



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO

**METODOLOGIAS ATIVAS, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E SISTEMAS
SANGUÍNEOS COMO INSTRUMENTOS FACILITADORES DO ESTUDO DE
GENÉTICA**

João Pessoa

2024

ELIDIANE KARINA GIUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO

**METODOLOGIAS ATIVAS, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E SISTEMAS
SANGUÍNEOS COMO INSTRUMENTOS FACILITADORES DO ENSINO DE
GENÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Linhas de Pesquisa: Comunicação, Ensino e Aprendizagem

Macroprojeto: Novas Práticas e Estratégias Pedagógicas para o Ensino de Biologia

Orientador (a): Prof.^a Dra. Simone Silva dos Santos Lopes.

João Pessoa

2024

Catálogo na publicação Seção de Catalogação e Classificação

M775m Monteiro, Elidiane Karina Gustavo Felizardo.

Metodologias ativas, ensino por investigação e sistemas sanguíneos como instrumentos facilitadores do ensino de genética / Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro. - João Pessoa, 2024.

176 f. : il.

Orientação: Simone Silva dos Santos Lopes. Dissertação
(Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Genética - Ensino. 2. Metodologias ativas. 3. Sequência didática. 4. Sistemas sanguíneos. 5. Transplante de células e órgãos. I. Lopes, Simone Silva dos Santos. II. Título.

UFPB/BC

CDU 575:37(043)

ELIDIANE KARINA GIUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO

**METODOLOGIAS ATIVAS, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E SISTEMAS
SANGUÍNEOS COMO INSTRUMENTOS FACILITADORES DO ENSINO DE
GENÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO), do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Data: 21/março/2024

Resultado: Aprovada

BANCA EXAMINADORA:

 Documento assinado digitalmente
SIMONE SILVA DOS SANTOS LOPES
Data: 25/03/2024 10:51:54-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dra. Simone Silva dos Santos Lopes – DB/CCBS/UEPB
Orientadora

 Documento assinado digitalmente
BRUNO HENRIQUE ANDRADE GALVAO
Data: 27/03/2024 15:19:22-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Bruno Henrique Andrade Galvão – DFP/CCS/UFPB
Avaliador Interno

 Documento assinado digitalmente
MICHELLE GARCIA DA SILVA
Data: 25/03/2024 19:22:40-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof.^a Dra. Michelle Garcia da Silva – DB/CCBS/UEPB
Avaliador Externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, em especial ao meu esposo Mércio, a minha mãe Luzinete, ao meu pai Josué, *in memoriam*, as minhas irmãs Erika, Emmily e Elida; e a meus filhos Eloah, Mariana e Davi, pelo apoio e amor incondicional em todos os momentos de minha jornada.

Esta conquista também é de vocês.

RELATO DA MESTRANDA

Instituição: Universidade Federal da Paraíba
Mestrando(a): Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro
Título do TCM: Metodologias Ativas, Ensino por Investigação e Sistemas Sanguíneos como instrumentos facilitadores do ensino de Genética
Data da defesa: 21/03/2024
Ingressar no Mestrado foi a realização de um sonho. Depois de exatos 20 de anos da conclusão de minha graduação retornei ao mundo acadêmico cheia de anseios, mas também de medos. Apesar de apaixonada por ensinar, me sentia ultrapassada frente a tantas mudanças metodológicas e avanços científicos. Porém diante de meus dilemas decidi concretizar o antigo sonho e retomar de forma oficial os estudos. Embora a vontade de aprender fosse enorme, os obstáculos também eram. Conciliar família e trabalho foi uma tarefa árdua. Mas em meio a esse turbilhão de novidades e desafios uma nova ‘professora’ foi nascendo. Logo após as primeiras aulas, já se tornava impossível ter a mesma prática docente. Ensinar apenas com uso da voz e da lousa se mostrava sem sentido e, em meio a tantos aprendizados, outras formas de ensinar iam sendo construídas. Obviamente toda mudança exige esforço, afinal como diz o ditado ‘<i>não existe glória sem sacrifício</i>’, nem sempre o planejado acontecia ou os estudantes reagiam as demandas como o esperado. Se, para mim, mudar a postura didático-pedagógica era difícil, para os estudantes responder positivamente a essas mudanças de imediato também foi demorado. Mas aos poucos as coisas foram se reorganizando, os resultados foram surgindo e a vontade de continuar a inovar aumentando. Lembro-me que após a aplicação de minha primeira AASA, meus estudantes me chamaram para agradecer e pedir que outras aulas como aquelas fossem realizadas. Quando eu imaginaria que o ensino de um conteúdo seria melhor aceito a partir da vivência em um espaço destinado ao lazer dos estudantes? Ou mesmo que a simples observação propiciaria o levantamento de hipóteses sobre achados biológicos de um mundo corriqueiro? Que a investigação e não a apresentação direta de determinado fenômeno culminaria na aquisição de novos conhecimentos? Agora encerrado esse ciclo, sou capaz de olhar para trás e perceber que cada luta valeu a pena, que cada angústia teve um propósito. Claro que não posso deixar de registrar que as qualificações me trouxeram alguns cabelos brancos, mas com esforço, ajuda dos colegas e dos professores consegui êxito em todas. Mais que colegas, ganhei amigos que levo para vida, cada um deles fez a diferença e, com certeza, eu não teria conseguido sem eles. E para aqueles amigos que não conseguiram nesse primeiro momento concluir a caminhada, expresso aqui meu desejo que eles continuem, que não se deixem abater, mas que prossigam a lutar por seus sonhos. Aos que pretendem ingressar no Profbio também deixo um recado: Não se permitam desanimar pela fala de alguns, realmente a jornada não é leve, mas é executável. Hoje posso dizer que consegui, não porque lutei sozinha, mas porque um dia decidi viver um sonho, me amparando naqueles que assim como eu acreditavam ser possível e nem por um momento me deixaram pensar em desistir. São essas pessoas que vocês devem ouvir e ter sempre por perto. “Porque sabemos que todas as coisas cooperam para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito”. Rm 8:28

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus por ter me permitido realizar mais um sonho. Sem Ele eu jamais teria conseguido trilhar todos os caminhos necessários para conclusão desse curso. A Ele seja toda honra e glória.

Agradeço a minha família, meu porto seguro, presente de Deus em minha vida.

A meu esposo, Mércio, que segurou minha mão durante toda a jornada, que me consolou nas horas de tristeza, me ajudou nas dificuldades e nunca me deixou pensar em desistir.

Aos meus filhos, Eloah, Mariana e Davi, por sempre me olharem com ternura. Foram tantos os momentos que queriam colo e atenção, mas mesmo sem compreender me amaram e me incentivaram dizendo: “Mamãe você consegue”. A eles meu amor eterno.

A minha amada mãe Luzinete por sempre me socorrer com amor, mesmo com suas limitações nunca me privou de sua ajuda.

As minhas irmãs, Erika, Emmily e Elida por toda ajuda, por me fazer rir nos momentos de apertado e por também chorar comigo pois entendiam que chorar seria o melhor remédio naquele momento. Vocês são essenciais e preciosas para mim.

A minha cunhada, Mércia, e minha sogra, Roberta, por cuidarem tão bem de meus pequenos durante minha ausência. Sem vocês eu não teria conseguido.

A todos os companheiros e amigos que o Profbio me presenteou, cada um do seu jeitinho tornou a jornada mais leve. Ana Nívea com sensibilidade; Aline, Carlos, Edmar, Klebson e Moisés com muita alegria; Allyson, Bruno, Daniela, Edyla e José Pinheiro com calma; Jean, Jussara, Luciana, Tony e Thiago com equilíbrio, Samuel com seus questionamentos top; Josilene com exemplo de garra (quando eu crescer quero ser como ela); Marcelo e Rodrigo com visões além do explicado; e a Kayo com disposição extra para sempre ajudar.

A Rachel, minha companheira de todas horas no Profbio, por sempre se dispor a me ajudar quando o fardo se tornava pesado. Pelas risadas e aprendizados minha gratidão amiga!

A minha querida amiga Jandra por tudo que vivemos e aprendemos juntas.

As professoras Fátima Camarotti e Fabíola Albuquerque, por nos conduzirem com serenidade durante todo o mestrado.

A todos os professores do curso por se disporem a compartilhar generosamente seus conhecimentos conosco.

A minha orientadora, professora Simone Lopes, por toda paciência e sabedoria a mim dispensadas durante sua orientação.

Aos professores Alexandre Colavite e Bruno Galvão pelas contribuições preciosas a esse trabalho.

Aos corpos diretivo, docente e discente da EEEFM Gentil Lins por todo apoio dado para que a pesquisa necessária a esse trabalho fosse executada.

Ao Hemocentro João Pessoa/PB pela parceria e contribuição.

Por fim, a todos que de alguma forma participaram comigo dessa jornada, minha sincera gratidão!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

“Porque dele, e por meio dele, e para Ele são todas as coisas.

A Ele, pois, a glória eternamente.

Amém! ”

Rm 11: 36

RESUMO

Conteúdos ligados à Genética geralmente não são bem compreendidos por estudantes do ensino médio e a falta de conexão desses conteúdos a sua realidade acaba criando obstáculos para o processo de ensino-aprendizagem. Os Sistemas Sanguíneos são conjuntos de um ou mais antígenos capazes de promover a produção de anticorpos específicos e que se relacionam com diversos eventos biológicos. Este trabalho busca criar estratégias que facilitem o processo de ensino e aprendizagem de genética a partir do uso de metodologia ativas, ensino por investigação e da associação dos conceitos genéticos aos sistemas sanguíneos (ABO e Rh). Com o intuito de produzir uma aprendizagem significativa foi construída uma sequência didática com atividades lúdicas e investigativas que aproximam conteúdos da genética a situações presentes no cotidiano estudantil. Na sequência tratamos sobre a constituição e estruturação da molécula de DNA, sobre o papel do genoma e epigenoma na expressão gênica, contextualizamos o estudo dos conceitos genéticos a partir da apresentação dos sistemas sanguíneos e discorremos sobre as razões biológicas da necessidade de existir compatibilidade entre doador e receptor para o sucesso dos transplantes. Para tanto foi realizada uma pesquisa quali-quantitativa, de natureza interventiva com procedimento de pesquisa-ação. Todas as atividades foram aplicadas à estudantes da 3ª série do Ensino Médio da EEEFM Gentil Lins localizada no município de Sapé/PB. Os resultados obtidos demonstraram que os estudantes se comportam de forma mais participativa quando são utilizadas metodologias ativas e contextualização dos conteúdos estudados a situações presentes em seus cotidianos ou a fatos biológicos que envolvem o bem-estar coletivo. Foi possível comprovar ainda que a aprendizagem significativa ocorre de maneira mais eficiente quando novos conteúdos são apresentados a partir da utilização de saberes já adquiridos. Como produto da pesquisa foi produzido um guia didático voltado a docentes de ensino médio com a finalidade de facilitar a administração desses conteúdos e otimizar a sua aprendizagem.

Palavras-chave: ensino de genética; metodologias ativas; sequência didática; sistemas sanguíneos; transplante de células e órgãos.

