008>. Acesso em: 04/05/18.

BATISTETI, C. B. *et al.* **A abordagem histórica do sistema de grupo sanguíneo ABO nos livros didáticos de Ciências e Biologia**. Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências. Florianópolis: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

BEIGUELMAN, B. **Farmacogenética e sistemas sanguíneos eritrocitários**. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1982.

_____. Os Sistemas Sanguíneos Eritrocitários. Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 3a Edição, 2003.

BELMIRO, M S; BARROS, M D M. Ensino de genética no ensino médio: uma análise estatística das concepções prévias de estudantes pré-universitários. **Revista Práxis**, v. 9, n. 17, p. 1-8, 2017.

BENNETT E, S. *R et al.* Genomic cloning of the human histo-blood group ABO locus. **Biochem Biophys Res Commun** 1995; 206: 318-25.

BIZZO, N. **Biologia: novas bases: ensino médio**. 1ª ed. Editora IBEP, São Paulo, 2016.

BLUMENFELD O.O.; PATNAIK S.K. Allelic genes of blood group antigens: a source of human mutations and cSNPs documented in the Blood Group Antigen Gene Mutation Database. *Hum Mutat*. 2004;23:8–16.

BLUMENFELD, O. ABO gene alleles documented in the BGMUT database. 2017. Disponível em: < <ftp://ftp.ncbi.nlm.nih.gov/pub/mhc/rbc/Final%20Archive>>. Acesso em: 30/07/19.

BORÉM, A. A história da Biotecnologia. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v.1, n 34, p. 10-2, 2005.

BONIFÁCIO, S. L.; NOVARETTI, M. C. Z. Funções biológicas dos antígenos Eritrocitários. **Revista Brasileira de hematologia e Hemoterapia**, v. 31 n.2, p. 104-11, 2009. Disponível em< http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-84842009000200013>. Acesso em: 23/04/19.

BONZANINI, T.K.; BASTOS, F. **Temas de genética contemporânea e o ensino de ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?** UNEP, 2011. Disponível em: www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0389-2.pdf. Acesso em: 15/10/2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

_____. Presidência da República. **Lei nº 1.075, de 27 de março de 1950**. Dispõe sobre doação de sangue. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 abr. 1950. Seção 1, p. 5425.

_____. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei nº 9394, 20 de dezembro de 1996.

_____. Ministério da Saúde. **Coordenação Nacional de DST e AIDS**. Preparação de hemocomponentes. Brasília, 1998. (Série TELELAB).

_____. **Lei nº 10.295, de 21 de março de 2001**. Regulamenta o § 4º do art. 199 da Constituição Federal, relativo à coleta, processamento, estocagem, distribuição e aplicação do sangue, seus componentes e derivados, estabelece o ordenamento institucional (.). Diário Oficial da União, Seção 1, 22 mar 2001.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2006.

_____. **Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008**. Regulamenta o inciso VII do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei no 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 9 dez. 2008.

_____. **Resolução – RDC nº 57 de 16 de dezembro de 2010**. ANVISA, 2010.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº1.353, de 13 de junho de 2011**. Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos Hemoterápicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 14 jun. 2011.

_____. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.712, de 12 de novembro de 2013**. Redefine o regulamento técnico de procedimentos hemoterápicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 221, 13 nov. 2013. Seção 1, p. 106.

_____. Ministério da Saúde; **Guia para o uso de Hemocomponentes**. 2ª edição. Brasília - DF, 2014.

BROWN, H. Jean Denis and transfusion of blood: Paris, 1667-1668. **JSTOR**, v. 39, n. 1, 15-29, 1948.

CAMARGO, S.S; INFANTE- MALACHIAS, M.G. A genética humana no Ensino Médio: algumas propostas. **Genética na Escola**, v.2, n.1, p. 14-6, 2007.

CARABETTA, V. J. Uma investigação microgenética sobre a internalização de conceitos de biologia por estudantes do ensino médio. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.

CARVALHO, A. M. P.; PEREZ, G D. **Formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993. 120 p.

CASTANHEIRA, M. M.. Sangue raro é defeito genético. **Jornal da USP**, 2017. Disponível em: < <https://jornal.usp.br/atualidades/sangue-raro-e-defeito-genetico/>>. Acesso em: 20/04/19.

CHESTER, M. A.; OLSSON, M. L. The ABO blood group gene: A locus of considerable genetic diversity. **Transfus Med Rev**. v. 15, n. 3, p. 177-200, 2001.

CRUZ, J. B. **Laboratórios**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. 104 p. Disponível em: <portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/profunc/13_laboratorios.pdf>. Acesso em: 30/10/18.

COLSAN, Associação Beneficente de Coleta de Sangue- **Guia da Hemoterapia 2011**.

DANIELS, G. L. *et al*. Blood group terminology 2004: from the International Society of Blood Transfusion committee on terminology for red cell surface antigens. **Vox Sang**. v. 87, n. 4, p. 304-16, 2004.

DANIELS G. Human blood groups: Introduction. Oxford, UK: Wiley-Blackwell 2013.

DASILIO, K. L. A.; PAES, M. F. Genética no cotidiano: sistema ABO na Transfusão sanguínea. **Revista Genética na escola**, v. 4, n. 2, p 30-5, 2009.

DONOVAN, A. J. Richard Lowe, M. D., physician and surgeon (1631-1691). **World Journal of Surgery**, v. 28, n. 9, p. 938-45, 2004.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento**. In: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. e colaboradores. Gêneros orais e escritos na escola. Tradução e organização de Roxane Rojo e Glaís Sales Cordeiro. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

FAVARETTO, J. A. **Biologia e diversidade. 3º ano**, 1ª ed. Editora FTD, São Paulo, 2016.

FERGUSON-SMITH, M. A., *et al.* Localisation of the human ABO. Np- 1: AK- I linkage group by regional assignment of AK- I to 9q34. **Hum Genet**, v. 34, n. 1, p. 35-43, 1976.

FERNANDES, V.C. *et al.* Frequência de hemolisinas anti-A e anti-B em doadores de sangue de Itapeva e Ourinhos. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter**, v.30, n.6, p.453-456, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbhh/v30n6/v30n6a07.pdf>>. Acesso em: 24/06/19.

FRANCO, D. L. A importância da sequência Didática como metodologia no Ensino Médio da disciplina de Física moderna no Ensino Médio. *Revista Triângulo*, v.11, n.1, p. 151 – 162, 2018. ISSN 2175-1609.

FRANÇOISE, R.; SAI, P.; DESCHAMPS, J.Y. Xenotransfusions, past and present. **Xenotransplantation** 2007; v. 14, n. 3, p. 208–16, 2007.

FRIEDMAN, C. Replicação de DNA, genótipo/fenótipo e herança quantitativa. 2013. Disponível em: < https://midia.atp.usp.br/plc/plc0030/impessos/plc0030_top03.pdf> . Acesso em: 10/05/2019.

GAMBERO, S. *et al.* Frequência de hemolisinas anti-A e anti-B em doadores de sangue do Hemocentro de Botucatu. **Rev. Bras. Hematol. Hemoter**, v.26, n.1, p.28-34, 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-84842004000100006>>. Acesso em: 25/04/19.

GIRELLO, A.L.KUHN, T.I.B.B., **Fundamentos da Imuno-Hematologia Eritrocitaria** Senac, São Paulo, 2002.

GIACÓIA, L. R. D. **Conhecimento básico de genética: concludentes do ensino médio e graduandos de Ciências Biológicas**. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2006.

GINGERICH, D. A. **Fluid, shock and blood therapy**. In: HOWARD, J.L. **Current veterinary therapy. Food animal practice 2**. Philadelphia, W.B. Saunders Company, 1986. p. 1-8.

GILBERT, J; WATTS, M. Concepts, misconception sand alternative Conceptions: changing perspectives in science education. **Studies in Science Education**, v.10, n. 1983, p.61-98, 1983.

GIRELLO, A.L; KUHN, T.I.B.B. **Fundamentos da imuno-hematologia eritrocitária**. São Paulo, Ed. Senac, 2002.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

GODOY, A.S. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, v.35, n.3, p. 20-9, 1995.

INWOOD, M. J. ; ZULIANI, B. Anti-A hemolytic transfusion with packed O cells. **Ann Intern Med.**, v. 89, n. 4, p. 515-6, 1978.

HUGES-JONES, N. C.; GARDNER, B. Red cell agglutination: the first description by Creite (1869) and further observations made by Landois (1875) and Landsteiner (1901). **British Journal of Haematology**, v. 119, N. 4, p. 889-93, 2002. Disponível em: <>. Acesso em: 21/05/19.

JENSON, A.B.; GHIM, S. J.; SUNDBERG, J. P. An inquiry into the causes and effects of the variolæ vaccinae (or cow-pox, 1798). **Exp Dermatol**, v. 25, n. 3, p. 176-80, 2016.

JUNQUEIRA, P C; ROSENBLIT, J; HAMERSCHLAK, N. História da Hemoterapia no Brasil. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v.27, n.3, p. 201-7, 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s1516-84842005000300013&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 30/05/19.

KLUG, W.S.; CUMMINGS, M.R.; SPENCER. C.A. & PALLADINO, M. A. **Conceito de Genética**. Porto Alegre: Arned, 2010.

KOECHE, D. K. *et al.* (Re) Descobrimos caminhos através da educação para interação com o doador de sangue que passa pela experiência de soropositividade. **Texto & Contexto Enfermagem**, v. 16, n. 3, p. 546-52, 2007. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-07072007000300022> Acesso em: 15/06/19.

KRASILCHIK, M. **Prática do ensino de Biologia**. 4º ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

_____. **Prática de Ensino de Biologia**. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2008.

KLAUTAU-GUIMARÃES, M.N. Mitos da Genética Humana. **Rev. Genética na Escola**, v. 9, n. 2, 2014.

LANDSTEINER, K. Individual Differences in Human Blood. *Science*, v. 73, n. 1, p. 403-9, 1931.

_____. On Agglutination of Normal Human Blood. **Transfusion**. v, 1, n 1, p 5-8, 1961.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**. Volume 3. Genética, Evolução e Ecologia. Editora Ática, São Paulo, 2016.

LLOP, E. R. *et al.* Caracterización molecular de alelos ABO*O del locus de grupo sanguíneo ABO en tres poblaciones chilenas. **Rev. méd. Chile**, v. 134, n. 7, p. 883-40, 2006.

Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872006000700005&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 01/06/19

LOPES, S.; ROSSO, S. **BIO**, 3. 3ª ed. Editora Saraiva, São Paulo, 2016.

MALHOTRA, N. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada. 4. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MATTOS, L. C. Duffy: um sistema de grupos sanguíneos com considerável complexidade. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v 30, n.4, p. 272-6, 2008.

MCDONALD, J. H. **Myths of Human Genetics**. Baltimore: Sparky House, 2011. Disponível em: <<http://udel.edu/~mcdonald/mythintro.html>>. Acesso em Maio, 2019.

MCLEOD, B. C. *et al.* Haemolytic transfusion reaction due to ABO incompatible plasma in a platelet concentrate. **Scand J Haematol**, v. 28, n. 3, p. 193-6, 1982.

MIRANDA, E. **O uso de aulas práticas investigativas na consolidação do aprendizado e na vivência do método científico - uma abordagem sobre grupos sanguíneos do sistema ABO**. Belo Horizonte: UFMG, 2014. Disponível em: <<http://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/monografias/ENCI/2014/Edivan%20Miranda.pdf>>. Acesso em: Abr. 2018.

MOLINARO, E. M.; CAPUTO, L.F.G.; AMENDOEIRA, M. R. R. (Org.). **Conceitos e métodos para formação de profissionais em laboratórios de saúde**. Rio de Janeiro, RJ: Instituto Oswaldo Cruz, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 2009-2010. v.4 p. 19 – 124. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/8661>>. Acesso em: Jan.19.

MOLISSON, P. L. Is it homologous or allogeneic? **Transfusion**, v. 32, n. 5, p. 494, 1992.

NAKAMURA, Y. *et al.* Purification and characterization of angiotensin I-converting enzyme inhibitors from sour milk. **J Dairy Sci**, v. 78, n. 4, p. 777-83, 1995.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**. v. 1, n. 3, p- 1-5, 1996.

OGO, M. Y.; GODOY, L.P. **Contato Biologia**. 1ª ed. Editora Quinteto, São Paulo, 2016.

OLIVEIRA, M.B. S. C. (org.) **Conceitos básicos e aplicados em imuno-hematologia**. / Organização de Maria Beatriz Siqueira Campos de Oliveira, Flávia Coelho Ribeiro e Alexandre Gomes Vizzoni. - Rio de Janeiro: EPSJV, 2013. 156 p.

OLIVEIRA, S. S. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar em Revista**, v. 1, n. 26, p. 01-18, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/114281>>. Acesso em: Maio, 2019.

PEDROSO, C. V. **Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático**. In: Congresso Nacional de Educação- EDUCERE e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia- PUCRS, 9. Curitiba, 2009. In: Anais do IX

Congresso Nacional de Educação- EDUCERE e III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia PUCRS. Curitiba, 2009. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/trabalhos_4.html> Acesso em: Maio. 2019.

PEREIRA, M.G. **Artigos científicos: como redigir, publicar e avaliar**. 1ªed. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2014.

PEZZI, Antônio; GOWDAK, D.O.; MATTOS, N.S. **Biologia: genética, evolução e ecologia**. 1ª ed. Editora FTD, São Paulo, 2010.

PICBEAR, A. Lócus dos Sistemas Sanguíneos, 2019. Disponível em: <<https://sopo.site/media/2024421884623780756>>. Acesso em : 10/05/19.

PILOTO, R L, *et al.* O sistema ABO e sua suscetibilidade à determinadas doenças. **Uningá Review**, v. 5, n. 3, p. 18-26, 2011. Disponível em: <https://www.mastereditora.com.br/periodico/20130803_1745262.pdf> Acesso em: Jan. 2019.

PSCHISKY, A. **Grupos sanguíneos humanos nos livros didáticos de Biologia – análise de conteúdo**. Dissertação (Mestrado em Educação do Centro de Ciências da Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

PURMANN, MG. **Grosser und ganz neu gewundener Lorbeer-Krantz oder Wund-Artzney**. 2ª Edição. Franckfurt:M. Rohrlach-Leipzig, 1692.

RAHFELD, P. *et al.* An enzymatic in the human gut microbiome that concerts A to universal O type blood. **Nature Microbiology**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2019.

RAHORST, L, WESTHOFF, C M. **ABO and H Blood Group System**. Transfusion Medicine and Hemostasis: Clinical and Laboratory Aspects, Third. 3 ed. p.139-147, 2019.

REIS, P. **O ensino de ética nas aulas de ciências através do estudo de casos**. Interações, n. 5, p. 36-45, 2007.

REZENDE, J.M.; MORAIS, V.A.; PERINI, G.E. **Seara de Asclépio: uma visão diacrônica da medicina** [Recurso eletrônico]. 2ª ed. – Goiânia: Editora UFG, 2018. Disponível em: http://www.editora.ufg.br/up/688/o/ebook_visao_diacronica.pdf. Acesso em: Junho, 2019.

ROUBINET F.; JANVIER D.; BKANCHER A. A novel cis AB allele derived from a M allele through a single point mutation. *Transfusion*, v..42, n.2, p. 239-46, 2002.

SCHENBEK-BRUNNER, H. **Human Blood Groups. Chemical and Biochemical Basis of Antigen Specificity**. 2th ed. Springer Wien New York, 2000.

SCHMOTZER, W.B. *et al.* Time-saving techniques for collection, storage and administration of equine blood and plasma. **Vet. Med.**, v.80, n.2, p.89-94, 1985.

SCHNETZLER, R. P. Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências. **Em aberto**, v. 11, n. 55, p 17-22, 1992.

SCHWARZ, H. P.; DORNER, F. Historical Review: Karl Landsteiner and his Major Contributions to Hematology. **British Journal of Haematology**, v. 121, n. 4, p. 556-65, 2003.

SERINOLLI, M.I. **Evolução da medicina transfusional no Brasil e no Mundo**. Rev. Hematologia Hemoterapia, v. 5, n. 1, p. 16-36, 1999.

SILVA, L.B; MARCIA, C.Z.N. **Funções biológicas dos antígenos eritrocitários**. Rev. Bras. Hematol. Hemoter, v. 31, n. 2, p. 104-11, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-84842009000200013> Acesso em: 30/05/19.

SOARES, N. M.; DINIZ, S. E. R. **Sentidos sobre o ensino de biologia: considerações críticas a partir das vozes dos licenciandos**. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação e Ciências, Florianópolis, 2009.

SVENSSON, L.; PÉREZ, S.; HENRY, S. Blood Group ABO and its variants. 2019. Disponível em: <<https://www.glycopedia.eu/e-chapters/blood-group-abo-and-its-variants/article/abo-genetics>>. Acesso em: 25/07/19.

THOMPSON, M.; RIOS, E. P. **Conexões com a Biologia**. 2 ° ed. Editora Moderna, São Paulo, 2016.

TAGARELLI, A. *et al.* Karl Landsteiner: A Hundred Years Later. **Transplantation**, v. 72, n.1, p. 3-7, 2001.

TAMARIN, R.H. **Principle of genetics**. Dubuque: WCB Publishers, 1996.

VERRASTRO, T; LORENZI, T.F; NETO, W. S. **Hematologia e Hemoterapia: Fundamentos de Morfologia, Fisiologia, Patologia e Clínica**. São Paulo: Ed. Atheneu, 1996.

WANG, J. *et al.* ABO Genotype, ‘Blood-Type’ Diet and Cardiometabolic Risk Factors. **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, p. 1-9, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084749>>. Acesso em 12/08/2019.

WATKINS, W. M. The ABO blood group system: historical background. **Transfusion Medicine**, v. 11, n. 4, p. 243-265, 2001.

WIENER, A. S. Evolution of the human blood group factor. **The American Naturalist**, v. 77, n. 770, p. 199-210, 1943.

_____. History of the Rhesus Blood Types. **Journal of the History of Medicine and Allied Sciences**, v.7, p. 369-383, 1952.

_____. Karl Landsteiner, M. D. History of Rh-Hr Blood Group System. **New York State Journal of Medicine**, v. 69, n. 22, p. 2915-2935, 1969.

YAMAMOTO, K. *et al.* Val216 decides the substrate specificity of alpha-glucosidase in *Saccharomyces cerevisiae*. **Eur J Biochem**, v. 271, n. 16, p. 3414-20, 2004.

_____. Molecular genetic basis of the histo-blood group ABO system. *Nature*, 1990. 345(6272) : p. 229-33.

ZABALA, A. **A prática educativa**. Artmed, Porto Alegre, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA E MORFOLOGIA
LABORATÓRIO DE GENÉTICA HUMANA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

O (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa intitulado “O sistema ABO no ensino médio: este é um modelo de abordagem adequado para o ensino de Genética?”, sob a responsabilidade do pesquisador Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira. A pesquisa tem como objetivo avaliar a opinião dos professores de ensino médio quanto à utilização do Sistema ABO como estratégia para abordar conceitos-chave a luz do ensino integral do estudante

O (a) senhor (a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo através da omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

A sua participação na pesquisa se dará por meio de preenchimento de questionário elaborado especificamente para essa finalidade. O questionário anônimo será aplicado pessoalmente aos participantes da pesquisa em uma sala de aula no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília nos dias de aula do mestrado profissional em biologia (PROFBIO). Sendo assim, a amostra deste trabalho será de conveniência.

Como possíveis riscos, inclui o desconforto por participar de uma pesquisa e a potencial sensação de constrangimento. Visando minimizar os riscos, gostaríamos de reforçar que o Senhor (a) poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer tempo, que o questionário é anônimo e que o Senhor (a) não necessita responder a todas as questões.

Caso o (a) Senhor (a) aceite participar, estará contribuindo para a melhor compreensão do ensino de biologia no ensino médio e, com os achados da pesquisa, auxiliará no aprimoramento das técnicas de ensino de biologia.

Todas as despesas que o (a) senhor (a) (e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas diretamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pela pesquisadora responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você poderá ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília e também publicados na forma de artigos científicos, comunicações ou painéis em eventos. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

O (a) Senhor (a) pode se recusar a responder qualquer questão que lhe traga constrangimento, podendo desistir de participar da pesquisa em qualquer momento sem nenhum prejuízo para o (a) senhor (a). Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Se o (a) Senhor (a) tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor, entre em contato com a Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira, pesquisadora responsável pelo estudo, por meio do telefone (61) 3107 3079 (disponível inclusive para ligação a cobrar) e/ou por e-mail silviene.oliveira@gmail.com.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00 hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o (a) Senhor (a).

Participante

Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira (Pesquisadora responsável)

Brasília, ___ de _____ de _____.

ANEXOS

**ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE
ÉTICA**



Continuação do Parecer: 3.106.607

contraditório o fato da população não perceber o vínculo entre o que é estudado no conteúdo de Biologia e o cotidiano, apesar da Biologia fazer parte do dia-a-dia da população. Brasil (2000) cita a importância de orientar os professores na busca de novas metodologias e práticas no aperfeiçoamento da sua prática educativa. Pedrancini et al. (2007) afirma que é papel da escola abordar os conteúdos de forma contextualizada, promovendo uma educação que forme cidadãos capazes de se apropriar do conhecimento. A inclusão da abordagem dos grupos sanguíneos no conteúdo do ensino médio tem sido justificada pela sua proximidade com a sociedade, assim como pelas aulas práticas interessantes. Diante disso, o projeto aqui apresentado é justificado pela necessidade do questionamento do porquê esse conteúdo continua a ser abordado no ensino médio apesar de sua complexidade e pela proposta de abordagem do conteúdo."

"Hipótese: Os professores do ensino vem abordando o sistema ABO em suas aulas porque acreditam que é um conteúdo contextualizado."

"Método: Será realizada uma revisão sobre o assunto de genética do sistema ABO, considerando o conhecimento atual e a utilização do conhecimento do seu próprio grupo sanguíneo pela sociedade. Para tanto, será utilizada literatura didática e científica pertinente. Além das bases teóricas do sistema ABO, também serão buscadas informações sobre a utilização do conhecimento do grupo sanguíneo individual por serviços de saúde.

"Participantes da Pesquisa: Critérios de inclusão - Ser professor de Biologia em exercício.

5.1.1. Critérios de inclusão

Ser professor de Biologia em exercício.

"Critérios de exclusão: Não ministrar aula no ensino médio."

"Procedimentos de coleta de dados: Os professores de Biologia serão entrevistados, utilizando questionário (Anexo 1) elaborado especificamente para essa finalidade. O questionário anônimo será aplicado pessoalmente aos participantes da pesquisa em uma sala de aula no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília. Semanalmente professores de ensino de Biologia comparecem ao Instituto de Ciências Biológicas em decorrência de aulas do Programa de mestrado

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.915-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (61)3107-1247

E-mail: cepsunb@gmail.com



profissional em ensino de biologia (ProfBio). Sendo assim, a amostra desse trabalho será de conveniência e deverá abarcar três turmas, duas em andamento e uma terceira que irá ingressar no próximo ano."