ABSTRACT

Contents linked to Genetics are generally not well understood by high school students and the lack of connection between these contents and their reality ends up creating obstacles for the teaching-learning process. Blood Systems are sets of one or more antigens capable of promoting the production of specific antibodies and which are related to various biological events. This work seeks to create strategies that facilitate the teaching and learning process of genetics through the use of active methodology, teaching through investigation and the association of genetic concepts with blood systems (ABO and Rh). In order to produce meaningful learning, a didactic sequence was constructed with playful and investigative activities that bring genetic content closer to situations present in everyday student life. Next, we discuss the constitution and structuring of the DNA molecule, the role of the genome and epigenome in gene expression, we contextualize the study of genetic concepts based on the presentation of blood systems and we discuss the biological reasons for the need for compatibility between donors. and recipient for the success of transplants. To this end, a qualitative-quantitative research was carried out, of an interventional nature with an action research procedure. All activities were applied to students in the 3rd year of high school at EEEFM Gentil Lins located in the municipality of Sapé/PB. The results obtained demonstrated that students behave in a more participatory way when active methodologies and contextualization of the content studied are used in situations present in their daily lives or biological facts that involve collective well-being. It was also possible to prove that meaningful learning occurs more efficiently when new content is presented using knowledge already acquired. As a product of the research, a teaching guide was produced aimed at high school teachers with the aim of facilitating the delivery of these contents and optimizing their learning.

Keywords: teaching genetics; active methodologies; following teaching; blood systems; cell and organ transplantation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Imagem - Escola sede da pesquisa	46
Figura 2: Imagem - Localização geográfica da escola sede da pesquisa.....	46
Figura 3: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 3 do questionário de sondagem: “Para você o que é Genética?”	53
Figura 4: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 4 do questionário de sondagem: Importância de se estudar genética no ensino básico.	54
Figura 5: Gráfico para respostas dadas a pergunta 5 do questionário de sondagem: Influência do modo de ensinar do professor na avaliação feita sobre a importância de se estudar genética no ensino básico.....	55
Figura 6: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 6 do questionário de sondagem: Como o professor de biologia deveria ministrar suas aulas?	56
Figura 7: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 7 do questionário de sondagem: Temas de genética que os estudantes julgam estar presentes em seus cotidianos.	58
Figura 8: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 9 do questionário de sondagem: Importância de se conhecer o tipo sanguíneo.	59
Figura 9: Gráfico - respostas dadas a pergunta 10 do questionário de sondagem: Importância de conhecer como ocorre o processo de transfusão sanguínea.....	60
Figura 10: Gráfico - Resposta dadas a perguntar sobre o porquê da importância de se estudar sobre as transfusões sanguíneas.....	61
Figura 11: Imagem - Estudantes construindo o modelo linear do DNA.	67
Figura 12: Imagem - Estudantes construindo modelo cromossômico do DNA	68
Figura 13: Imagem - Estudantes observando os painéis e fazendo anotação de suas impressões.	70
Figura 14: Imagem - Construção da Nuvem de Palavras com uso de aplicativo.	71
Figura 15: Imagem - Aula expositiva e dialogada sobre os conceitos genéticos.	72
Figura 16: Imagem - Aula prática para identificação de tipo sanguíneo (simulação).	73
Figura 17: Imagem - Construção dos modelos das hemácias representativas dos tipos sanguíneos identificados.....	75
Figura 18: Imagem - Estudantes apresentando os conhecimentos construídos na aula prática.	76

Figura 19: Imagem - Explanação sobre os complexos MHC e HLA e como eles interferem no sucesso de transplantes.	78
Figura 20: Imagem - Estudantes realizando estudo de caso.	79
Figura 21: Imagem - Apresentação dos resultados encontrados no estudo de caso - Aplicação da metodologia Rotação por Estações.	80
Figura 22: Imagem - Palestra educativa sobre Doação de Sangue e Medula.	83
Figura 23: Imagem - Estudantes doando sangue	83
Figura 24: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 3 do questionário de avaliativo: Avaliação dos estudantes sobre a metodologia aplicada.....	85
Figura 25: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 4 do questionário de avaliativo: Influência do modo como o professor ensinou sobre a avaliação da metodologia utilizada na aplicação da sequência.	86
Figura 26: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 5 do questionário de avaliativo: Sugestões para melhoria da metodologia utilizada	87
Figura 27: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 6 do questionário de avaliativo: Associação feita pelos estudantes sobre a importância do ensino de genética para o seu cotidiano.	88
Figura 28: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 7 do questionário de avaliativo: Temas relacionados à genética que os estudantes gostariam de estudar com uso da metodologia aplicada na pesquisa	89
Figura 29: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 9 do questionário de avaliativo: Relação feita pelos estudantes entre os conteúdos estudados à saúde e à cidadania.	90
Figura 30: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 10 do questionário de avaliativo: Importância dada pelos estudantes para o conhecimento dos processos de transfusão sanguínea e transplante de órgãos.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo do Percurso Metodológico.....	48
Tabela 2: Conteúdo dos frascos representativos dos soros anti-A, anti-B e anti-D.	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNA	Ácido Desoxirribonucleico
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
Sars-CoV-2	Corona vírus 2 da Síndrome Respiratória Aguda Grave
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1 O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM	21
3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	23
3.3 O ENSINO E A BNCC	27
3.4 METODOLOGIAS ATIVAS	28
3.5 O ENSINO DE BIOLOGIA E GENÉTICA: CONTEXTO E DESAFIOS.....	32
3.6 SISTEMAS SANGUÍNEOS COMO FUNDAMENTOS FACILITADORES DO ENSINO DE GENÉTICA E DOS TRANSPLANTES DE CÉLULAS E ÓRGÃOS.....	37
3.7 O USO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO INSTRUMENTO DE APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ATIVAS E DO ENSINO INVESTIGATIVO	40
4 MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1 TIPO DE PESQUISA	45
4.2 ÁREA DE ESTUDO E ATORES SOCIAIS.....	45
4.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	47
4.4 PERCURSO METODOLÓGICO	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51

1ª ETAPA: APLICAÇÃO DO PRIMEIRO TESTE: QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO ..51	51
2ª ETAPA: APLICAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA	61
3ª ETAPA: PROMOÇÃO DE CAMPANHA DE DOAÇÃO DE SANGUE NA COMUNIDADE ESCOLAR.....	82
4ª ETAPA: APLICAÇÃO DO SEGUNDO TESTE: QUESTIONÁRIO AVALIATIVO.....	84
5ª ETAPA: CONSTRUÇÃO DO PRODUTO: GUIA DIDÁTICO	92
6 CONCLUSÃO.....	93
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
REFERÊNCIAS	96
APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE E TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ PARA MAIORES DE 18 ANOS.....	104
APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE E TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ	106
APÊNDICE C: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE - PARA MENORES DE 18 ANOS	109
APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO.....	111
APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO AVALIATIVO	113
APÊNDICE F: TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL	115
APÊNDICE G: RESULTADOS QUANTIFICADOS OBTIDOS A PARTIR DA APLICAÇÃO DO TESTE 1: QUESTIONÁRIO DE SONDAÇÃO	116
APÊNDICE H: SLIDES DA AULA 1 - REVISÃO SOBRE A CONSTITUIÇÃO DO DNA.....	119
APÊNDICE I: SLIDES UTILIZADOS NA AULA 5 – APRESENTAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA.....	121
APÊNDICE J: ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – AGLUTINAÇÃO SANGUÍNEA E CONSTRUÇÃO DE MODELOS	123

APÊNDICE K: RESULTADOS QUANTIFICADOS OBTIDOS A PARTIR DA APLICAÇÃO DO TESTE 2: QUESTIONÁRIO AVALIATIVO.....	124
APÊNDICE L: GUIA DIDÁTICO.....	127
ANEXO A: TERMO DE ANUÊNCIA DA ESCOLA	128
ANEXO B: PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA E PARA ALTERAÇÃO DO TÍTULO.....	165
ANEXO C: FIGURAS UTILIZADAS PARA CONSTRUIR MODELO LINEAR DA MOLÉCULA DE DNA.....	169
ANEXO D: IMAGENS UTILIZADAS NA AULA 4 DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	170
ANEXO E: MATÉRIAS JORNALÍSTICAS E ARTIGOS UTILIZADOS NO ESTUDO DE CASO	173
ANEXO F: COMPROVANTE DE REALIZAÇÃO DA CAMPANHA DE DOAÇÃO DE SANGUE – PARCERIA HEMOCENTRO	176

1 INTRODUÇÃO

Para que o processo de aprendizagem seja eficiente faz-se necessário que ele ocorra de forma dinâmica e conectada com a realidade dos discentes. No entanto, alguns conteúdos por possuírem termos técnicos específicos e se relacionarem de forma mais distantes do dia-a-dia dos alunos acabam por tornar o processo de aprendizagem mais dificultoso tanto para o professor como para o aluno (Silva *et al*, 2019).

De acordo com Krasilchik (2004) o aluno pode assumir diferentes posturas durante sua vida estudantil. Alguns preocupando-se apenas com as notas que irão tirar e outros apresentando maior grau de comprometimento escolar, buscando bibliografias adicionais para compreensão dos conteúdos estudados, além de interagir com colegas e professores para alcance de maior entendimento de conteúdos e significação do processo de aprendizagem. Para a autora, essa última postura é desencadeada por um conteúdo ou professor que provoque seu interesse.

O ensino por investigação é uma abordagem didática que busca estimular o interesse do aluno a partir do uso do método científico e, partindo da problematização, elaboração e teste de hipóteses para resolução de “problemas” ligados ao não conhecimento de determinado fenômeno ou conteúdo conduz o aluno a ser protagonista de sua aprendizagem, bem como o leva a se comprometer com esse processo (Krasilchik, 2004).

Por conseguinte, as sequências didáticas são ferramentas metodológicas usadas para organizar os conteúdos e facilitar a compreensão dos mesmos (Ulgade & Roweder, 2020). Para Motokane (2015) o uso de sequências didáticas, em especial de sequências investigativas, permite ao docente conduzir sua aula de forma dinâmica, apresentando o caminho para a construção do conhecimento sem, contudo, anular o protagonismo do aluno nesse processo.

Logo, considerando que a aprendizagem só se concretiza quando o indivíduo é capaz de atribuir valor aquilo que lhe é apresentado e consequentemente correlacionar o conhecimento adquirido ao seu cotidiano, não é de se admirar o desinteresse que alguns estudantes apresentam frente ao estudo de conteúdos ligados à genética e a dificuldade que a grande maioria tem de assimilar seus conteúdos. O ensino de conteúdos de forma automática e desvinculada a assuntos

de interesse individual e/ou coletivo faz com que a genética seja vista por muitos estudantes como sem razão de ser estudada e aprendida (Vilela, 2007).

Conteúdos, como os de genética, que misturam história, matemática e até um pouco de filosofia quando são apresentados de forma separada à realidade fazem com que muitos estudantes percam o interesse em aprender (Barni, 2010).

Ainda segundo Barni (2010), devido à complexidade de seus conteúdos, conceitos genéticos são mais facilmente assimilados pelos discentes quando se estabelece conexões entre o que eles já conhecem e aquilo que a ciência disponibiliza criando assim redes de aprendizagem integradas e sistematizadas que proporcione atuação investigativa do discente durante todo o percurso de aprendizagem.