"Estratégia de análise de dados: A análise quantitativa refere-se a descrição do perfil dos entrevistados quanto a gênero e idade. A análise qualitativa refere-se a opinião dos professores com relação a importância do ensino do grupo sanguíneo AB0 e livros utilizados."

Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo geral:

Avaliar a opinião dos professores de ensino médio quanto a utilização do Sistema AB0 como estratégia para abordar conceitos-chave a luz do ensino integral do aluno, preconizado pelos Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, assim como propor uma sequência didática para abordar o mesmo assunto."

Objetivos específicos:

"1. Avaliar a opinião de professores de Ensino Médio quanto à utilidade do conhecimento do sistema AB0 para os cidadãos; 2. Avaliar as respostas considerando a realidade da utilização desse conhecimento pela sociedade; 3. Discutir sobre a utilização desse conteúdo considerando a complexidade do assunto para um aluno do ensino médio; 4. Propor uma metodologia para a abordagem do conteúdo de alelos múltiplos para o ensino médio."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

"Como possíveis riscos, inclui o desconforto por participar de uma pesquisa e a potencial sensação de constrangimento. Visando minimizar os riscos, o pesquisador irá deixar bem claro que os indivíduos poderão deixar de participar da pesquisa a qualquer tempo, que o questionário é anônimo e que o participante não necessita responder a todas as questões."

Benefícios:

"Os benefícios da pesquisa será a oportunidade de expressarem sua opinião a respeito de um tema de sua área de atuação e, espera-se que essa conversa promova uma reflexão por parte dos professores de Biologia sobre o assunto. Espera-se que a pesquisa favoreça a reflexão e traga contribuição sobre a abordagem dos conteúdos-chave hoje abordados com a inclusão do sistema AB0 no ensino médio."

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-000
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (51)3107-1047

E-mail: cep@unb@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.198.607

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de projeto "Trata-se de projeto de pesquisa a ser conduzido por alunos do laboratório de Genética, nível de iniciação científica, mestrado e doutorado, com colaboração de outros professores do quadro." da pesquisadora Profa. Dra. Silviene Fabiana de Oliveira.

A coleta de dados da pesquisa está prevista para o primeiro e o terceiro trimestres de 2019, com destaque na Plataforma Brasil para a Data do Primeiro Recrutamento: para 3o bimestre de 2019.

Total de participantes, segundo a folha de rosto: 100 participantes

Foi apresentado orçamento detalhado no valor de R\$ R\$ 6.409,00. Com destaque para os seguintes itens: Resmas de papel A4; Caneta Esferográfica; Notebook e Impressora e Tinta para impressora; Pen Drive e serviços de terceiros - Correção Ortográfica, Despesa com alimentação e transporte para participação na pesquisa.

O questionário trata "- Este questionário visa averiguar a percepção dos professores de Biologia sobre o tema Ensino do Sistema ABO. Utilize o verso desta folha e folha anexa para responder."

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos analisados para emissão do presente parecer:

- 1) Informações básicas do projeto não editável postado em "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DÓ_PROJETO_1249720.pdf", postado em 28/02/2019.
- 2) Carta com as resposta as pendências em documento editável "pendenciaselistadeinadequacoes2019.docx", postado em 28/02/2019.
- 3) Projeto de pesquisa detalhado em "Projeto do Sistema ABO revisto janeiro.docx" e "Projeto do Sistema ABO revisto janeiro.pdf", postados em 01/02/2019.
- 4) Cronograma em "Cronogramadeatividades.docx", postado em 30/01/2019, com a data de início de coleta para 3o bimestre de 2019.
- 5) Orçamento em "Orçamento.docx", postado em 30/01/2019, com os valores ajustados e com a correção solicitada.
- 6) Modelo de TCLE em "TCLE.docx", postado em 30/01/2019, de acordo com a Resolução CNS 466/2012.
- 7) Termo de concordância em "termodeconcordancia.doc", postado em 30/01/2019.

Recomendações:

Não se aplicam.

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-000
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (61) 3157-1947

E-mail: csp@unb@gmail.com



Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Análise das respostas às pendências apontadas no Parecer Consubstanciado No. 3.123.715:

1) Solicita-se adequar os critérios de exclusão tanto no projeto de pesquisa quanto no da Plataforma Brasil, considerando que só será excluído o participante que for inicialmente incluído.

RESPOSTA: "Os critérios de exclusão foram atualizados no projeto (página 09, linha 7) e na Plataforma Brasil."

ANÁLISE: Os critérios foram realinhados. As alterações foram incluídas nos arquivos solicitados.

PENDÊNCIA ATENDIDA

2) Solicita-se atualizar o cronograma, prevendo o início da pesquisa para período posterior à aprovação pelo CEP. Ressalta-se que cabe ao pesquisador responsável aguardar a decisão de aprovação ética, antes de iniciar a pesquisa (Res. CNS 466/2012, item XI.2.a).

RESPOSTA: "O cronograma foi adequado. (Tabela, página 12)."

ANÁLISE: A alteração foi realizada para início da coleta após aprovação do CEP.

PENDÊNCIA ATENDIDA

3) Segundo a Res. CNS 466/2012, Item V, "Toda pesquisa com seres humanos envolve risco em tipos e graduações variados." e ainda em seu item "II.2.2 - risco da pesquisa - possibilidade de danos à dimensão física, psíquica, moral, intelectual, social, cultural ou espiritual do ser humano, em qualquer pesquisa e dela decorrente". Portanto, solicita-se que seja realizada análise de riscos detalhada, bem como formas de minimizá-los. Tal modificação deverá constar do TCLE, do projeto detalhado e do projeto da Plataforma Brasil.

RESPOSTA: "A modificação, em relação aos riscos, foi realizada na Plataforma Brasil e no projeto de pesquisa (pagina 11, linhas 6 e 7)."

ANÁLISE: Foi reescrito os riscos "Como possíveis riscos, inclui o desconforto por participar de uma pesquisa e a potencial sensação de constrangimento. Visando minimizar os riscos, o pesquisador irá deixar bem claro que os indivíduos poderão deixar de participar da pesquisa a qualquer tempo, que o questionário é anônimo e que o participante não necessita responder a todas as questões." Agora este está atendendo a Resolução.

PENDÊNCIA ATENDIDA

4) No documento "Projeto do Sistema ABC.docx", postado em 08/12/2018, página de 9 de 14, item

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-000
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-1247

E-mail: cep@unb@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.198.607

"4.3. Procedimentos de coleta de dados", a pesquisadora afirma que "O questionário anônimo será aplicado pessoalmente aos participantes da pesquisa em uma sala de aula no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília. Semanalmente professores de ensino de Biologia comparecem ao Instituto de Ciências Biológicas em decorrência de aulas do Programa de mestrado profissional em ensino de biologia (ProfBio). Sendo assim, a amostra desse trabalho será de conveniência e deverá abarcar três turmas, duas em andamento e uma terceira que irá ingressar no próximo ano.". Solicita-se apresentar termo de concordância da coordenação do referido programa para a realização da pesquisa.

RESPOSTA: "O documento assinado pela coordenação do Programa de mestrado profissional em ensino de biologia (ProfBio) foi anexado na Plataforma Brasil."

ANÁLISE: Documento inserido em termodeconcordancia.doc.

PENDÊNCIA ATENDIDA

5) No documento "Projeto do Sistema ABC.docx", postado em 08/12/2018, página de 9 de 14, item "4.3. Procedimentos de coleta de dados", lê-se: "Os professores de Biologia serão entrevistados, utilizando questionário (Anexo 1) elaborado especificamente para essa finalidade.". Considerando-se que será realizada entrevista, caso seja realizada também gravação ou filmagem, solicita-se apresentar o modelo de **TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ PARA FINS DE PESQUISA**.

RESPOSTA: "Esclarecemos que será aplicado questionário, mas não serão realizadas gravações, filmagens ou entrevistas. O projeto foi modificado para adequar-se às exigências apresentadas (página 9, linha 10)."

ANÁLISE: A modificação efetuada "Para o procedimento de coleta de dados será utilizado questionário (...)", esclarece a questão.

PENDÊNCIA ATENDIDA

6) Orçamento - A Resolução CNS N° 466 de 2012, item II.21, define ressarcimento como "compensação material, exclusivamente de despesas do participante e seus acompanhantes, quando necessário, tais como transporte e alimentação". Ainda, o item IV.3.g orienta que o TCLE deve conter obrigatoriamente "explicitação da garantia de ressarcimento e como serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes" e mais sempre que necessário, todos os gastos incorridos pelo participante e seu acompanhante devem ser ressarcidos, não se incentivando à participação por meio de "ajuda de custo". Assim sendo, solicita-se que a garantia

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-000
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (51) 3107-1947

E-mail: capf@unb@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.196.607

de provimento material prévio ou ressarcimento integral dos gastos decorrentes da participação no estudo, para os participantes e seus acompanhantes, se necessário, seja apresentada de modo claro e afirmativo (Resolução CNS nº 466 de 2012, itens II.18, II.21 e IV.3.g). Solicita-se apresentar orçamento detalhado com custo previsto.

RESPOSTA: "O orçamento foi revisto (página 11)."

ANÁLISE: Orçamento detalhado no valor de R\$ R\$ 6.409,00. Com destaque para os seguintes itens: Resmas de papel A4; Caneta Esferográfica; Notebook e Impressora e Tinta para impressora; Pen Drive e serviços de terceiros - Correção Ortográfica, Despesa com alimentação e transporte para participação na pesquisa.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

7) Os currículos Lattes de Ana Cristina Ribeiro da Silva Souza e Maria de Nazaré Klautau Guimarães forma apresentados. Solicita-se incluí-las no projeto de pesquisa detalhado e no projeto da plataforma Brasil como "membro da equipe de pesquisa, corresponsável pela integridade e bem-estar dos participantes da pesquisa" (Resolução CNS nº 466 de 2012, item II.15).

RESPOSTA: As pesquisadoras já estavam inseridas na Plataforma Brasil e foram incluídas, agora em uma tabela nominada como membros da equipe de pesquisa (página 10).

ANÁLISE: Adequação realizada.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

8) Quanto à solicitação de dispensa do TCLE - na Resolução CNS No. 466 de 2012, item IV.8 - destaca-se "IV.8 - Nos casos em que seja inviável a obtenção do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ou que esta obtenção signifique riscos substanciais à privacidade e confidencialidade dos dados do participante ou aos vínculos de confiança entre pesquisador e pesquisado, a dispensa do TCLE deve ser justificadamente solicitada pelo pesquisador responsável ao Sistema CEP/CONEP, para apreciação, sem prejuízo do posterior processo de esclarecimento." Esse CEP compreende que não é o caso desse estudo analisado e solicita a inclusão do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para análise ética. Veja modelo dos documentos para submissão no seguinte endereço: <http://fs.unb.br/cep/index.php/modelos-de-documentos>.

RESPOSTA: "Foi incluído o TCLE."

ANÁLISE: O TCLE apresentado esta em conformidade com a Res. CNS 466/2012.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.910-900

UF: DF

Município: BRASÍLIA

Telefone: (51)3107-1047

E-mail: cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.198.607

Todas as pendências foram atendidas.

Não há óbices éticos para a realização do presente protocolo de pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Conforme a Resolução CNS 466/2012, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, os pesquisadores responsáveis deverão apresentar relatórios parcial semestral e final do projeto de pesquisa, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB INFORMAÇÕES BÁSICAS DO PROJETO 1249720.pdf	28/02/2019 15:10:53		Aceito
Outros	pendenciaselistedeadequacoes2019.docx	28/02/2019 15:09:48	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto do Sistema ABC reviso janeiro.pdf	01/02/2019 16:59:44	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto do Sistema ABC reviso janeiro.docx	01/02/2019 16:59:22	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Outros	cartarespostajan2019.pdf	01/02/2019 16:57:34	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Cronograma	Cronogramadeatividades.docx	30/01/2019 15:11:46	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Cronograma	Cronogramadeatividades.pdf	30/01/2019 15:11:15	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Orçamento	Orçamento.docx	30/01/2019 15:07:06	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Orçamento	Orçamento.pdf	30/01/2019 15:06:53	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	30/01/2019 15:01:57	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	30/01/2019 15:00:32	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Outros	TermoRespCompromPesq.doc	08/12/2018 01:11:24	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Outros	termodeconcordancia.doc	08/12/2018 01:10:31	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-900
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (61)3197-1947

E-mail: cepfsub@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.196.607

Outros	cartaencaminhprojeto.docx	08/12/2018 01:08:38	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	demonstrativodeinfraestrutura.docx	08/12/2018 01:08:54	Silviane Fabiana de Oliveira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CL_Maria_de_Nazare.pdf	18/11/2018 13:11:38	ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CL_Silviane.pdf	17/11/2018 23:27:24	ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	CL_Ana_Cristina.pdf	17/11/2018 23:26:27	ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_de_concordancia.pdf	17/11/2018 23:25:57	ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Carta_de_encaminhamento.pdf	17/11/2018 23:15:38	ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_Responsabilidade.pdf	17/11/2018 23:15:03	ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Carta_de_disponibilidade_de_infraestrutu ra.pdf	17/11/2018 22:55:05	ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	17/11/2018 22:51:20	ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASÍLIA, 13 de Março de 2019

Assinado por:
Marie Togashi
(Coordenador(a))

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro
Bairro: Asa Norte CEP: 70.910-000
UF: DF Município: BRASÍLIA
Telefone: (61) 3107-1947 E-mail: cep@unb@gmail.com

SEQUÊNCIA DIDÁTICA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

SEQUÊNCIA DIDÁTICA GRUPO SANGUÍNEO ABO

ANA CRISTINA RIBEIRO DA SILVA SOUZA

Proposta de ação profissional resultante da Dissertação “**Mitos sobre a relevância do ensino do sistema ABO e uma sequência didática visando minimizar equívocos acerca desse tema**” realizada sob orientação da Professora Doutora Silviene Fabiana de Oliveira e apresentada à banca examinadora como requisito parcial para à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional da Universidade de Brasília.

BRASÍLIA – DF
2019

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	3
SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	6
OBJETIVO	7
PLANO DE AULA.....	8
REFERÊNCIAS	32

INTRODUÇÃO

Caro (o) professor (a),

Este material consiste em uma proposta de ação profissional decorrente da dissertação de mestrado intitulada “Mitos sobre a relevância do ensino do sistema ABO e uma sequência didática visando minimizar equívocos acerca desse tema”. Refere-se a uma sequência didática que tem como objetivo a abordagem do sistema eritrocitário ABO com foco na genética por meio de uma abordagem essencialmente prática. A proposta de organizar o trabalho pedagógico por meio de sequências didáticas é um dos caminhos mais indicados para a construção do conhecimento e o desenvolvimento do trabalho pedagógico em sala de aula (BATISTA *et al.*, 2016).

O ensino de Ciências apresenta um grande desafio por ter um vocabulário próprio, sendo que as palavras/conceitos frequentemente são de difícil entendimento e memorização. Neste sentido, é importante despertar o interesse do estudante, com abordagens metodológicas que utilizam estratégias que propicie a compreensão e contextualização (WECKERLIN; MACHADO, 2013). As vivências experimentadas pelos estudantes é um rico elemento para estimular indagações que permitem a construção de atividades que podem conduzir a atividades práticas, relevantes e significativas, demonstrando que o aprendizado de Biologia é instigante (KRASILCHIK, 2004).

Neste sentido, acrescenta que os aprendizados da área de Biologia não só estimulam a aquisição de conhecimentos específicos, mas também auxiliam na capacidade de observar, fazer perguntas, obter informações, analisar assuntos e formular explicações, conceitos e opiniões e isso atinge a todos os cidadãos.

Sendo assim, buscamos nosso referencial nas abordagens ativas, pois, segundo Krasilchik (2004), a abordagem estritamente teórica dificulta a aprendizagem.

De acordo com Tamir (1990), as atividades práticas voltadas para investigação, identificação de problemas, formulação de hipótese, escolha dos procedimentos, coleta de dados e obtenção de conclusões são responsabilidade dos estudantes. Neste sentido, procuramos produzir uma sequência didática onde o estudante é o responsável pelo seu próprio aprendizado sob a mediação do professor. Para isso utilizamos trabalhos práticos do tipo pesquisa e simulação, com a finalidade de tornar o aprendizado mais efetivo e significativo.

A sequência didática foi organizada em cinco aulas de 50 minutos nas quais foram contemplados conceitos-chave na área de genética, como alelos múltiplos, herança (dominância, recessividade e co-dominância), heredograma e epistasia e assuntos como incidência do sistema sanguíneo ABO humano, paternidade e transfusão sanguínea. Desta forma, buscamos desenvolver uma sequência didática com finalidade de intervir na abordagem do tema sistema sanguíneo ABO, visando à busca de um resultado mais profundo do assunto tratado no Ensino Médio no conteúdo de Genética, por outro lado buscando a desconstrução de mitos, em especial sobre a importância do conhecimento do próprio grupo sanguíneo para emergências médicas.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: GRUPO SANGUÍNEO ABO

Professora Ana Cristina Ribeiro da Silva Souza
ana_ribeiro_souza@yahoo.com.br

SEQUÊNCIA DIDÁTICA: GRUPO SANGUÍNEO ABO

Duração: Cinco aulas de cinquenta minutos

Público alvo: Ensino Médio

OBJETIVO

Trabalhar conceitos-chaves e assuntos relacionados ao entendimento da genética do sistema ABO com uma abordagem contextualizada visando minimizar os equívocos e mitos sobre o tema.

QUADRO 1: SÍNTESE DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Momento	Tema	Aula	Duração	Objetivos	Estratégias
1	Incidência populacional do sistema sanguíneo ABO humano.	1	50 minutos	<ul style="list-style-type: none">- Estimar a frequência dos tipos de grupos sanguíneo ABO a partir de dados coletados pelos alunos.- Comparar com a frequência de outras regiões.- Demonstrar que a frequência dos grupos sanguíneos varia de acordo com a população estudada	<ul style="list-style-type: none">- Pesquisa prévia dos tipos sanguíneos ABO.- Sondagem sobre o conhecimento dos estudantes sobre o tema e coleta dos dados para confecção da tabela.- Discussão em grupo os sobre os índices encontrados.
2	Herança	2	50 minutos	<ul style="list-style-type: none">- Trabalhar conceitos-chaves relacionados a determinantes do sistema ABO e sua herança	<ul style="list-style-type: none">- Questionamentos e sondagem sobre a herança do sistema ABO, e resolução de estudo de caso.- Confecção de heredogramas do estudo de caso.- Elaborar hipóteses e retomada aos questionamentos do início da aula.
3	Transfusão sanguínea	3 e 4	1 hora e 40 minutos	<ul style="list-style-type: none">- Reconhecer genes alelos, genótipo e fenótipo associado com o sistema sanguíneo ABO nos seres humanos.- Identificar determinados aspectos envolvidos com as transfusões de sanguíneas e o sistema sanguíneo ABO.- Mostrar o método experimental empregado por Karl Landsteiner, bem como as conclusões formuladas por ele, a partir dos resultados de seus experimentos.	<ul style="list-style-type: none">- Questionamentos e sondagem sobre o tema.- Leitura do texto de apoio.- Prática e coleta de dados.- Discussão dos dados e retomada aos questionamentos do início da aula.
4	Epistasia	5	50 minutos	<ul style="list-style-type: none">- Caracterizar o fenótipo Bombaim e sua incidência.- Explicar os determinantes do fenótipo Bombaim, sua herança, bem como as regras para transfusão de sangue.	<ul style="list-style-type: none">- Questionamentos e sondagem sobre o tema.- Leitura do texto de apoio.- Prática demonstrativa e exposição dialogada.- desenho esquemático da superfície das hemácias.

PLANOS DE AULA

1º AULA

Tema: Frequência dos tipos de grupos sanguíneos do sistema ABO humano.

Modalidade: Pesquisa

Conteúdo Estruturante:

- **Conteúdo básico:**
 - Alelos Múltiplos
- **Conteúdo específico:**
 - Incidência do sistema sanguíneo ABO humano.
 - Importância do Sistema ABO.

Objetivos de aprendizagem:

- O professor deverá distribuir para os alunos cópias da tabela sugerida (Tabela 1) para o aluno coletar dados sobre os tipos sanguíneos ABO de colegas da escola.
- Estimar e comparar a incidência dos tipos sanguíneos ABO coletados pelos estudantes em outras localidades.
- Mostrar que a frequência dos grupos sanguíneos varia de acordo com a população estudada.

Sugestão de artigos: BAIOSCHI, 2007; NOVARETT, 2000 e COELHO, 2010

Número de aulas estimado:

- Uma aula de 50 minutos

Recursos:

- Dados da pesquisa prévia coletados pelos estudantes;
- Quadro de giz ou branco;
- Data show;
- Texto de apoio.

Desenvolvimento da sequência didática:

- **1º: etapa**

O(a) professor(a) solicitará uma pesquisa, na aula anterior, sobre os diferentes grupos sanguíneos. Cada estudante receberá uma cópia de uma tabela para coleta dos dados do tipo

sanguíneo do sistema ABO de ao menos 5 indivíduos não aparentados na própria escola. Essas informações deverão ser levadas para a aula.

Tabela 1: Sugestão de tabela para coletar os dados de tipo sanguíneo de pessoas não aparentadas.

Participante	A	B	AB	O
1				
2				
3				
4				
Total				

Neste momento, o(a) professor(a) estará dando ênfase ao sistema sanguíneo ABO, a fim de que não haja confusão entre o sistema em questão com o sistema Rh ou os outros sistemas sanguíneos que compõem o sistema eritrocitário, visto que, existem 36 tipos diferentes tipos de sistemas eritrocitários aceitos pelo ISBT, 2019.

- **2º etapa:**

O(a) professor(a) a fim de sondar o conhecimento dos estudantes sobre o assunto sistema sanguíneo ABO, começará a aula com os seguintes questionamentos:

- Já ouviram falar sobre o sistema sanguíneo ABO?
- O que você sabe sobre o sistema sanguíneo ABO?
- Quais os tipos sanguíneos que se observam nos seres humanos?
- Você conhece o seu tipo sanguíneo quanto ao sistema ABO?
- Qual o tipo sanguíneo ABO é mais raro? E o mais frequente?

O(a) professor(a) deverá coletar os dados da pesquisa que os estudantes realizaram e os dados do próprio estudante. Em seguida, deverá montar uma tabela com as informações dos dados obtidos sobre os tipos sanguíneos do sistema sanguíneo ABO na lousa.

Tabela 1: Sugestão de tabela para compilar o resultado.