E, notoriamente, alguns conteúdos podem ser mais favoráveis ao processo de ensino, bem como a experiência do ensino investigativo, a exemplo disso pode-se citar os conteúdos associados aos Sistemas Sanguíneos que, em ritmo regular, se fazem presentes no cotidiano dos estudantes em decorrência das costumeiras campanhas de doação de sangue em prol de pessoas que por um motivo ou outro necessitam dele.

Vistas a isso e assumindo que o processo de aprendizagem depende diretamente da participação efetiva do estudante, mostra-se relevante associar o ensino de Genética à modalidade investigativa de ensino, em especial ao uso de sequências didáticas uma vez que conceitos genéticos podem ser melhor compreendidos a partir de um estudo organizado e da sua associação a assuntos de relevância para a sociedade.

Para tanto, esse trabalho se propôs a criar e aplicar uma sequência didática investigativa com uso associado de metodologias ativas e materiais acessíveis e/ou de baixo custo. A partir da construção de cenários pedagógicos buscou-se estimular o protagonismo estudantil frente aos conteúdos de genética, bem como desenvolver o interesse pela aquisição de novos conhecimentos nessa área de forma crítica e significativa a partir do estudo de conteúdos relacionados aos Sistemas Sanguíneos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Criar estratégias que facilitem o processo de ensino e aprendizagem de genética a partir do uso de metodologias ativas, ensino por investigação e da associação dos conceitos genéticos ao sistema sanguíneo ABO e aos grupos de antígenos Rh.

2.2 Objetivos Específicos

- Validar sequência didática que facilite o ensino e aprendizagem de conteúdos relacionados a Genética;
- Discutir conceitos básicos da Genética e dos Sistemas Sanguíneos;
- Facilitar a associação do conhecimento científico ao conhecimento popular a partir de situações investigativas relacionadas aos Sistemas Sanguíneos e aos Transplantes de Células e Órgãos;
- Conduzir os estudantes à identificação dos principais Sistemas Sanguíneos;
- Estimular o raciocínio cognitivo dos alunos a partir da criação de modelos didáticos para o ensino dos sistemas sanguíneos;
- Contribuir para o entendimento sobre a estrutura e papel biológico do material genético;
- Promover Campanha de Doação de Sangue e Medula na comunidade escolar e fomentar a importância dessas ações para o coletivo;

- Construir um guia metodológico para professores do ensino básico que desperte no aluno o interesse pelo estudo de genética a partir de conteúdos relacionados aos Sistemas Sanguíneos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O processo de ensino-aprendizagem

Durante muito tempo o processo de ensino e aprendizagem foi pensado como sendo a ação de transmissão vertical de conhecimentos, no qual o professor seria o detentor do conhecimento e seu aprendiz o receptor. Nesse contexto o conhecimento seria assimilado de forma bruta e alheia as condições em que o aprendiz estaria inserido e, esse último, seria um produto daquilo que lhe foi repassado, sem capacidade de discernimento crítico frente aos problemas que são por ele vivenciados ou para ele apresentados (Bacich *et al*, 2015).

O processo de ensino-aprendizagem seria análogo a uma transação bancária no qual o portador do conhecimento '*depositaria*' no desconhecedor aquilo que seria o objeto desse processo.

Freire (2001) descreve a educação bancária como sendo:

[...] uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. (...) para a qual a educação é o ato de depositar, transferir, de transmitir valores e conhecimentos [...] (Freire, 2001, p. 58, 59).

Esse tipo de ensino, no entanto, contraria a gênese processual da construção do conhecimento. De acordo com Carvalho (2011) o processo de aprendizagem acontece a partir da computação e articulação dos dados percebidos pelo cérebro e não do abastecimento desses dados por ele.

Logo para que o processo de ensino e aprendizagem se efetive é essencial que sejam oferecidos ao aprendiz condições para que o mesmo possa perceber de forma dinâmica o novo conhecimento, e compreender como esse mesmo conhecimento será útil a ele e ao meio no qual está inserido. Nesse sentido, o aprendiz deixa de ser recebedor para ser percebedor daquilo que lhe está sendo apresentado, criando assim conexões entre seus conhecimentos prévios, os novos conhecimentos e sua realidade, concretizando, dessa forma a aprendizagem.

Para Freire (2001) a educação deve ser uma '*prática da liberdade*' e, como tal, deve provocar no aprendiz a consciência de que ele não é um ser isolado do meio, outrora é pertencente a ele e, assim, não pode ser apenas visto como depositário de conhecimento. Nessa perspectiva o ensino deve ocorrer de forma problematizada de tal modo a propiciar no educando o aumento de sua capacidade de captação e de percepção do meio e/ou conhecimento que lhe é inerente, levando o mesmo a vislumbrar a realidade e o conhecimento não de forma imutável, mas como algo em constante mudança e construção.

Seguindo a perspectiva de que o ensino é um processo contínuo e transformador, que educadores não são detentores absolutos do conhecimento, que educandos não são apenas receptores desse conhecimento e que o conhecimento não é imutável. É possível conceber que para que o ensino aconteça é necessário que haja existência das condições favoráveis a ele (Kuenzer, 2000).

Embora Vasconcelos *et al* (2003) discorra que o processo de aprendizagem ocorre sem que exista preocupação direta com seu cerne e, que todos ensinam sem se inquietar em expor os referenciais teóricos nos quais suas práticas se apoiam é inerente, ao mestre e ao aprendente, reconhecer que a construção do conhecimento e sua assimilação não se dão ao acaso.

Se por um lado Beber *et al* (2014) compreendem o processo de ensino e aprendizagem como um fenômeno metacognitivo, isto é, como um evento onde o aprendente regula e monitora seus processos cognitivos e logo é consciente de como ele aprende, por outro lado De Araújo Bernardo *et al* (2018) defendem que para que o ensino ocorra é imperioso que exista interação entre os sujeitos do processo, a saber, professor-estudante-conteúdos e, sendo assim, é primordial ao professor considerar os conhecimentos prévios do seu estudante para mediar e não impor como o ensino acontecerá.

Por conseguinte Freire (2001, p. 87) ao expor que: "... nosso papel não é falar ao povo sobre a nossa visão do mundo, ou tentar impô-la a ele, mas dialogar com ele sobre a sua e a nossa.", o mesmo revela que o segredo para que o ensino e a aprendizagem se concretize é que haja conexão do conhecimento com a realidade do aluno, ato a ser realizado pelo professor.

Tal qual, é incompreensível pensar o ensino como algo doutrinador ou como descreveu Freire (2001), como sendo um processo no qual o educador diz a palavra e disciplina e o educando escuta e acata de forma submissa o detentor do saber. Antes o ensino deve ser compreendido com um processo dinâmico, onde todos os seus atores participam de forma

igualitária, considerando que embora o professor esteja na posição de “*conhecedor do conhecimento*” ele não deve se valer disso para guiar sua prática.

Contudo o professor deve considerar os conhecimentos prévios do estudante e sua realidade, criar situações que propiciem a aprendizagem, e que garantam o estabelecimento cognitivo e emocional do estudante com o objeto de seu estudo. Ao invés do professor se comportar como guia do processo, o mesmo deve ser mediador, de forma que aprendizagem se efetue significativamente, que o estudante sinta prazer em aprender, que aquilo que lhe seja apresentado faça sentido e que o estudante seja o protagonista de todo esse movimento, a saber, do ensino.

3.2 Aprendizagem Significativa

É preciso considerar que a aprendizagem acontece no momento em que o estudante consegue estabelecer vínculo entre o conhecimento e sua realidade. Não existe aprendizagem sem que haja significação e reestruturação de conhecimentos já adquiridos. Logo o processo de ensino só é válido quando a aprendizagem acontece e o conhecimento ganha significado para o estudante (Werneck, 2006).

Pelizzari (2002) esclarece que para a aprendizagem acontecer de forma significativa é necessário compreender o modo como o conhecimento se modifica, em vez de priorizar mudanças comportamentais externas, é importante considerar os processos mentais e seu papel para significação e aprendizagem dos novos conhecimentos.

Segundo Moreira & Masini (1982) a aprendizagem é um:

[...] processo por meio do qual uma nova informação interage de forma não-literal e não-arbitrária com subsunções específicos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo”, no qual “a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes já presentes naquela estrutura cognitiva (Moreira & Masini, 1982, p 7).

Moreira & Masini (1982) descrevem que para David Ausubel, postulador da teoria da aprendizagem significativa, os subsunçores seriam estruturas e/ou conhecimentos que agiriam como mola propulsora para que a aprendizagem se concretizasse. No sentido mais genérico seriam os conhecimentos prévios que fariam os novos conhecimentos terem significado para o aprendente, uma vez que o processo de aprendizagem começaria a partir de conhecimentos que já lhe são familiares e, assim sendo, lhe fazem sentido.

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa proposta por Ausubel (1918-2008) para que o processo de ensino e aprendizagem aconteça se faz necessário que os conhecimentos prévios do estudante sejam considerados na hora de planejar o que será ministrado. Para ele é impossível que haja sucesso escolar sem que haja interação entre os novos conhecimentos e os conhecimentos que já estão arraigados no cognitivo do estudante.

Nesse contexto são os conhecimentos prévios – *subsunçores*- que fundamentam a nova informação e levam o estudante a ver sentido naquilo que lhe está sendo apresentado, são eles que impulsionam o estudante a criar vínculo com essa nova informação e assim tornar a aprendizagem significativa.

Para Moreira (2000) o conhecimento prévio é destacadamente o fator mais importante para que a aprendizagem aconteça uma vez que só aprendemos aquilo que já nos é conhecido.

Segundo Moreira (2000):

Na aprendizagem significativa, o aprendiz não é um receptor passivo. Longe disso. Ele deve fazer uso dos significados que já internalizou, de maneira substantiva e não arbitrária, para poder captar os significados dos materiais educativos. Nesse processo, ao mesmo tempo que está progressivamente diferenciando sua estrutura cognitiva, está também fazendo a reconciliação integradora de modo a identificar semelhanças e diferenças e reorganizar seu conhecimento. Quer dizer, o aprendiz constrói seu conhecimento, produz seu conhecimento (Moreira, 2000, p. 50).

As concepções de Moreira (2000) fortalecem o princípio de que para que o conhecimento seja adquirido de forma efetiva é preciso considerar que esse processo de aquisição não é estático, que o estudante não é alheio ao mundo e/ou a sociedade, mas principalmente que o estudante não é um recipiente vazio, antes carrega dentro de si uma infinidade de conhecimentos, frutos de suas vivências físicas e cognitivas, que interferem e interagem diretamente com tudo que para ele é apresentado, seja de forma material ou emocional.

Farias (2022) pondera que:

Na perspectiva de Ausubel, há duas condições para haver aprendizagem significativa: a primeira está relacionada à disposição de apreender por parte do aluno; a segunda vincula-se à potencialidade significativa do conteúdo a ser estudado. Assim, podemos considerar que os sujeitos apresentam disposição e potencialidade de aprender por meio de uma organização cognitiva interna baseada em conhecimentos de caráter conceitual, sendo que a complexidade depende muito mais das relações que esses conceitos estabelecem em si que do número de conceitos presentes (Farias, 2022, p. 6).

Concernente ao exposto por Farias (2022) sobre a Teoria da Aprendizagem de Ausubel é também possível conceber que, além dos conhecimentos prévios do estudante, a disposição do estudante em aprender e a conectividade dos conteúdos com o universo cognitivo do mesmo, são peças primordiais para que se logre êxito no processo de ensino.