Tipo sanguíneo	Número	Porcentagem
A		
B		
AB		
O		
Total		

- **3º etapa:**

O(a) professor(a) deverá organizar os estudantes em grupos, para analisar os dados da tabela gerada, com finalidade de levantar a incidência dos tipos sanguíneos do sistema ABO na amostra levantada pelos estudantes. Com os dados coletados pelos estudantes, deverá compará-los à estatística de incidência desse grupo entre os grupos. '

Neste momento, devem ser discutidos aspectos relevantes como:

- O sistema ABO e o Rh são os mais importante grupo sanguíneo na medicina transfusional.
- Utilizado na antropologia para estudar diversas raças e suas inter-relações.
- Na medicina forense, auxiliando nas investigações criminais.
- Que na população brasileira o fenótipo O é o mais frequente, ou seja, o alelo i recessivo, ocorre em maior frequência em relação a seus outros dois alelos dominantes, I^A e I^B .

Após este momento, o(a) professor(a) solicitará à turma uma síntese escrita que considere também as respostas obtidas na problematização.

Avaliação: Os estudantes deverão ser avaliados conforme sua participação durante a discussão e o desenvolvimento das atividades.

2ª AULA

Tema: Herança

Modalidade: Simulação

Conteúdo Estruturante:

- **Conteúdo básico:**
 - Alelos Múltiplos
- **Conteúdo específico:**
 - Hereditariedade /Investigação de parentesco.
 - Herança do sistema ABO.
 - Caracterizar o sistema ABO
 - Explicar as determinantes do sistema ABO e sua herança.

Objetivos de aprendizagem:

- Trabalhar conceitos-chaves relacionados aos determinantes do sistema ABO e sua herança.

Número de aulas estimado:

Uma aula de 50 minutos

Recursos:

- Quadro de giz ou branco;
- Data show;
- Cópia do estudo de caso.
- Material de apoio: Texto

Desenvolvimento da sequência didática:

- **1º etapa:**

O(a) professor(a) começará a aula organizando a turma em grupos e comentando que antes das técnicas modernas de determinação de paternidade por exame de DNA, o sistema de determinação sanguínea ABO foi amplamente utilizado como ferramenta para investigar parentesco. Apesar de ser restrito à análise fenotípica (consultar o material de apoio).

Em seguida, o(a) professor(a) deverá distribuir cópias sobre um estudo de caso, que também poderá ser projetado, onde se relata uma situação hipotética, que conta que em uma maternidade nasceram quatro crianças de pais diferentes, no mesmo dia, e é sabido o tipo

ABO dos pais e das crianças. A partir desses dados, os estudantes são questionados sobre a possibilidade de saber qual filho é de qual casal. Ao final, o estudante será convidado a solucionar o questionamento levantado, no caso, utilizando heredogramas para demonstrar as possibilidades possíveis (como a sugestão da figura 1).

Nesta etapa, o estudante terá oportunidade de fazer uma ligação do conteúdo estudado com fatos que potencialmente compõem o seu cotidiano a partir do problema a ser estudado.

ESTUDO DE CASO

HERANÇA DO GRUPO SANGUÍNEO ABO

Em um dia nasceram quatro bebês em uma maternidade, cada um filho de um casal. Com base nos grupos sanguíneos dos bebês e dos pais, identifique os pais dos bebês.

 A	 A e AB
 B	 A e O
 AB	 AB e O
 O	 O e O

Comprove através dos cruzamentos a sua resposta.

Figura 1: Sugestão de estudo de caso

- **2º etapa:**

Neste momento, o(a) professor(a) deverá disponibilizar aos estudantes meios, como: livros, textos de apoio, imagens e outros, que possibilitem a busca para solucionar o problema. Em seguida os grupos levantarão hipóteses para solucionar o caso em questão e para aplicá-lo à realidade. Além disso, suas hipóteses devem estar amparadas nas confecções dos heredogramas.

3º etapa:

Os grupos deverão expor suas hipóteses, com a finalidade de um momento de discussão e interação entre os grupos. Por fim, o(a) professor(a) retorna ao questionamento inicial fechando a discussão da busca dos pais das crianças que nasceram na maternidade.

O(a) professor(a) poderá finalizar a aula falando a respeito do texto dos grupos sanguíneos e paternidade.

**Material de apoio: texto sobre Paternidade
GRUPOS SANGUÍNEOS**

GRUPOS SANGUÍNEOS E PATERNIDADE

INTRODUÇÃO

Landsteiner foi um cientista que, ao observar muitos acidentes em transfusões, provou entre 1900 e 1901 que a espécie humana possui grupos sanguíneos diferentes. Notou-se em testes que as hemácias do doador, em alguns casos, aglutinavam em contato com plasma do sangue do paciente.

A partir disso, foi possível relacionar o fenômeno das reações entre anticorpos e antígenos.

Antígenos são todas as substâncias que nosso organismo entende ser um “invasor”, podendo ser uma proteína ou um polissacarídeo e os anticorpos são proteínas encontradas no plasma sanguíneo e têm a função de neutralizar ou destruir a substância invasora. Isso só é possível, pois o anticorpo tem uma forma complementar à do antígeno, sendo a reação antígeno-anticorpo específica.

GRUPOS SANGUÍNEOS

Os seres humanos apresentam quatro grupos sanguíneos:

- Grupo A: Possuem antígeno chamado aglutinogênio A;

- Grupo B: Possuem antígeno chamado aglutinogênio B;
- Grupo AB: Possuem os dois antígenos, aglutinogênio A e B;
- Grupo O: Não possuem nenhum dos dois antígenos.

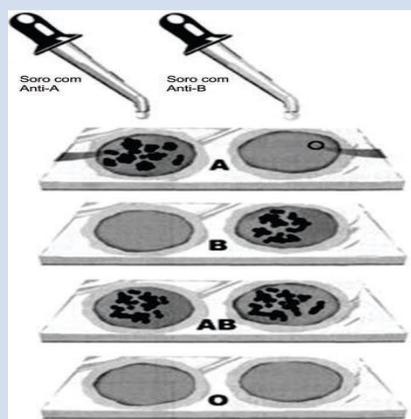
O gene A (ou I^A) determina a formação do aglutinogênio A, o gene B (ou I^B) determina a formação do aglutinogênio B, o gene O (ou i) não forma nenhum aglutinogênio e os genes A e B determinam a formação dos aglutinogênios A e B. O plasma também possui anticorpos chamados aglutininas são estas que causam os acidentes em transfusões, pois indivíduos do grupo A possuem aglutininas Anti-B, do grupo B possuem aglutininas Anti-A e os do grupo O possuem as duas aglutininas e os indivíduos AB não possuem nenhuma dessas substâncias (TABELA 1).

TABELA 1:

GENÓTIPOS	GRUPO	AGLUTINOGENÍO (nas hemácias)	AGLUTININA (no plasma)
$I^A I^A - I^A i$	A	Aglutinogênio A	Anti-B
$I^B I^B - I^B i$	B	Aglutinogênio B	Anti-A
$I^A I^B$	AB	Aglutinogênios AB	Nenhuma
ii	O	Sem aglutinogênio	Anti-A e anti-B

Para verificar a presença do grupo sanguíneo de um indivíduo, são feitos testes, como se vê na imagem ao lado (Figura 1), colocando uma gota de sangue do indivíduo a ser verificado nas extremidades de cada lâmina e adicionando soro contendo aglutinina Anti-A em uma das extremidades e o soro com aglutinina Anti-B no outro. Assim, pode ser observada a aglutinação de alguns grupos na presença do soro anti-A e/ou anti-B.

Figura 1: pode ser observada aglutinação nos grupo A e AB ao adicionar o soro anti-A e aglutinação do grupo B e AB no soro anti-B

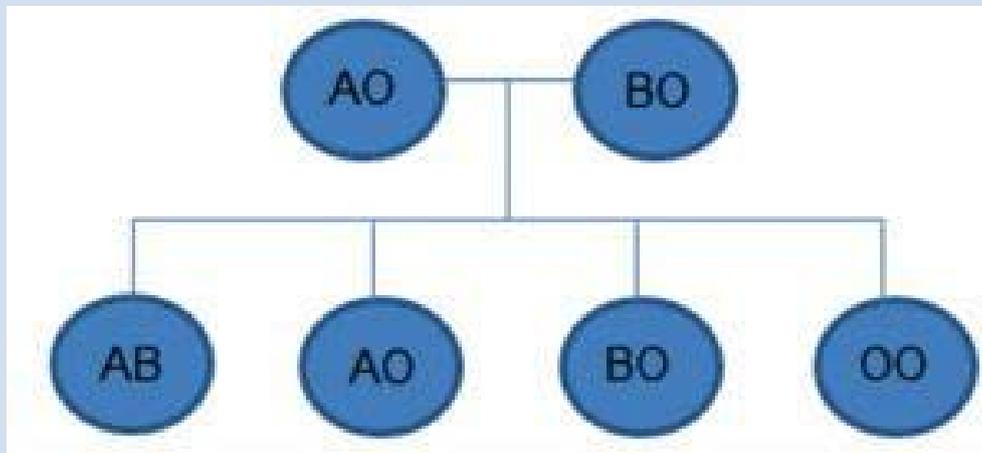


TRANSFUSÕES E PATERNIDADE

Em caso de erro na transfusão, o sangue do doador será aglutinado pelo plasma do paciente resultando na obstrução de vasos sanguíneos, contudo os glóbulos brancos do

paciente destruirão as hemácias que seriam como “invasoras” para as nossas células de defesa. Ao destruir as hemácias, hemoglobina e outras substâncias são liberadas podendo causar lesões renais, reações alérgicas e outras, o que pode resultar em morte.

Figura 2: Cruzamentos possíveis relativos ao sistema ABO (Foto: Colégio Qi)



É possível fazer o cruzamento dos grupos sanguíneos em casos de paternidade duvidosa, contudo não é possível afirmar que o indivíduo é o pai mesmo da criança e sim que o indivíduo não pode ser pai. Por exemplo, fazendo o cruzamento de monohibridismo, a mãe sendo do grupo AB e o suposto pai do grupo O jamais poderão ter um filho AB ou O, no entanto se a criança for do grupo A ou B, não é possível provar que esta é realmente filho desse suposto pai. Também se pode fazer o cruzamento monohibridismo do sistema ABO para verificar os possíveis grupos dos filhos, como no caso na Figura 2.

Texto adaptado para fins didáticos de: MONIZ, P. Grupos sanguíneos. Educação Globo. Biologia.

<http://educacao.globo.com/biologia/assunto/hereditariedade/grupos-sanguineos.html>. Acesso em:06/07/2019.

Avaliação: Os estudantes serão avaliados conforme sua participação durante as atividades e a elaboração dos heredogramas.

3º AULA

Tema: Transfusão sanguínea

Modalidade: Prática

Conteúdo Estruturante:

- **Conteúdo básico:**
 - Alelos Múltiplos
- **Conteúdos específicos:**
 - Transfusão sanguínea

Objetivos de aprendizagem:

- Reconhecer genes alelos, genótipo e fenótipo associado ao sistema ABO nos seres humanos.
- Identificar aspectos envolvidos com as transfusões de sanguíneas e o sistema ABO.
- Mostrar o método experimental empregado por Karl Landsteiner, bem como as conclusões formuladas por ele, a partir dos resultados de seus experimentos.

Número de aulas estimado:

Duas aulas de 50 minutos

Recursos:

- Quadro de giz ou branco;
- Data show;
- Material de apoio: Texto
- Bolas de isopor pequenas (número 4 ou 5)
- Palitos de dente coloridos (azul e vermelha) e natural;
- Miçangas de duas cores (azul e vermelha);
- Tinta (azul e vermelha);
- Bandejas de isopor

Desenvolvimento da sequência didática:

- **1º etapa:**

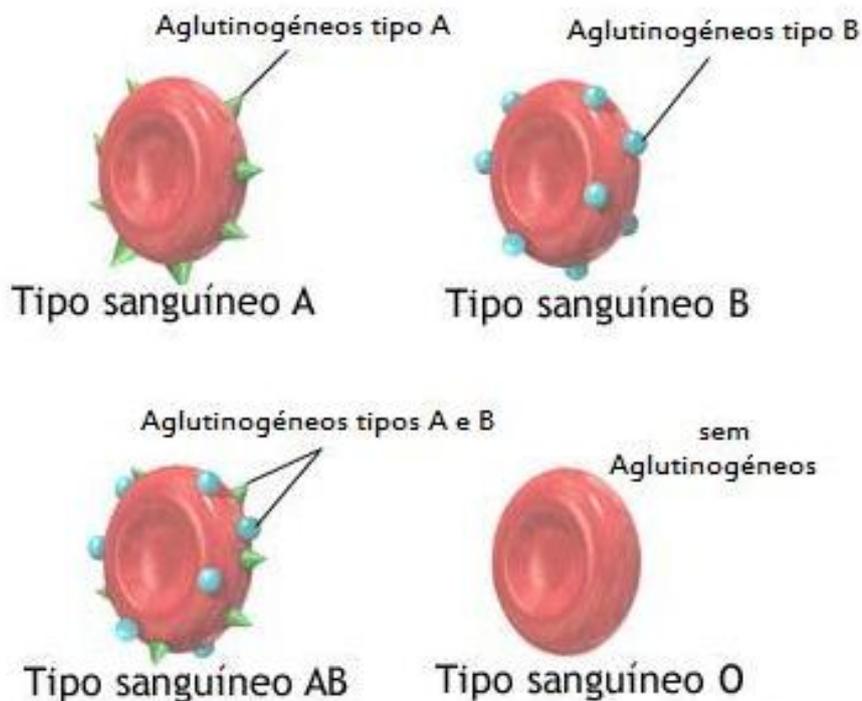
Com o objetivo de motivar o estudante e relacionar o conteúdo com o seu cotidiano, o professor começará a aula com os seguintes questionamentos:

- Como aconteceu a descoberta do sistema sanguíneo ABO?
- Você já ouviu falar a respeito de transfusão sanguínea?
- Você conhece alguém que já precisou realizar uma transfusão sanguínea?
- Quando há necessidade de uma transfusão o indivíduo pode receber qualquer tipo sanguíneo do sistema ABO?
- Você já ouviu falar sobre doador universal e receptor universal?
- **2º etapa:**

O(a) professor(a) deverá distribuir o texto de apoio sobre a descoberta do sistema sanguíneo ABO e como seu descobridor, Karl Landsteiner, em 1900, realizou suas pesquisas, em laboratório, para chegar aos grupos sanguíneos tipo A, B e O e que o tipo AB só foi descrito mais tarde, por Decastelle e Sturli, em 1902.

Material de apoio: sugestão de texto sobre transfusão sanguínea

Grupos Sanguíneos e Landsteiner



Você já ouviu falar: eu sou "O", meu tipo de sangue é "A". Você já se perguntou por que quando alguém precisa de doação de sangue deve verificar primeiro qual é o grupo sanguíneo a que pertence? É importante conhecer o grupo sanguíneo a que pertença uma pessoa, quando você vai realizar uma doação de sangue, porque a natureza humana não permite todas as misturas de sangue, conhecer atualmente quais são as possíveis misturas de grupos sanguíneos é possível pelos experimentos efetuados por Dr. Karl Landsteiner de Viena em 1900.

Dr. Karl Landsteiner usou o seu próprio sangue e o de seus colegas de laboratório para realizar a primeira experiência que iria entrar para a história. Depois de separar o soro do sangue dos seus glóbulos vermelhos e misturá-lo com as amostras obtidas, ele percebeu que as reações eram diferentes, o que lhe permitiu estabelecer a existência dos três grupos sanguíneos: A, B e O. Um ano depois, Decastelle e Sturli, em 1902, completou a classificação com mais um grupo: o AB.

Além disso, Landsteiner inventou um método para eliminar o perigo de aglutinação, ensaiando antes de doar sangue misturando o sangue do receptor com o sangue do doador. Também, foi ele quem descobriu que na membrana das células vermelhas do sangue existem os chamados antígenos que são os responsáveis pela reação aglutinação do sangue quando a transfusão é incompatível.

Texto adaptado para fins didáticos de: Ávila, R A O. Grupos Sanguíneos e Landsteiner. Portal da educação. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/grupos-sanguineos-e-landsteiner/25688>. Acesso em: 06/07/2019.

• **3º etapa:**

Em seguida, o(a) professor(a) deverá projetar e explicar o esquema mostrando a formação dos fenótipos A, B e O (Figura 3).

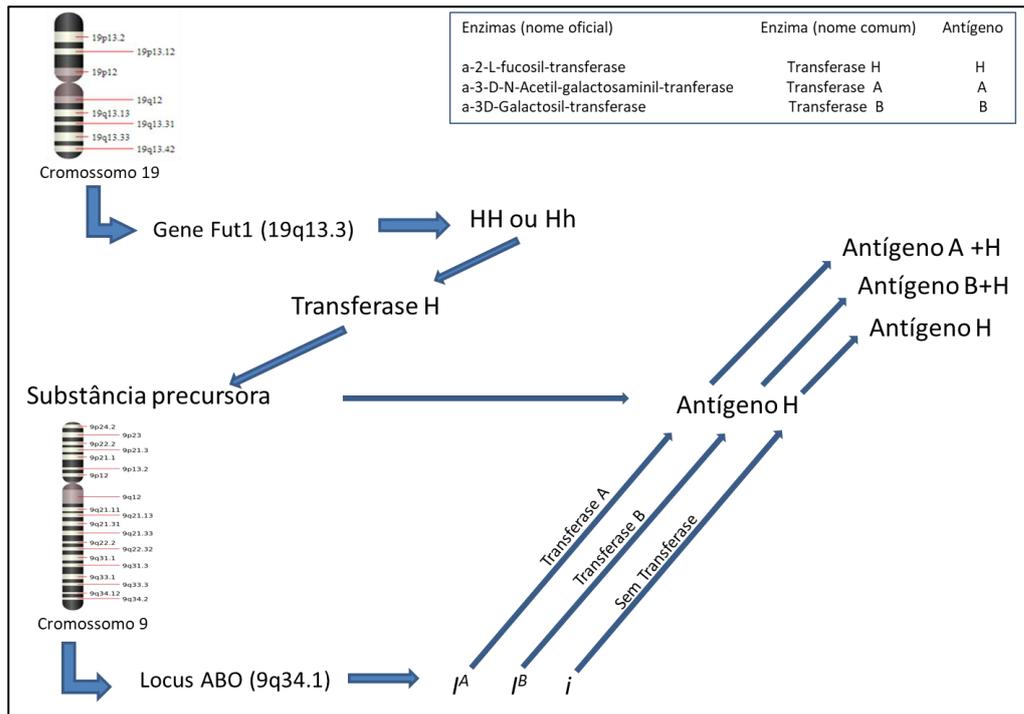


Figura 3 : Esquema mostrando a formação dos fenótipos A, B e O.

- **4º etapa:**

Simulação

O(a) professor(a) organizará a turma em grupos, e cada grupo receberá um kit, composto por: bolas de isopor pequenas (número 4 ou 5) pintadas de vermelho, palitos de dente coloridos (azul e vermelha) e natural, miçangas de duas cores (azul e vermelha) e bandejas de isopor.

Se preferir, o(a) professor(a) poderá realizar, de forma demonstrativa.

Neste momento, o(a) professor(a) deverá orientar e estimular os estudantes a montar com o material do kit, forma de representar as hemácias com os respectivos antígenos e os anticorpos no plasma sanguíneo. Como o sugerido na figura abaixo.

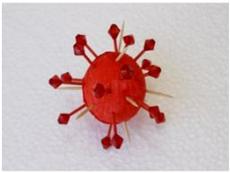
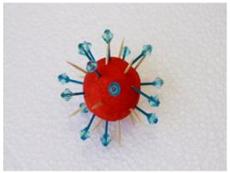
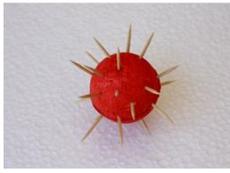
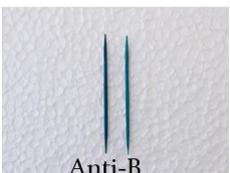
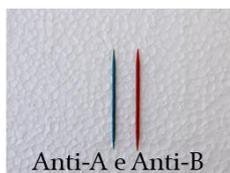
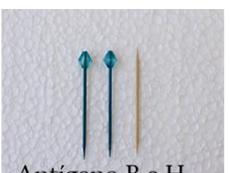
	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
Tipo de célula sanguínea				
Anticorpos do plasma	 Anti-B	 Anti-A	Nenhum	 Anti-A e Anti-B
Antígenos da membrana da hemácia	 Antígeno A e H	 Antígeno B e H	 Antígeno A, B e H	 Antígeno H

Figura 4: Representação das características da superfície das células vermelhas, os anticorpos do plasma e os antígenos na célula vermelha do sangue com relação ao tipo sanguíneo ABO.

Em seguida os estudantes utilizarão os kits para simularem os experimentos realizados por Landsteiner e as observações que o levaram a descrever pela primeira vez o Sistema sanguíneo ABO, como mostra no texto sugerido como material de apoio sobre transfusão. O(a) professor(a) deverá orientar os estudantes a separar as células vermelhas e realizar as tentativas de transfusão levando em conta só essas células, como mostra a figura a seguir.

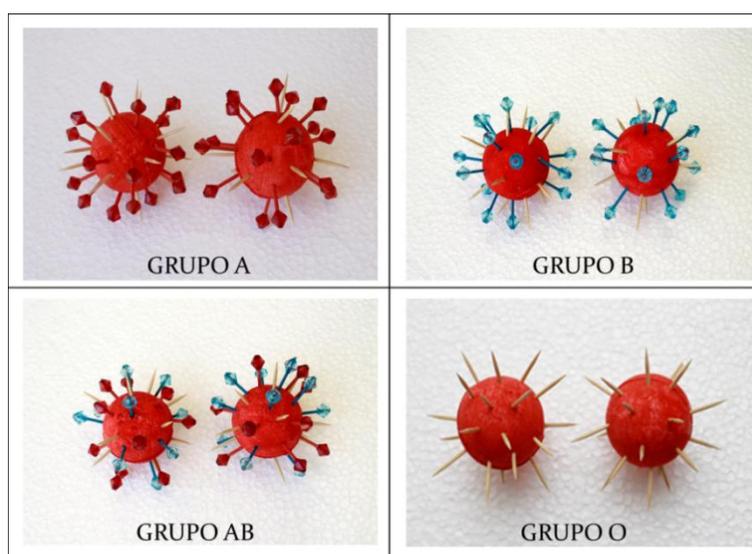


Figura 5: Representação das hemácias com relação aos antígenos eritrocitários dos grupos sanguíneos ABO.

O(a) professor(a) deve coletar os dados das simulações dos grupos e montar uma tabela 2 na lousa com a informação das possíveis transfusões.

Tabela 2: Sugestão de tabela para compilar os resultados das simulações das transfusões entre hemácias dos grupos do sistema sanguíneo ABO humano.

Tipo sanguíneo ABO	Tipo sanguíneo ABO	Ocorre aglutinação	Não ocorre aglutinação
A	X		
B	X		
AB	X		
O	X		

O(a) professor(a) deverá utilizar quatro tabelas, igual a da sugestão, por grupo, uma para simular com as hemácias do tipo sanguíneo A, outra para simular com as hemácias do grupo sanguíneo B, outra para simular com as hemácias do grupo sanguíneo AB e outra para simular com as hemácias do grupo sanguíneo O.