Nesse universo o estudante pode até memorizar determinado conteúdo, porém essa aprendizagem nem sempre será duradoura, uma vez que ela não é significativa para ele e, portanto, seu esforço em “memorizar” aquele conteúdo não foi suficiente para que o mesmo reorganizasse suas tramas cognitivas e consequentemente resinificasse seus conhecimentos prévios para tornar aquele processo de aprendizagem significativo.

No entanto, é relevante pontuar que Ausubel (2000) não descarta o ato de memorização do processo de aprendizagem e como exposto por ele:

Apesar de existirem diferenças marcantes entre elas, a aprendizagem significativa e a por memorização não são, como é óbvio, dicotômicas em muitas situações de aprendizagem prática e podem colocar-se facilmente num contínuo memorização-significativo (Ausubel, 2000, p. 5).

Sendo assim, em alguns casos o processo de memorização deve ocorrer para que aprendizagem significativa aconteça. Embora o processo de memorização seja arbitrário e literal, e logo se contraponha a aprendizagem significativa, a aquisição de alguns tipos de conhecimentos, a exemplo daqueles ligados a conceitos, se iniciam com o ato de memorizar para em seguida serem internalizados e significados de acordo com as interações cognitivas estabelecidas.

No entanto, é relevante destacar a maneira como a aquisição do conhecimento e o esquecimento se processam na aprendizagem por memorização e na aprendizagem significativa. Para Ausubel (2000) é mais fácil esquecer aquilo apreendido pelo processo de memorização, pois nesse processo os vínculos cognitivos estabelecidos entre o conhecimento e o aprendente são discretos, em oposição aqueles conhecimentos adquiridos durante a aprendizagem significativa seriam mais duradouros já que seriam frutos do relacionamento com ‘ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz’ e ‘da interação com ideias já ancoradas’.

De acordo com Carril *et al* (2017) a aprendizagem se realiza a partir do momento em que o estudante é capaz de reconstruir o conhecimento e torna-se apto a interagir aos desafios que lhes são propostos.

Carril *et al* (2017) estabelecem ainda que a ‘Educação Libertadora de Freire’ e a ‘Aprendizagem Significativa de Ausubel’ são correlatas uma vez que projetam o processo de ensino sobre o estudante e buscam fazer do processo de obtenção de conhecimentos um ato significativo e logo libertador, pois tal processo deixa de ser mecânico e conteudista e passa a ser espontâneo e significativo.

A respeito disso Ausubel (2000) propõe que:

Os fatores cognitivos e de motivação interpessoal influenciam, sem dúvida, o processo de aprendizagem de forma concomitante e é provável que interajam mutuamente de várias formas. A aprendizagem escolar não tem lugar num vácuo social, mas antes em relação com outros indivíduos, os quais – além de manifestarem vários laços emocionais pessoais – agem largamente como representantes impessoais da cultura (Ausubel, 2000, p.39).

A vista disso, é inerente concluir que a aprendizagem só ocorre a partir do relacionamento cognitivo e emocional do aprendiz com o conhecimento. Para que a aprendizagem seja significativa é fundamental que o estudante estabeleça liames entre seus conhecimentos prévios e aqueles que lhe são apresentados, reconheça a importância de respaldar o conhecimento popular junto ao científico, ache sentido ou ligação daquele novo conhecimento com sua realidade, por fim, reaja de forma crítica a tudo que lhe foi gerado tornando-se dessa forma agente transformador e protagonista de sua história.

3.3 O Ensino e a BNCC

A educação básica, compreendida pelos ensinos infantil, fundamental e médio, é responsável por proporcionar ao estudante condições para que o mesmo possa adquirir conhecimentos intelectuais e práticos necessários para sua convivência na sociedade provendo, assim formas para que o estudante prospere no trabalho e/ou em sua futura vida acadêmica (Brasil, 1996).

No ano de 1997, com a criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs, novos referenciais para a educação no Brasil passam a serem experimentados e utilizados para construir o currículo escolar, nesse universo, os PCNs, passam a orientar o trabalho docente e a direcionar suas atividades em sala de aula. Em 2015 teve início a construção da Base Nacional Comum Curricular - BNCC e em 2017 ocorre sua homologação (Brasil, 2018).

Concomitantemente, a esse processo cria-se o Novo Ensino Médio e uma ênfase maior passa a ser dada para o cumprimento da BNCC. Com a plasticidade da grade curricular do Novo ensino Médio algumas mudanças foram incorporadas a BNCC para o estabelecimento de um currículo equânime e comum associado à itinerários formativos específicos (Brasil, 2018).

O Novo Ensino Médio passa então a ser sistematizado a partir da oferta de diferentes composições curriculares, considerando fatores regionais e a diversidade dos sistemas de ensino, surgindo nesse cenário à necessidade de criação de Propostas Curriculares. Entretanto, embora as Propostas Curriculares busquem democratizar os conhecimentos a serem adquiridos em todos os lugares do estado, bem como garantir que estudantes oriundos de escolas públicas ou privadas tenham acesso de forma igualitária a esses mesmos conhecimentos, alguns conteúdos são mais difíceis de serem apreendidos. Tais dificuldades podem surgir por deficiências na formação básica ou por uso de metodologias inadequadas o que acabam por dificultar o processo de aprendizagem e fomentar o surgimento de desigualdades entre os estudantes.

Com o agrupamento de disciplinas em áreas, a BNCC busca integrar os diferentes saberes e otimizar o processo de aprendizagem. A partir do estudo de um conteúdo sobre perspectivas diferenciadas é possível aproximar a ciência ao cotidiano estudantil, fazer uso de metodologias variadas e materializar o conhecimento de modo a diminuir falhas pedagógicas.

A área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias contempla as disciplinas Biologia, Física e Química e vincula conhecimentos conceituais a três temáticas: Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo, com a finalidade de proporcionar uma atmosfera educacional favorável a aprendizagem. Consoante a isso, a BNCC apresenta que:

Os conhecimentos conceituais associados a essas temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problema que emerjam de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Dessa forma, os estudantes podem reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas, bem como reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2018).

E, por conseguinte, define competências para firmar a associação dos conhecimentos às temáticas e descreve diferentes habilidades para o cumprimento de cada uma delas. O estudo da Biologia deixa de ser isolado e seu ensino passa a ser conectado a conhecimentos da Física, da Química e de todos os emergentes conhecimentos científicos e/ou populares que perpassem esses três campos de conhecimento.

Na competência 2 é descrito que o estudante deve ao final do processo de ensino ser capaz de: “...realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis” (Brasil, 2018, p. 555). Nessa conjuntura, a BNCC delinea novos caminhos para o ensino de Genética e sugere que o mesmo é essencial para o desenvolvimento das habilidades cognitivas do estudante.

Em virtude da celeridade em que as informações científicas chegam ao domínio público se faz emergente vivenciar um ensino que promova a formação de cidadãos habilitados a reagir de forma protagonista a problemas de ordem individual e/ou coletiva. Além disso, como nenhuma verdade é absoluta, esses mesmos cidadãos devem ser capazes de observar de forma aberta os novos panoramas sociais, culturais e científicos, para, ao fim serem eficazes na aplicação de todo o conhecimento.

3.4 Metodologias Ativas

Metodologia pode ser definida como o estudo dos métodos ou mais especificamente do trajeto a ser percorrido para se atingir determinado fim. No contexto educacional a metodologia

é compreendida como sendo o caminho, e isto inclui a utilização dos mais diversos recursos, que o professor se vale para concretizar o processo de ensino e aprendizagem (Moresi, 2003).

Em uma era cada vez mais digital o uso da lousa e a postura transmissora e detentora do saber do professor não mais satisfazem as necessidades requeridas para construir o conhecimento (Moran, 2000). Paiva *et al* (2016) evocam o papel igualitário dos recursos e dos conteúdos no processo de aprendizagem ao exporem que:

[...] as técnicas de ensino tradicional passam a fazer parte do escopo de teóricos não só da área da Educação, mas de toda a comunidade intelectual que busca identificar suas deficiências e buscam propor novas metodologias de ensino-aprendizagem (Paiva *et al*, 2016, p. 2).

Entretanto apesar dos estudantes estarem cada vez mais engajados com as novas tecnologias, a maioria das escolas públicas não oferecem o suporte necessário para o uso delas. Por outro lado, quando o estudante se envolve de forma ativa no processo de aprendizagem, vivencia fenômenos e literalmente coloca a “mão na massa” são criadas redes de experiências que ajudam o mesmo a estabelecer vínculo com os conteúdos e assim tornar o processo de aprendizagem mais prazeroso e eficiente.

Vistas a isto Paiva *et al* (2016) corporificam a emergência de novos posicionamentos do sistema educacional e do professor para se atingir um processo de ensino aprendizagem eficiente e com formação de estudantes com postura crítica frente aos conteúdos que lhes são anunciados.

As metodologias ativas surgem nesse panorama como propostas inovadoras que buscam despertar no estudante o interesse por aprender, que o levam a sair de sua zona de conforto e o tornam protagonista de seu processo de aprendizagem. No entanto, esse movimento só se torna possível a partir do momento em que o professor assume o papel de mediador desse processo e cria situações que predispõem não só a ministração ou cumprimento de um currículo proposto, antes prioriza a participação ativa do estudante durante todo o percurso. Segundo Moran (2015):

As metodologias precisam acompanhar os objetivos pretendidos. Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam

criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar sua iniciativa (Moran, 2015, p 17).

Seguindo essa perspectiva Lovato *et al* (2018) definem as chamadas metodologias ativas como sendo:

“...metodologias nas quais o aluno é o protagonista central, enquanto os professores são mediadores ou facilitadores do processo e, nessa perspectiva não cabe mais ao professor pensar ou agir como ator principal, antes o professor deve criar situações que conduzam o estudante a protagonizar e participar de forma ativa de todo o processo (Lovato *et al*, 2018, p. 157).

E Souza *et al* (2020) apresenta que:

Esse tipo de metodologia surge para superar os modelos tradicionais de ensino, com aulas estreitamente expositivas, onde o aluno é passivo dos conhecimentos, com atitudes de apenas ouvir, memorizar e repetir os conteúdos apresentados (Souza *et al*, 2020, p. 38).

As metodologias ativas contrapõem-se ao tradicionalismo, uma vez que buscam tornar o ambiente educacional mais dinâmico, e conduzem o processo de ensino aprendizagem a partir de atividades dinâmicas e centradas no protagonismo estudantil e não fala, quase que exclusiva, do professor.

Ainda segundo Souza *et al* (2020):

A principal finalidade desta metodologia é a de fazer com que os estudantes produzam conhecimento por meio de desafios e solução de problemas. Neste caso, o discente precisa se esforçar para explorar as soluções possíveis dentro de um contexto específico, utilizando-se de diversos recursos disponíveis (Souza *et al*, 2020, p. 34).

Desta forma, as metodologias ativas buscam resgatar o estudante de uma zona de conforto criada e vivenciada por anos e anos, onde o estudante atua com expectador de monólogos proferidos por aqueles que deveriam criar um ambiente favorável a aprendizagem. Porém o que lhes é apresentado são reproduções não contextualizadas de conhecimentos,

muitas vezes tidos como imutáveis, e que não são capazes de criar nesses estudantes uma postura crítica e ativa frente aos problemas de seus cotidianos.

Para Berbel (2011):

As metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade, à medida que os alunos se inserem na teorização e trazem elementos novos, ainda não considerados nas aulas ou na própria perspectiva do professor. Quando acatadas e analisadas as contribuições dos alunos, valorizando-as, são estimulados os sentimentos de engajamento, percepção de competência e de pertencimento, além da persistência nos estudos, entre outras. (Berbel, 2011, p. 28).

Diante do exposto por Berbel (2011) para que aja sucesso para os objetivos propostos deve se priorizar não só os conteúdos, mas também os caminhos metodológicos a serem adotados e, nesse enredo, as metodologias ativas têm muito a acrescentar nesses percursos.

Existem uma infinidade de metodologias que incorporam o rol das metodologias ativas, porém todas compartilham entre si o cerne da aprendizagem baseada em problemas e o ensino por investigação (Costa & Venturi, 2021).

De acordo com Barbosa & De Moura (2013) as metodologias ativas e em especial a aprendizagem baseada em problemas tem como intenção:

Transformar um problema como base de motivação para o aprendizado autodirigido, dando ênfase à construção do conhecimento em ambiente de colaboração mútua. A ideia não é ter sempre o problema resolvido na etapa final do trabalho, mas sim enfatizar o processo seguido pelo grupo na busca de uma solução, valorizando a aprendizagem autônoma e cooperativa (Barbosa e De Moura, 2013, p. 58, 59).

Assim, nessa perspectiva tanto professor como estudante se posicionam de maneira atípica ao que vivenciam rotineiramente em suas salas de aulas, e ambos de forma ativa procuram meios para a resolução do problema. O professor ao apresentar o problema deixa de ser o depositante do conhecimento e, em contrapartida, o estudante ao buscar a solução deixa de ser receptor e passa a ser o descobridor do mesmo. Além do mais, durante todo o processo o estudante atua como um investigador, tendo que observar todo o contexto, levantar hipóteses e buscar soluções para aquilo que lhe foi proposto (Guida & Beirão, 2021).

Outrossim pode-se concernir que as metodologias ativas como dito por Berbel (2011):

[...] baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos (Berbel, 2011, p. 29).

3.5 O Ensino de Biologia e Genética: Contexto e Desafios

A educação científica fortalece o saber e ampara o entendimento dos fenômenos que mantêm o equilíbrio da vida. Conhecer as leis que regem esse equilíbrio são fundamentais para compreender como tudo acontece (Oliveira, 2013).

Nesse contexto a educação científica viabiliza a aproximação dos conhecimentos prévios e populares àquilo que é concebido pelas ciências e, por conseguinte facilita o engajamento do estudante em atividades escolares. Por meio da educação científica o estudante pode ser instigado a reagir de forma protagonista aos desafios por ele vivenciados e ser capacitado a tomar decisões que venham a contornar e/ou dissipar esses mesmos desafios (Mendonça *et al*, 2021).

Destarte a Biologia, como ciência, deve possibilitar ao estudante vislumbrar a vida e seus fenômenos de forma mais próxima ao seu cotidiano. É impossível ensinar, e isso também se aplica à biologia, sem primeiro fazer nascer no estudante a consciência de pertencimento ao mundo que lhe cerca e sem instigar nele a curiosidade de conhecer como tudo acontece (Vieira, 2017).

Krasilchik (2004) discorre sobre a importância do ensino de biologia e destaca a supremacia da formação biológica diante da compreensão e do aprofundamento de questões atuais de cunho processual e/ou conceitual, para que segundo ela:

[...] se evitem tanto posturas de respeito temeroso alienante como uma atitude de desconfiança que atribui aos cientistas atuais muito dos atuais problemas da humanidade (Krasilchik, 2004, p.11).

É preciso que o estudante perceba que só é possível elucidar problemas a partir do estudo investigativo dos mesmos, que às vezes dar um passo à frente, ou mesmo, trilhar novos caminhos é chave para achar as soluções. Obviamente isso requer esforço do estudante, porém mais ainda do professor, mediador do processo de ensino, uma vez que é o professor que direciona os caminhos a serem percorridos e determina se eles se darão forma passiva ou ativa.

De acordo com a BNCC, na Educação Básica, a área de Ciências da Natureza, e consequentemente o ensino de Biologia deve:

[...] contribuir com a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias. [...] (Brasil, 2018, p.537).

Assim o ensino de Biologia deve priorizar a interligação entre os conhecimentos prévios, os conhecimentos científicos e a realidade na qual está imerso o estudante para assim construir nele uma postura protagonista e crítica em vista aquilo que lhe está sendo apresentado. O ensino de biologia nesse modelo deve não apenas apresentar conteúdos, antes deve desenvolver no estudante habilidades que o capacite a resolver problemas que são comuns ao seu cotidiano (Duré *et al*, 2018).

Ao discorrer sobre currículo, Krasilchik (2004) acaba por revelar os motivos que levam muitos estudantes a se comportarem de forma apática para com os novos conhecimentos e do insucesso do processo de ensino aprendizagem, para ela:

[...] embora grande parte dos currículos escolares a finalidade explícita do ensino de biologia seja “desenvolver a capacidade de pensar lógica e criticamente”, a realidade de um ensino diretivo, autoritário, em que toda iniciativa e oportunidade de discussão dos alunos é coibida, indicará que se deseja na verdade “apenas transmitir conhecimentos”. Portanto o professor de Biologia deve estar consciente de que entre suas responsabilidades estão incluídas tomar decisões na fase de planejamento e agir de forma correspondente, para haver harmonia entre o que se diz ou escreve nas propostas curriculares e o que de fato se faz. (Krasilchik, 2004, p. 41-42).

Logo nesta conjuntura, cabe ao professor de Biologia não só agir como transmissor de conhecimentos, mas, deve direcionar sua prática de forma que os alunos se sintam confortáveis a participar do processo de ensino e assim interajam com os novos conhecimentos. O professor

deve criar situações em que seus alunos sejam capazes de se comportar de forma crítica, confiando não só naquilo que lhe é intrínseco, mas também no que a ciência lhe revela, tendo a percepção que todo novo conhecimento é construído a partir de muito labor (Diaz-Rodriguez, 2011).

Como apresentado na BNCC para o Ensino Médio e neste inclui-se o ensino de Biologia:

[...] espera-se uma diversificação de situações-problema, incluindo aquelas que permitam aos jovens a aplicação de modelos com maior nível de abstração e de propostas de intervenção em contextos mais amplos e complexos (Brasil, 2018, p. 539).

Não obstante o ensino de Biologia deve nesse sentido levar o estudante a vivenciar experiências que o levem a perceber que sua comunidade é apenas uma pequena parte de mundo, porém as práticas e vivências dela podem interferir no equilíbrio do todo. O ensino de Biologia, como dito anteriormente, necessita criar no estudante o senso de pertencimento ao mundo que lhe cerca e assim torná-lo consciente e participativo a esse mundo. É importante fazer reconhecer ao estudante que ciência só se faz com aplicação e conhecimento só se constrói com envolvimento com o objeto de estudo.

No entanto, é preciso considerar que durante os últimos anos a Biologia avançou bastante e junto com esse avanço surgiram novos desafios. Como uma avalanche de novos conhecimentos esse avanço acabou pegando muitos professores de surpresa e, muitos deles se sentem despreparados para repassar esses conhecimentos de forma acessível e conectada a realidade de seu estudante.

A exemplo disso está o ensino de genética que desde a nomenclatura até seu entendimento prático já é de longe um dos maiores desafios do ensino e do professor de biologia. Para Cid & Neto (2005):

A genética, tema imprescindível a qualquer base conceitual para a compreensão da evolução dos seres vivos e da própria biologia, constitui um campo paradigmático para a ilustração de muitas das dificuldades e problemas de aprendizagem a que antes se aludiu (Cid & Neto, 2005, p. 2).

Embora a genética já comece a ser estudada nos anos finais do Ensino Fundamental é no Ensino Médio que estudante e professor passam a se relacionar mais profundamente com seus conteúdos e a complexidade de seus termos e de seus processos acabam por levar muitos estudantes a desenvolverem aversão à genética e por consequência prejudicar ainda mais sua compreensão.

Para Vilela (2007):

A linguagem científica é tida quase como incompreensível para os iniciantes no mundo das ciências, sendo talvez a causa do alto índice do baixo desempenho dos nossos alunos do ensino médio. Parece que os objetos de estudo ensinados são pouco interessantes ou desvinculados da realidade dos nossos estudantes (Vilela, 2007, p. 8).

Cid & Neto (2005), também relatam a questão da linguagem científica e expõem que:

As dificuldades dos alunos com a linguagem da genética são, em particular, recorrentemente referidas e atribuídas ao fato de ser a genética uma área caracterizada por um vasto e complexo vocabulário, onde os alunos mostram muitas vezes dificuldades em compreender e diferenciar os conceitos envolvidos, como é o caso dos associados a termos como alelo, gene ou homólogo. As próprias expressões matemáticas usadas neste contexto são, muitas vezes, alvo de confusões dos alunos, até porque os símbolos respectivos nem sempre são usados consistentemente por professores e autores de manuais didáticos (Cid & Neto, 2005, p. 2).

Ademais ainda temos que considerar o analfabetismo funcional entre os discentes, que apesar de serem tecnicamente alfabetizados apresentam naturalmente dificuldade em compreender textos que lhes são apresentados restando ainda mais a aprendizagem (Ribeiro, 1997).

Mas, diante de tantos entraves, o que fazer para conseguir que o ensino de biologia e, em especial, o ensino de genética seja realizado de modo a se atingir os objetivos propostos?

Segundo Cid & Neto (2005), um dos caminhos parece ser conhecer as dificuldades do estudante, como descrito por eles:

O conhecimento das principais dificuldades e condicionantes de aprendizagem que os alunos, em geral, enfrentam ao estudar um novo tópico de ciências constitui, precisamente, um dos fatores que podem fornecer, à partida, elementos importantes

para que os professores transformem o conteúdo a ser ensinado (Cid & Neto, 2005 p. 2).

Logo para se fazer conhecimento é necessário inteirar-se sobre os fatores que permeiam esse processo. Não basta apenas ter domínio dos pilares do objeto de estudo, antes é preciso identificar todos os obstáculos que possam impedir que esse conhecimento seja construído.

Com um ambiente cada vez mais digital e virtual, o fazer ciência não pode se restringir ao analógico e conceitual, antes é imperioso criar situações que o estudante possa ser capaz de vislumbrar de forma lúdica e palpável aquilo que lhe está sendo ofertado como conteúdo para aprendizagem.

Moura *et al* (2013) esclarece que:

Para a oferta de um bom ensino de biologia, com destaque a genética, se faz necessário que o professor tenha a sua disposição recursos didáticos que propiciem a relação teoria-prática. A falta de recursos didáticos pode colaborar para má formação de conceitos e incompreensão de conteúdos (Moura *et al*, 2013, p.171).

Não obstante, mas uma vez se requer que o professor crie situações que propiciem ao seu estudante um ambiente de aprendizagem conectado não só aos conteúdos e conceitos, todavia a acontecimentos que se processam quase que instantaneamente de forma global e também no meio em que se encontra inserido seu estudante.