- **5º etapa:**

Os estudantes deverão repetir as possibilidades de transfusões com o kit, porém, devem retirar as bolas de isopor que representam as hemácias, ou seja, só o que está representado o soro com os anticorpos Anti-A e Anti-B serão utilizados neste momento, como mostra a figura 6 a seguir.

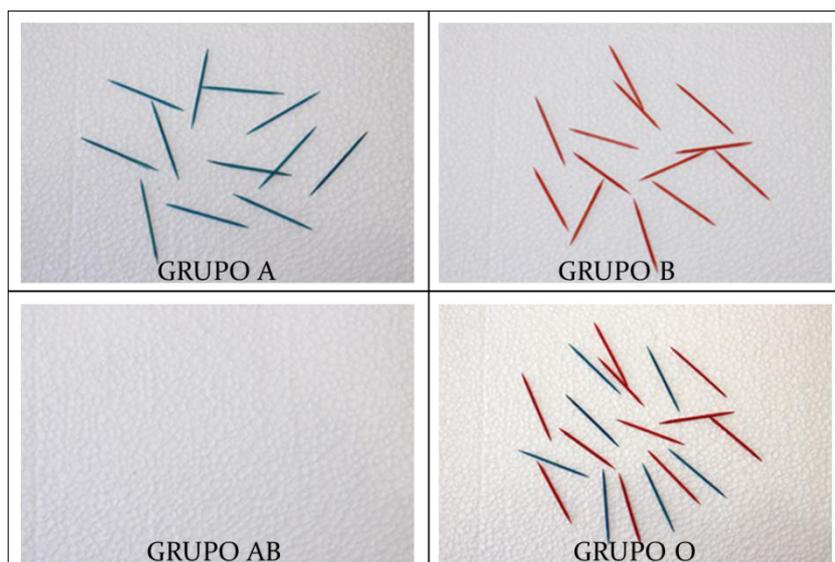


Figura 6: Representação dos anticorpos do plasma dos grupos sanguíneos ABO.

Como no procedimento anterior o(a) professor(a) deve coletar os dados das simulações dos grupos e montar uma nova tabela na lousa com a informação das possíveis transfusões (Tabela 3).

Tabela 3: Sugestão de tabela para anotar o resultado da simulação da transfusão entre o plasma dos grupos do sistema sanguíneo ABO humano.

Plasma do Tipo Sanguíneo Abo com anticorpos	Plasma do Tipo Sanguíneo ABO com anticorpos	Ocorre reação transfusional	Não ocorre reação transfusional
A (Anti-B)	X		
B (Anti-A)	X		
AB (Anti-A e Anti-B)	X		
O (nenhum)	X		

O(a) professor(a) deverá utilizar quatro tabelas, igual a da sugestão, por grupo, uma para simular com o plasma do tipo sanguíneo A, outra para simular com o plasma do grupo sanguíneo B, outra para simular com o plasma do grupo sanguíneo AB e outra para simular com o plasma do grupo sanguíneo O.

- **6º etapa:**

Os estudantes deverão repetir as possíveis possibilidades de transfusões com o kit, porém, devem agora simular com o kit que representa o sangue total, ou seja, com as hemácias (bolas de isopor com antígenos) e o plasma (palitos representando anticorpos), como mostra a figura a seguir e os dados anotados (Tabela 4).

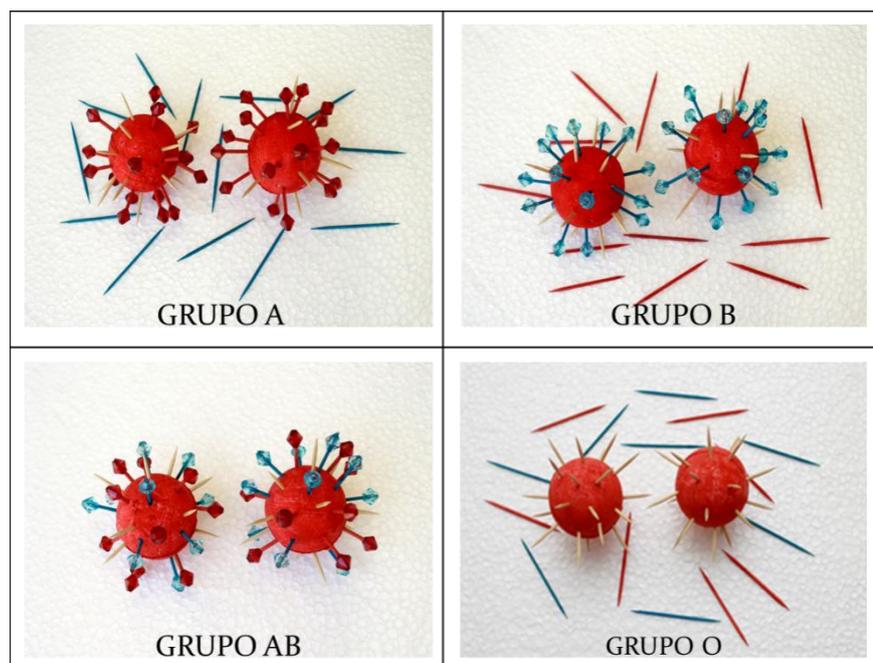


Figura 7: Representação das características do sangue com relação ao tipo sanguíneo ABO.

Sugestão de Tabela:

Tabela 4: Sugestão de tabela para o resultado da simulação da transfusão entre os sangues não fracionados do sistema sanguíneo ABO humano.

Tipo sanguíneo ABO não fracionado	Tipo sanguíneo ABO não fracionado	Ocorre aglutinação	Não ocorre aglutinação
A	X		
B	X		
AB	X		
O	X		

- **7º etapa:**

Neste momento o(a) professor(a) deve convidar os estudantes a analisar e comparar as tabelas com o objetivo de averiguar se as possibilidades de transfusão agora são as mesmas que as das tabelas anteriores.

Para finalizar, o(a) professor(a) deve retomar aos questionamentos do início da aula para avaliar o aprendizado.

Avaliação: Os estudantes deverão ser avaliados durante todo o processo de formação de conceitos, bem como relativo à sua participação durante a simulação e à formulação dos questionamentos.

5° AULA

Tema: Epistasia

Modalidade: Demonstrativa

Conteúdo Estruturante:

- **Conteúdo básico:**
 - Alelos múltiplos
- **Conteúdos específicos:**
 - Epistasia

Objetivos de aprendizagem:

- Caracterizar o fenótipo Bombaim e sua incidência.
- Explicar os determinantes do fenótipo Bombaim, sua herança, bem como as regras para transfusão de sangue.

Número de aulas estimado:

- Uma aula de 50 minutos

Recursos:

- Quadro de giz ou branco;
- Data show;
- Texto de apoio.

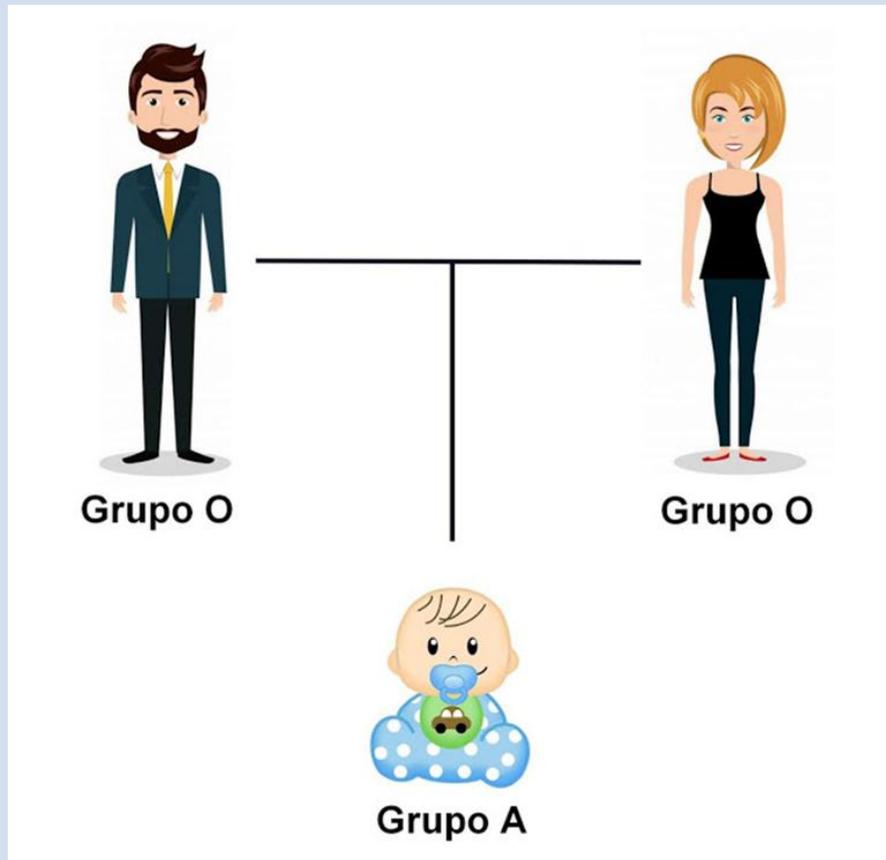
Desenvolvimento:

- **1° etapa:**

O(a) professor(a) começará a aula distribuindo cópias sobre um estudo de caso com o seguinte questionamento: existe a possibilidade de um bebê que possui o tipo sanguíneo A ser filho de pais com tipo sanguíneo O? Como mostra a figura 7. O(a) professor(a) deverá orientar os estudantes a solucionar o questionamento sozinhos, inicialmente. Após um tempo, o(a) professor(a) deverá organizar a turma em grupo para discutir as respostas dadas ao questionamento.

ESTUDO DE CASO

Num certo dia, um bebê nasceu em uma maternidade, mas algo sobre ele surpreendeu a todos. Seus pais eram do grupo sanguíneo O, entretanto a criança era do grupo sanguíneo A. Em sua opinião, existe alguma possibilidade que isso ocorra?



Justifique sua resposta.

Figura 8: Sugestão de estudo de caso.

- **2º etapa:**

O(a) professor(a) deverá distribuir o texto de apoio sobre Fenótipo Bombaim, os estudantes deverão ler e discutir.

Material de apoio: sugestão de texto sobre Fenótipo Bombaim

Sangue raro

Uma menina de Medellín, na Colômbia, de um ano e dois meses de idade, apresentava sangramento digestivo grave e precisava de transfusão de sangue urgente. E foi um cearense que fez a doação de sangue para a criança colombiana. O que chama a atenção é que tanto o doador quanto o receptor têm um problema raro de defeito genético, uma deficiência na formação do grupo sanguíneo do indivíduo. Os dois apresentam o fenótipo Bombaim. O problema foi detectado em Bombaim, cidade da Índia e, por isso, leva seu nome. Oficialmente, Bombaim é Mumbai.

Foi a primeira vez que aconteceu uma doação internacional de sangue raro no Brasil, segundo a Opas – Organização Pan-Americana de Saúde. A transfusão na menina colombiana foi feita na última quarta-feira, dia 12. A biomédica Miriam Mendes Castanheira, especialista em hemoterapia e banco de sangue, e que trabalha no Hemocentro de Ribeirão Preto, explica que o fenômeno é raro de acontecer. Segundo Miriam, a incidência do fenótipo Bombaim é de um caso para cada 1 milhão de pessoas na Europa. Ela chama a atenção para o fato de que muita gente classifica o fenômeno erroneamente como um novo tipo sanguíneo, o “hh”.

Efeito Bombaim – Falso O



Falsos O têm, na verdade, sangue do tipo A, B ou AB.