Como descrito por Duré *et al* (2018):

Ensinar Biologia é uma tarefa complexa, exige que professor e aluno lidem com uma série de palavras diferentes, com pronúncias difíceis e escrita que diverge da linguagem comumente usada pela população. Além disso, o currículo de Biologia para o ensino médio coloca ao professor o desafio de trabalhar com uma enorme variedade de conceitos, com conhecimentos sobre toda diversidade de seres vivos, processos e mecanismos que, a princípio, se apresentam distantes do que a observação cotidiana consegue captar (Duré *et al*, 2018, p. 259).

Sendo assim, para que a Genética se aproxime dos estudantes é imprescindível que além de esforço, aja mobilização conjunta do professor e do aluno, obviamente o professor não pode se esquivar de seu papel de mediador do processo, porém também não deve privar seu estudante de participar ativamente do processo de ensino e aprendizagem. O professor deve estar

consciente de que o objetivo maior de sua atuação é despertar em seu aluno a capacidade de interagir com os conteúdos e relacioná-los ao seu dia-a-dia, mesmo que para isso seja necessário valer-se dos mais diferentes recursos, para no fim fazer compreender em seu aluno o motivo e necessidade de estudar e aprender determinado conteúdo.

3.6 Sistemas Sanguíneos como Fundamentos Facilitadores do Ensino de Genética e dos Transplantes de Células e Órgãos

A estrutura do ensino de genética no ensino médio está quase sempre fundamentada nos conteúdos abordados nos livros didáticos. A carência de recursos metodológicos que aproximem esses conteúdos a realidade dos estudantes e a inaptidão de alguns professores na ministração desses conteúdos acabam emaranhando o entendimento e a aprendizagem da genética (Siqueira et al, 2020).

Dos Santos & Galembeck (2018) referem-se ao ensino de ciências como uma prática:

[...]que almeja uma ação mais próxima do aluno e do seu fazer cotidiano, atribuindo significado à sua aprendizagem e distanciando-se de um ensino instrucional, meramente informativo e centrado na figura do professor (Dos Santos & Galembeck, 2018, p. 886).

Perante essa consideração é possível conceber que ao introduzir um novo conteúdo a utilização de temáticas que sejam próximas do estudante facilitam o processo de percepção cognitiva dos novos conhecimentos e otimizam o processo de aprendizagem.

Os Sistemas Sanguíneos são conjuntos de um ou mais antígenos que estão sob o controle de um único gene ou de um conjunto de genes homólogos estreitamente ligados e que são capazes de promover a produção de anticorpos específicos (INGOR, 2020). Os antígenos sanguíneos são relevantes nos processos de transfusão sanguínea, nos transplantes e em algumas doenças relacionadas à incompatibilidade sanguínea entre mãe e feto, pois podem desencadear uma resposta do sistema imune que leva a destruição das células transfundidas ou

transplantadas ou no caso do feto em desenvolvimento e, ainda, podem ajudar a elucidar casos em que a paternidade é questionada (Guyton & Hall, 2011).

Tais sistemas são determinados pela presença de antígenos nas células sanguíneas. De acordo com Guyton & Hall (2011) existem cerca de 30 antígenos de ocorrência comum e mais de outras centenas de ocorrência rara que podem gerar reações antígeno-anticorpo e ocasionar até a morte em caso de incompatibilidade sanguínea. Em geral cada sistema sanguíneo é determinado por um ou mais antígenos regulados por um único locus gênico ou por um conjunto de genes homólogos relacionados entre si.

De Mello & Gonçalves (2020) ao trabalhar de forma associada Sistemas Sanguíneos e Metodologias Ativas observaram que estudantes foram capazes de correlacionar conhecimentos prévios a novos conteúdos e construir novos saberes, bem como associar seu estudo a assuntos ligados a tecnologia, sociedade e ética.

Marin & Junior (2021) destacam que o estudo dos Sistemas Sanguíneos facilita a aprendizagem significativa dos conceitos de genética, pois oportunizam a apropriação de tais conceitos, já que as situações relacionadas a temática são inerentes ao seu cotidiano e sociedade, agindo assim como subsunçores para a construção de novos conhecimentos.

Além disso, os processos de transplantes de células (transfusão sanguínea) e de órgãos bem como a eritroblastose fetal são situações que são comumente vivenciadas e compartilhadas entre os estudantes e que são intrínsecas aos sistemas sanguíneos e consequentemente ao estudo e entendimento de genética.

As transfusões sanguíneas são procedimentos que envolvem doação e recebimento de sangue. Para que tais procedimentos ocorram com sucesso é necessário considerar os grupos sanguíneos para se evitar incompatibilidades e eventuais prejuízos ao receptor. Com o processo de transplante de órgãos ocorre algo semelhante, pois a incompatibilidade sanguínea entre doador e receptor do órgão em questão, influenciará diretamente na aceitação ou não do órgão transplantado e no sucesso do processo (Guyton & Hall, 2011).

Alguns tipos sanguíneos podem gerar conflito sanguíneo entre mãe e feto e provocar doenças. Um exemplo muito comum desse fato é a eritroblastose fetal, onde a desarmonia sanguínea oriunda da diferença de antígenos acaba provocando a aglutinação das hemácias fetais e subsequente hemólise/destruição das mesmas o que acarreta anemia profunda ou mesmo óbito do feto (De Aquino & Souto, 2015).

Um outro caso em que os sistemas sanguíneos podem ser utilizados é em situações de exclusão de paternidade, pois dependendo dos tipos sanguíneos identificados entre os envolvidos é possível realizar triagem dos supostos genitores, para posterior determinação da paternidade via realização de exames de DNA (Fernandes & Junior, 2018).

Dentre os sistemas sanguíneos e/ou conjuntos de antígenos mais conhecidos se encontram o Sistema ABO e os antígenos do Fator Rh, eles também são os mais passíveis de causar reações de incompatibilidade (Guyton & Hall, 2011).

O Sistema Sanguíneo ABO é determinado por dois antígenos – tipo A e tipo B – que ocorrem na superfície das hemácias, esse sistema é determinado por três alelos diferentes de um único gene – I^A , I^B e i – e é responsável por determinar a ocorrência de quatro fenótipos: sangue A ($I^A I^A$ ou $I^A i$), sangue B ($I^B I^B$ ou $I^B i$), sangue AB ($I^A I^B$) e sangue O (ii) (Gardner & Snustad, 1986).

Já o Fator Rh é determinado por um conjunto de seis antígenos – C, D, E, c, d, e – e esses antígenos se relacionam com os fenótipos sanguíneos: Rh positivo e Rh negativo. Embora existam seis antígenos relacionados a esse sistema o antígeno D é o mais prevalente entre a população em geral. O indivíduo que possui o antígeno D é considerado Rh positivo e o que não possui Rh negativo (Guyton & Hall, 2011).

Marin (2020) propõe o uso de novas metodologias como ferramentas facilitadoras do ensino de genética, com aplicação de conteúdos relacionados aos sistemas sanguíneos através do uso de sequências didáticas para estimular o protagonismo estudantil e tornar a aprendizagem mais significativa para os estudantes.

Portanto, é bastante relevante aliar o estudo dos sistemas sanguíneos e o ensino de genética. Devido as suas características e considerável conhecimento entre a população, o estudo dos sistemas sanguíneos projeta-se como um excelente subsídio para o ensino de genética, pois a partir deles é possível apresentar conceitos básicos de genética, tal qual apresentar alguns princípios, leis e processos a ela relacionados. Conceitos como dominância e recessividade podem ser facilmente apresentados ao se considerar, por exemplo, os alelos que determinam os fenótipos do sistema ABO, bem como as leis de Mendel aplicadas através do uso desse mesmo sistema ao se julgar um caso de exclusão de paternidade. Como visto as possibilidades são inúmeras para se valer do estudo desses sistemas como fundamentos facilitadores do ensino de genética.

Além disso, o entendimento de que a incompatibilidade sanguínea ocorre devido à presença de moléculas diferentes nas membranas das hemácias abre caminho para o entendimento da necessidade de haver compatibilidade entre doador e receptor na ocasião dos transplantes de células e de órgãos e para a introdução do estudo do principal complexo gênico de histocompatibilidade - o complexo MHC (Major Histocompatibility Complex) - e dos antígenos leucocitários humano HLA (Human Leucocyte Antigen).

O complexo gênico MHC é composto por genes extremamente importantes para os sistemas imune, autoimune e sucesso reprodutivo. Presente na maioria dos vertebrados, sua função é codificar proteínas de superfície que participam efetivamente no reconhecimento e na apresentação de antígenos para o nosso sistema imune adaptativo (Campbell e Reece, 2015).

Os antígenos HLA são produzidos por genes do complexo MHC que estão presentes apenas na espécie humana e atuam como os principais responsáveis pela rejeição de órgãos transplantados. Considerando que nas células de um indivíduo existem seis tipos diferentes desses antígenos e que existem HLA um total de 150 tipos diferentes de antígenos teremos a possibilidade de ocorrer mais de um trilhão de combinações fato que explica o processo de rejeição de transplantes. Porém é importante considerar que os antígenos HLA não são extremamente antigênicos e por isso nem sempre será necessária paridade completa entre doador e receptor (Guyton & Hall, 2011).

3.7 O uso de Sequência Didática como instrumento de aplicação de Metodologias Ativas e do Ensino Investigativo

O professor como mediador do processo de ensino aprendizagem é o agente responsável por planejar as atividades que serão desenvolvidas durante esse processo. É o professor que deve estabelecer os vínculos entre os conteúdos ministrados e a ciência e os contextualizar de modo a criar situações problemas que levem seus estudantes a se posicionarem de forma crítica e ativa a esses problemas.

Sequências didáticas são instrumentos que buscam organizar os conteúdos em sequência lógica e hierárquica com a intenção de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, tornar as

aulas mais dinâmicas e conseqüentemente promover uma participação ativa do estudante durante sua aplicação.

Guimarães & Giordan (2013) consideram que:

Sequências Didáticas são também instrumentos desencadeadores das ações e operações da prática docente em sala de aula. Em conseqüência, a estrutura e a dinâmica da SD são determinantes do planejamento das atividades por meio das quais os alunos vão interagir entre si e com os elementos da cultura (Guimarães & Giordan, 2013, p. 2).

Uma sequência didática, nesse contexto, deve contribuir para o desenvolvimento não só das habilidades cognitivas do estudante, mas também deve favorecer seu desenvolvimento nas esferas sociais e culturais.

Para Castellar & Machado (2016) as sequências didáticas estão interligadas ao planejamento de ensino e que objetivos e metas são construídos a partir dos conteúdos a serem ministrados. Logo as sequências didáticas são ótimos instrumentos para nortear o processo de aprendizagem e auxiliar na consolidação do conhecimento que se pressupõe construir.

As sequências didáticas buscam descrever detalhadamente as atividades a serem aplicadas em cada momento e são construídas a partir do conhecimento da realidade de determinado grupo cujos aspectos não são passíveis de serem quantificados.

Segundo Zabala (1998, p. 63,64) para que uma sequência didática possa ser validada esta deve:

1. Permitir identificar os conhecimentos prévios de cada aluno em relação aos novos conteúdos;
2. Trazer conteúdos significativos e funcionais tanto para meninos como para meninas;
3. Possibilitar concluir se os conteúdos apresentados são adequados para o nível de conhecimento de cada aluno;
4. Representar um desafio tangível para o aluno considerando suas competências atuais e que permitam seu avanço com a ajuda necessária;
5. Provocar um conflito cognitivo capaz de promover a atividade mental do aluno e estabelecimento de relações entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios;

6. Promover uma atividade favorável/motivadora em relação a aprendizagem dos novos conteúdos;
7. Estimular a autoestima e o autoconceito em relação as aprendizagens que foram propostas permitindo que o mesmo perceba que o esforço empreendido foi recompensado pois houve aquisição de novos conhecimentos;
8. Ajudar o aluno a adquirir habilidades relacionadas a aprender a aprender.

Logo, podemos inferir que as sequências didáticas, quando utilizadas de forma correta, são excelentes instrumentos para se alcançar os objetivos propostos para uma educação de excelência: aprendizagem significativa e protagonismo estudantil. Além do mais as sequências didáticas possibilitam ao professor a aplicação de uma infinidade de metodologias ativas, propiciando que cada novo conteúdo possa ser apresentado sobre uma perspectiva inovadora, trazendo ao dia-a-dia escolar rotatividade de procedimentos pedagógicos (Moran, 2000).

Ugalde & Roweder (2020) defendem que antes de se pensar uma sequência didática o professor deve ter em mente ‘para que educar’ e ‘para que ensinar’ e, a partir desses pilares criar estratégias pedagógicas que permitam a reflexão e a aprendizagem significativa dos conteúdos que serão estudados.

Dessa maneira as sequências didáticas devem não apenas ordenar os conteúdos que serão apresentados, mas também devem propiciar o diálogo entre professor e aluno, incluir atividades que levem a aplicação dos conteúdos e ao desenvolvimento de habilidades, e despertar no estudante a consciência de importância e do prazer em estudar.

Nessa vertente o ensino por investigação pode atuar como promotor do sucesso na aplicação de uma sequência didática uma vez que o ensino investigativo busca associar o conhecimento científico a vivência do estudante a partir da aplicação de estratégias que promovam a descoberta de novos conhecimentos e não a direta apresentação desses.

Trivelato & Tonidandel (2015) apresenta que:

As atividades e as sequências de ensino não podem deixar de considerar esse aspecto em seu desenho e planejamento; de um lado para não frustrar as possibilidades de discussão dos resultados obtidos e, de outro, para familiarizar os alunos com as formas de investigar problemas biológicos (Trivelato & Tonidandel, 2015, p 102).

Nessa perspectiva fica evidente que sequências didáticas e ensino investigativo podem e devem ser utilizados de forma mais corriqueira em nossa vivência pedagógica com o objetivo de otimizar o processo de aprendizagem.

Trópia (2011) considera o ensino investigativo como o elo entre os “conhecimentos científicos” e os “conhecimentos escolares” e nesse contexto o método científico deve atuar como o guia para que os alunos construam o conhecimento e familiarize-se com conteúdos que a princípio parecem distantes a eles. A aplicação do ensino investigativo pode ocorrer a partir da utilização das mais diversas ferramentas metodológicas entre as quais fazemos destaque às sequências didáticas.

As Sequências Didáticas podem ser concebidas como um arranjo organizacional das aulas sobre um determinado conteúdo que durante sua aplicação busca evocar nos estudantes o senso investigativo, em vez de lhes serem apresentados os conceitos e respostas, são criadas situações que os levam a problematizar aquele conteúdo e a buscar respostas aos questionamentos propostos não só pelo professor, mas também pelo próprio estudante a cerca desse problema e/ou novo conhecimento. Dessa forma o estudante é instigado a passar de receptor à construtor/descobridor do conhecimento e a desenvolver habilidades que o permitam a se colocar de forma crítica aos conteúdos estudados.

Porém é preciso considerar o que, como dito por Motokane (2015):

Todas as sequências didáticas pressupõem a autonomia dos educadores para adequar as atividades às especificidades dos contextos nos quais atuam; sabendo que cada escola e cada turma tem suas particularidades, é essencial que estes profissionais, que são conhecedores dessas particularidades, façam alterações na sequência para que ela atenda às demandas de cada turma (Motokane, 2015, p. 132).

Por conseguinte, é necessário que ao utilizar uma sequência didática associada ao ensino por investigação o professor esteja consciente de que cada grupo de estudantes, ou melhor que cada estudante é único e traz conhecimentos prévios próprios e, logo uma experiência exitosa em determinada turma não pode ser parâmetro para se utilizar essa mesma sequência em outra turma, sem que antes seja feito um levantamento preliminar sobre a realidade cognitiva, social e cultural desta (Ribeiro et al, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Tipo de pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho usamos a abordagem quali-quantitativa de natureza interventiva e com procedimento pesquisa-ação aplicada à construção e validação de uma sequência didática para o ensino de genética a partir de conteúdos relacionados aos Sistemas Sanguíneos.

O uso da abordagem quali-quantitativa com procedimento pesquisa-ação permitiu o alcance dos objetivos propostos por devotar-se a compreender fenômenos e eventos a partir do estudo de determinada realidade com representatividade numérica relativamente pequena (Gerhardt *et al*, 2009).

A partir de ações coletivas envolvendo pesquisador e atores da pesquisa foram realizadas intervenções que buscaram construir conhecimentos teóricos e práticos e estabeleceram uma relação com o objeto de estudo de modo direcionado de modo a permitir o desenvolvimento de práticas pedagógicas onde atores e pesquisador atuam na condução e construção dos novos conhecimentos (Cassandre, Thiollent & Pichett, 2016).

4.2 Área de estudo e atores sociais

Este trabalho foi realizado na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Gentil Lins (Anexo A) (Figura 1), com estudantes da 3ª série do Ensino Médio Regular. A escola funciona nos turnos manhã, tarde e noite, com turmas de Ensino Médio nas modalidades Regular e EJA e atende estudantes oriundos da zona urbana e rural, tanto do município sede da escola como oriundos de municípios circunvizinhos.

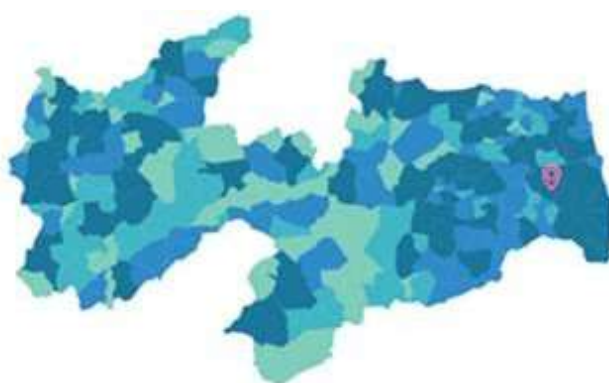
Figura 1: Imagem - Escola sede da pesquisa



Fonte: Governo da Paraíba, 2018.

A escola sede da pesquisa encontra-se localizada na zona urbana do município de Sapé, no estado da Paraíba, distando 58,1 km de João Pessoa, capital do estado (Figura 2).

Figura 2: Imagem - Localização geográfica da escola sede da pesquisa.



Fonte: IBGE, 2022; Google Maps, 2023.

Todos os estudantes que participaram desta pesquisa estavam regularmente matriculados, porém de uma amostra de 39 estudantes elegíveis, apenas 32 concordaram em participar da pesquisa. Quando maiores de 18 anos, os estudantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE (apêndice A) e, quando menores ou legalmente

incapazes, seus responsáveis legais assinaram o TCLE para pais e responsáveis (apêndice B), bem como eles próprios assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE (apêndice C) para que fosse especificada a habilitação dos mesmos na participação da pesquisa, sem prejuízo do consentimento de seus responsáveis legais. Dando assim cumprimento a Resolução 466/12 e a Norma Operacional 001/13, ambas do Conselho Nacional de Saúde.

A presente pesquisa só foi iniciada após aprovação e liberação de Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética, CAAE 64797022.0.0000.5188 (Anexo B).

4.3 Coleta e análise de dados

A coleta e análise de dados ocorreram no ano 2023, no período compreendido entre os meses de março e setembro. A análise dos dados efetuou-se a partir da observação direta e contínua dos estudantes durante o período de aplicação da sequência didática, bem como a partir da inquirição das respostas dadas pelos estudantes aos questionários de sondagem e avaliação (apêndices D e E).

A metodologia que foi utilizada para a análise dos dados foi do tipo descritiva e realizada a partir da avaliação dos resultados obtidos, bem como da observação de todos os fatos ocorridos durante a aplicação do percurso metodológico. Como pressuposto no método da pesquisa-ação também foram considerados como dados para análise todos e quaisquer comportamentos apresentados pelos estudantes durante a aplicação das atividades práticas. E, para garantir que o menor número de dados fosse desprezado ou esquecido foi adotado o uso de caderno de bordo para a anotação constante de todos os fatos ocorridos durante a pesquisa.

Como a pesquisa se deu com seres humanos foi preciso considerar os riscos inerentes da mesma e agir com cautela para evitá-los. Como riscos dessa pesquisa consideramos a possibilidade de constrangimento ao responder os questionários, receio e temor em participar das atividades práticas e fadiga e/ou ansiedade frente as atividades propostas. Porém reiteramos

que a metodologia utilizada não impôs risco à saúde física dos participantes e para atestar esse ato foi assinado pelo pesquisador responsável Termo de Compromisso (apêndice F).

Os benefícios resultantes da pesquisa sobrepujaram ocasionais riscos de ordem intelectual e/ou psicológico. Todos os procedimentos metodológicos que foram utilizados prezaram por estimular o protagonismo estudantil a partir do uso de metodologias ativas voltadas para a construção do conhecimento de forma crítica e significativa.

Os dados coletados foram utilizados para demonstrar como os estudantes, atores da pesquisa, se comportavam em relação aos conteúdos de genética quando esses eram ministrados com uso de metodologias ativas. Durante toda a pesquisa foram avaliados resultados referentes a aquisição de novos conhecimentos bem como aspectos comportamentais, em especial aqueles que resultam do protagonismo estudantil.

Ademais, todos os dados coletados foram utilizados para a construção de um guia didático projetado para facilitar o ensino de genética no ensino médio e ressignificar a prática docente.

4.4 Percurso Metodológico

O percurso metodológico foi composto por cinco etapas. Uma sinopse do percurso metodológico está apresentado na Tabela 1, bem como o(s) objetivo(s) de cada etapa.

Tabela 1: Resumo do Percurso Metodológico

ETAPA	OBJETIVO(S)	PROCEDIMENTO(S) METODOLÓGICO(S)
1. Aplicação de Questionário de	Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Genética, Metodologias e	Entrega e solicitação de resolução do questionário de sondagem.