Nem sempre a afirmação “Filhos de pais de sangue O não podem ter sangue A” é verdadeira. Isso porque existe um grupo, correspondente a menos de 1% da população, em que as técnicas tradicionais de determinação dos grupos sanguíneos os identificam como se fossem de sangue O, mesmo sendo homozigotos ou heterozigotos do tipo A e B; ou AB. A incidência destes casos é maior na Índia, principalmente em Mumbai, também chamada de Bombaim – justificando o nome dado a este fenômeno. Neste caso genérico, há a possibilidade, mesmo que pequena de um dos pais ser falso O.

Isso pode ser explicado da seguinte forma: um locus gênico, chamado locus H, determina a produção de um fator responsável pela expressão do fenótipo do sistema ABO. Assim, indivíduos HH ou Hh sintetizam uma enzima que é responsável pela formação do antígeno H;

transformado em antígeno A ou B: responsável pela determinação dos grupos sanguíneos A, B e AB, em testes tradicionais.

Quando esse locus gênico não está presente, ou seja, em casos de indivíduos homocigotos recessivos (*hh*), é manifestado um fenótipo de sangue do tipo O independentemente do seu genótipo verdadeiro, já neste caso que é sintetizada uma enzima inativa.

Diante destes fatos, para se detectar se uma pessoa é realmente O ou um falso O, é necessário um teste em que se é aplicado o anticorpo anti-H em uma gota de sangue. Quando há a aglutinação desta amostra, o indivíduo possui genótipo referente ao sangue O; quando não, é um falso O, não sendo possível se fazer a detecção de seu real grupo sanguíneo.

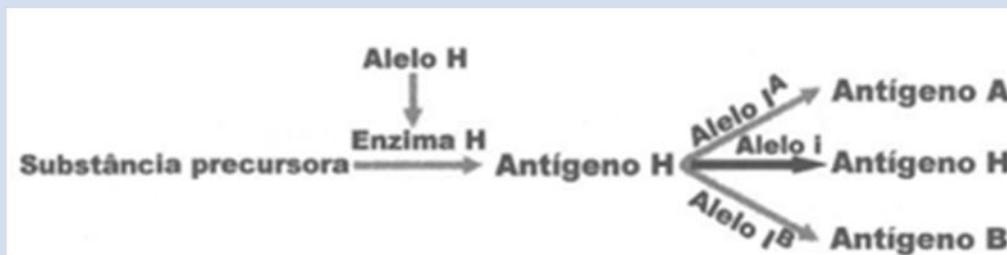
O fenótipo, Bombaim

Mas por que isso acontece?

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.



Então, indivíduos HH ou Hh (quase toda a população humana), são capazes de expressar os genótipos:

- ♣ $I^A I^A$ ou $I^A i$ (sangue tipo A); [tem antígeno A e anticorpo B]
- ♣ $I^B I^B$ ou $I^B i$ (sangue tipo B); [tem antígeno B e anticorpo A]
- ♣ $I^A I^B$ (sangue tipo AB); [tem antígenos A e B e não tem anticorpos A e B]
- ♣ ii (sangue tipo O); [não tem antígenos A e B e tem anticorpos A e B]

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 nas superfícies das hemácias e tem anticorpos H.

Qual é a doença que o indivíduo apresenta?

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.

Como saber?

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.

- ♣ Se houver aglutinação, o indivíduo é um “O” verdadeiro, ou seja, “ ii ”.
- ♣ Se não ocorrer aglutinação, ele é falso “O”, podendo ser $I^A I^A$, $I^A i$, $I^B I^B$, $I^B i$ ou $I^A I^B$

Texto adaptado para fins didáticos de: CASTANHEIRA, M M, Sangue raro é defeito genético. *Jornal da USP*, jul. 2017. LIMA, M A C S. Efeito Bombaim – Falso O. *Mundo da Educação*, mai.2019. CÂMARA, B. **O fenótipo, Bombaim. Biomedicina padrão**, jun. 2013.

• 3º etapa:

Em seguida, o(a) professor(a) deverá projetar o esquema mostrando a causa do fenótipo Bombaim e explicar (Fig.8)

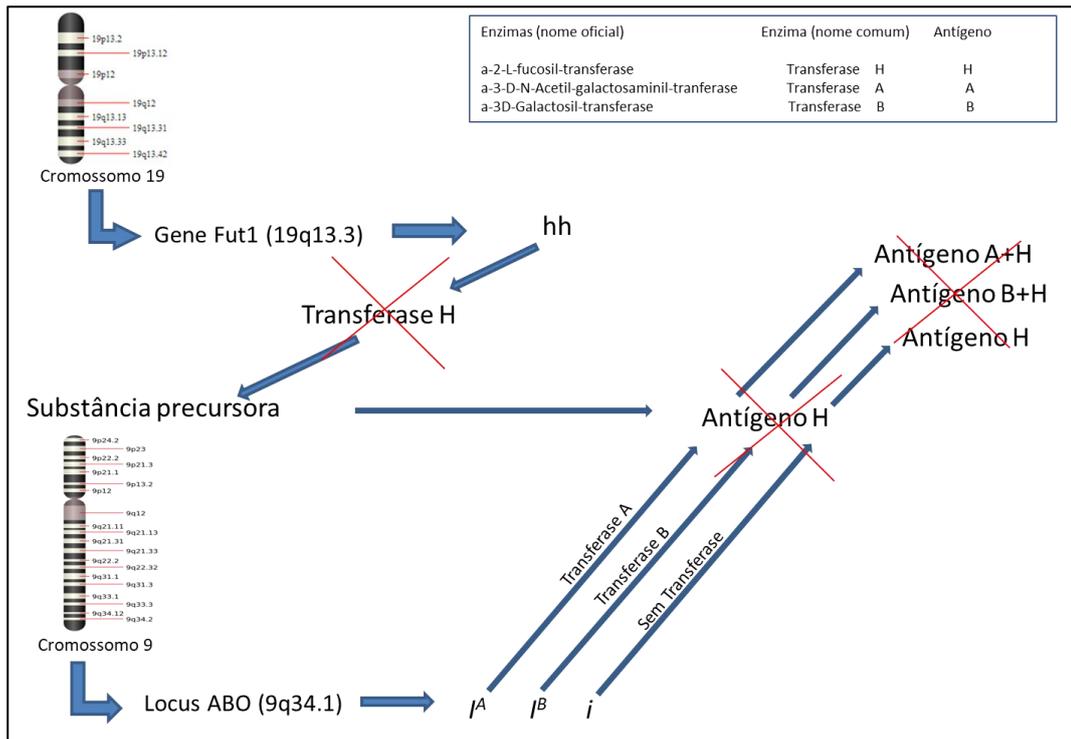


Figura 9: Esquema mostrando a causa do fenótipo Bombaim.

- 4º etapa:

Em seguida, o(a) professor(a) deverá distribuir um kit, composto por: bolas de isopor pequenas (número 4 ou 5), palitos de dente coloridos (azul e vermelha) e natural, miçangas de duas cores (azul e vermelha) e bandejas de isopor, e pedir que os grupos como se apresenta a superfície das hemácias de um fenótipo Bombaim e uma do tipo O. Como o sugerido na figura 9.

Se preferir, o(a) professor(a) deverá fazer de forma demonstrativa.

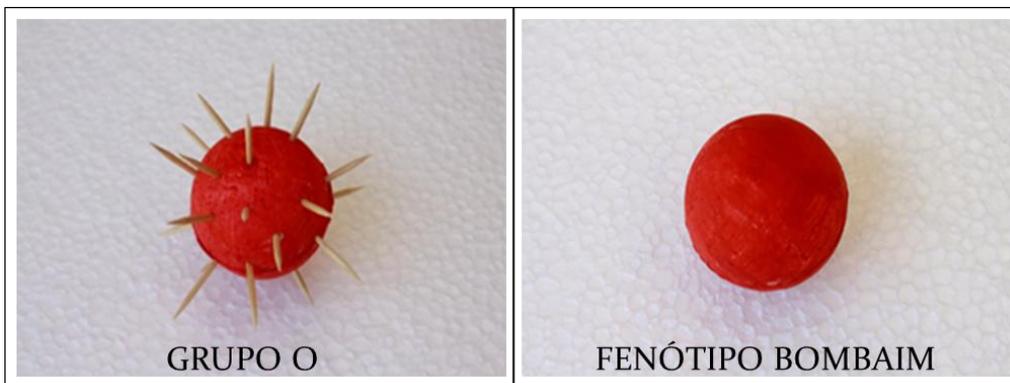


Figura 10: Representação de uma hemácia do grupo O e uma hemácia do fenótipo Bombaim.

- 5º etapa:

Representar de forma esquemática, com desenho, a superfície de uma hemácia do tipo sanguíneo O e outra do fenótipo Bombaim.

Avaliação: Os estudantes deverão ser avaliados durante todo o processo de formação de conceitos, bem como sua participação durante a simulação e a formulação dos questionamentos.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, R A O. Grupos Sanguíneos e Landsteiner. **Portal da educação**, 2019. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/grupos-sanguineos-e-landsteiner/25688>>. Acesso em: 06/07/2019.

BAIOCHI, E.; et al. Frequências dos grupos sangüíneos e incompatibilidades ABO e RhD em púrpuras e seus recém-nascidos. **Rev. Assoc. Med. Bras.**, v. 53, n.1, p.44-6, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0104-42302007000100018>>.

BATISTA, R C; OLIVEIRA, J E; RODRIGUES, S F P. **Sequência Didática– Ponderações Teórico- Metodológicas**. Didática e Prática de Ensino no contexto político contemporâneo: cenas da Educação Brasileira. XVIII ENDIPE. 2016.

BASTOS, R. W; MARTINELLI, F. S; TAVARES, M. G. Brincando com o sistema sanguíneo: proposta alternativa para o ensino dos grupos sanguíneos ABO. **Revista Genética na escola**, v. 5, n. 2, p 38-40, 2010. Disponível em: <<https://www.geneticanaescola.com.br/volume-5---n-2>>. Acesso em: 22/05/18.

CÂMARA, B. O fenótipo, Bombaim. **Biomedicina padrão**, jun. 2013.

CASTANHEIRA, M M, Sangue raro é defeito genético. **Jornal da USP**, 2017. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/sangue-raro-e-defeito-genetico/>>. Acesso em: 20/04/19.

COELHO, E. A. F., et al. Frequência de grupos sanguíneos dos sistemas ABO e Rh na população de Belo Horizonte – MG. **Rev. bras. anal. Clin**, v. 42, n. 4, p. 245-7, 2010.

KRASILCHIK, M. **Prática do ensino de Biologia**. 4º ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

LIMA, M A C S. Efeito Bombaim – Falso O. **Mundo da Educação**, 2019.

MONIZ, P. Grupos sanguíneos. Educação Globo. **Biologia**, 2019. Disponível em: <<http://educacao.globo.com/biologia/assunto/hereditariedade/grupos-sanguineos.html>>. Acesso em: 06/07/2019.

NOVARETTI, M.C., et al. Estudo de grupos sangüíneos em doadores de sangue caucasóides e negróides na cidade de São Paulo **Rev.bras.hematol.hemoter.**, v. 22, n.1, p. 22-32, 2000.

TAMIR, P. **Work in school: na analysis of current pratic**, in Brian Woolbough (ed), Pratical Science. Milton Keynes: Open University Press, 1990.

WECKERLIN, E. R.; MACHADO, V. M. A Teoria da Transposição Didática: uma análise de periódicos CAPES na área do ensino de ciências. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – ENPEC. Águas de Lindóia/MG, 2013.