Sondagem	Sistemas Sanguíneos; Adequar a metodologia aos atores e a sua realidade.	
2. Aplicação de Sequência Didática	Consolidar o entendimento sobre a estrutura e papel biológico do material genético.	Aula 1 (50 minutos): Aula expositiva e dialogada sobre a constituição do material genético .
		Aula 2 (50 minutos): Construção de modelo linear da molécula de DNA.
		Aula 3 (50 minutos): Construção de modelo de Cromossomo Condensado.
	Levar os estudantes a conhecer e compreender os conceitos básicos da genética e dos Sistemas Sanguíneos.	Aula 4 (50 minutos): Apropriação dos conceitos básicos necessários ao ensino-aprendizagem de Genética.
		Aula 5 (50 minutos): Aula expositiva e dialogada explorando os conceitos básicos para o processo de ensino-aprendizagem da Genética e os principais Sistemas Sanguíneos.
	Conduzir os alunos à identificação dos principais Sistemas Sanguíneos; Estimular o raciocínio cognitivo dos alunos a partir da criação de modelos didáticos para o ensino dos sistemas sanguíneos.	Aula 6 (50 minutos): Aula prática para demonstração do processo de aglutinação sanguínea. Aula 7 (50 minutos): Aplicação de Oficina para Criação de Modelos Didáticos de Hemácias representando suas conformações

		de acordo como os Sistemas Sanguíneos apresentados.
	Facilitar a associação do conhecimento científico ao conhecimento popular a partir de situações investigativas relacionadas aos Sistemas Sanguíneos e ao Transplante de Células e Órgãos.	Aula 8 (50 minutos): Apresentação de situações relacionando os Sistemas Sanguíneos estudados aos processos de Transfusões Sanguíneas, Transplantes e Eritroblastose Fetal seguindo o modelo Estudo de Caso.
		Aula 9 (50 minutos): Socialização das deduções e soluções acerca das situações apresentadas – Modelo Rotação por Estações.
3. Campanha de Doação de Sangue e Medula	Promover Campanha de Doação de Sangue e Medula na comunidade escolar e fomentar a importância dessas ações para o coletivo.	Campanha de Doação de Sangue.
4. Aplicação de Questionário Avaliativo	Entrega e solicitação de resolução do questionário de sondagem.	
5. Produção de Guia Didático	Construir um guia metodológico para professores do ensino básico que desperte no aluno o interesse pelo estudo de genética a partir de conteúdos relacionados aos Sistemas Sanguíneos.	Construção de guia didático a partir dos dados coletados e observados durante todo o percurso metodológico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para um melhor entendimento dos resultados e discussão adotamos tratar os resultados de acordo com a ordem das etapas propostas no percurso metodológico.

Como o escopo desse estudo teve a finalidade de criar estratégias que facilitem o ensino e aprendizagem de genética no ensino básico a partir da associação de seus conteúdos ao cotidiano estudantil e do uso de metodologias ativas, os atores da pesquisa foram submetidos a dois testes (questionário de sondagem e questionário avaliativo) intercalados pela aplicação da sequência didática e da campanha de doação de sangue e medula.

Todo o percurso metodológico foi aplicado a um total de 39 estudantes regularmente matriculados na turma A da 3ª série do ensino médio regular do turno matutino, porém apenas 32 estudantes concordaram em participar da pesquisa.

1ª Etapa: Aplicação do primeiro teste: Questionário de sondagem

Com a finalidade de adequar a metodologia aos atores e a sua realidade foi aplicado o questionário de sondagem para identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre Genética, Metodologias e Sistemas Sanguíneos. Para tanto foi entregue aos estudantes cópia individual e solicitado que ao responderem eles buscassem ser fidedignos em suas respostas uma vez que não seria necessário registrar suas identidades.

É preciso relatar que antes da submissão do primeiro teste, a sequência didática já estava ordenada e que os dados obtidos por meio dele serviram de base para reestruturar a sequência e assim atender as necessidades cognitivas e metodológicas dos estudantes e que, somente, após análise dos dados e ajustes na metodologia é que foi iniciada a aplicação da mesma.

As respostas foram analisadas através da identificação da ideia central e em seguida ordenadas a partir da frequência de cada uma delas. Todos os dados obtidos foram quantificados e organizados em tabela (Apêndice G).

As duas primeiras perguntas questionavam sobre a escolaridade e faixa etária dos estudantes e, por esse motivo, não foram consideradas para fins discursivos. Porém como já reportado anteriormente, todos os atores da pesquisa cursavam a 3ª série do ensino médio, na modalidade regular, e em sua maioria eram menores de 18 anos (93,8%).

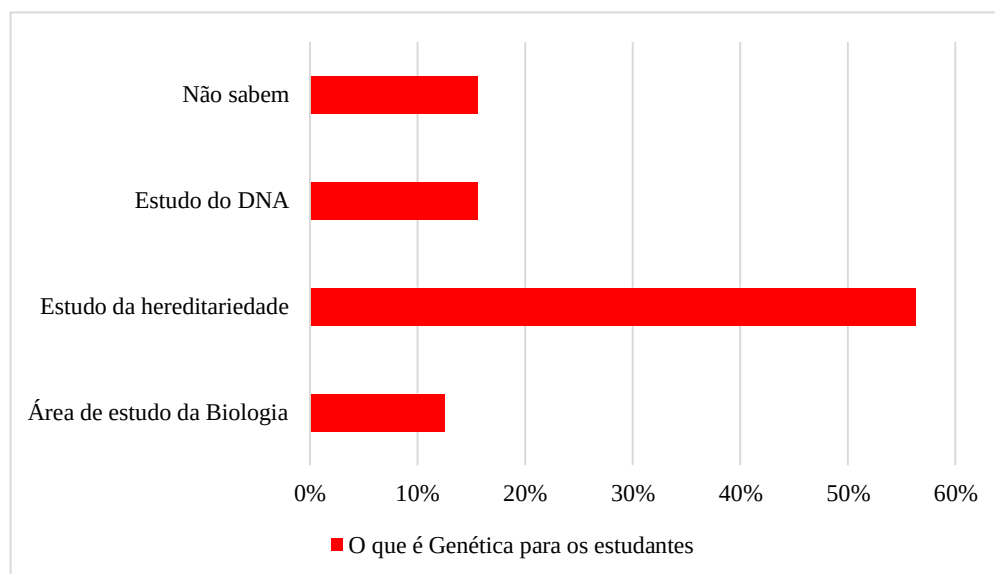
Cada resposta foi analisada através da identificação da ideia central e em seguida ordenada a partir da frequência de cada uma delas.

Para melhor entendimento dos dados as questões foram analisadas em blocos de acordo com a similaridade dos assuntos reportados. Seguindo esse princípio se formou três blocos de respostas: Bloco 1) Capacidade de definir a genética dos estudantes e importância dela para eles; Bloco 2) Influência do professor e das metodologias aplicadas sobre a relação estabelecida entre o estudante e o estudo da genética; e Bloco 3) Percepções dos estudantes sobre assuntos ligados aos sistemas sanguíneos.

No questionário de sondagem, as perguntas que buscavam conhecer se os estudantes eram capazes de definir genética e mensurar a importância de seu estudo já foram indicadores de que a aprendizagem de genética é possível desde que as ferramentas corretas sejam aplicadas. Apesar de os estudantes não conseguirem construir uma definição ampla da genética, eles consideraram que seu estudo era importante, insinuando que, com uso de metodologia adequada, as arestas cognitivas podem ser reparadas.

Verificamos que nenhum dos estudantes apresentou uma definição completa para genética. A maioria deles, 71,9%, responderam associando suas respostas a conteúdos de estudo dessa área (hereditariedade - 56,3%; e do DNA - 15,6%) e que os demais ou reconheciam a genética como uma área da Biologia (12,5%) ou não conseguiam defini-la (12,5%) (Figura 3).

Figura 3: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 3 do questionário de sondagem: “Para você o que é Genética?”



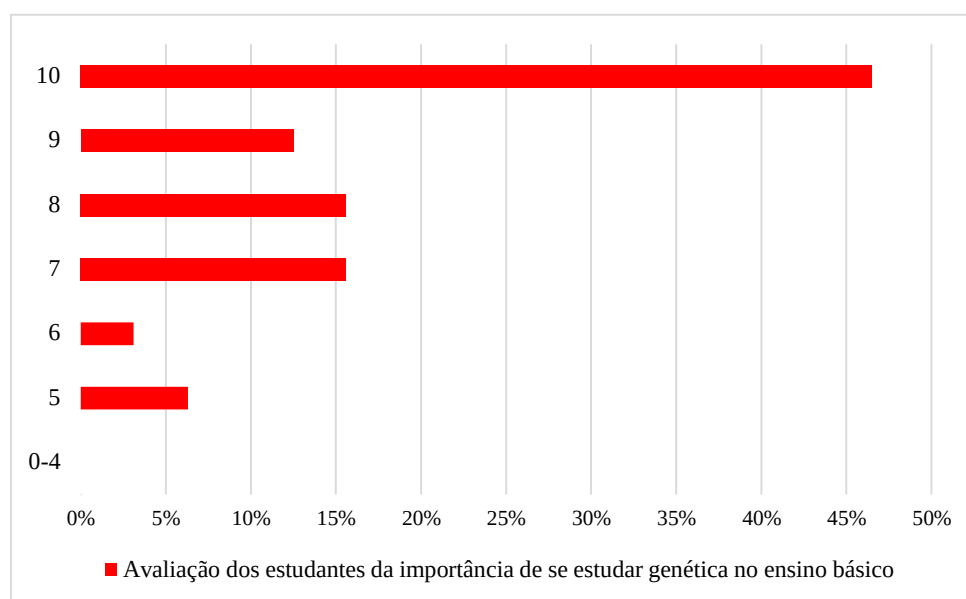
Fonte: Monteiro, 2023.

Leal *et al* (2019) concordam que apesar do estudo de genética ser iniciado já no ensino fundamental, a partir do ensino de célula e da função do material genético nela contido, isso não torna a conceituação de genética uma tarefa fácil, uma vez que até o ensino médio serão apresentados ao estudante muitos outros conteúdos, dentre os quais só terão a aprendizagem efetivada aqueles que forem para ele significativos. Fato este, que justifica o porquê de mais da metade dos estudantes (56,3%) associarem o estudo de genética à hereditariedade.

Ainda sobre o entendimento dos estudantes sobre o estudo de genética Freitas (2013) discutiu que os estudantes apenas reconheciam o estudo de genética como mais um conteúdo ofertado na grade curricular porque não enxergavam em seu estudo aplicações em sua vida cotidiana o que dificultava a apreensão de seu significado.

Em contrapartida, como adiantando anteriormente, apesar dos estudantes não serem capazes de apresentar uma definição, ao menos simples, de genética, 100% dos estudantes pontuaram, numa escala de 0 a 10, onde 0 significava “nenhuma” e que 10 significava “muito importante”, que para eles a importância de se estudar genética no ensino básico é ≥ 5 e, entre essas avaliações, 46,9% consideram essa ação muito importante (Figura 4).

Figura 4: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 4 do questionário de sondagem: Importância de se estudar genética no ensino básico.



Fonte: Monteiro. 2023.

Tão logo, a maioria dos estudantes atribuem uma importância acima de 5 ao estudo de genética, eles acabam por externar que não estão alheios aos acontecimentos científicos que emergem a sua volta e que talvez apenas precisem de estímulos maiores e pontuados para conceberem a presença e atuação dele em seus cotidianos.

Dos Santos Araújo *et al* (2018) sugerem que as dificuldades apresentadas pelos estudantes diante a conteúdos de genética são provocadas pelo fato de não existir uma associação direta do ensino de genética aos seus avanços e conquistas, criando no estudante o “mito” que o estudo da genética é algo difícil e que seus conteúdos não lhes serão úteis.

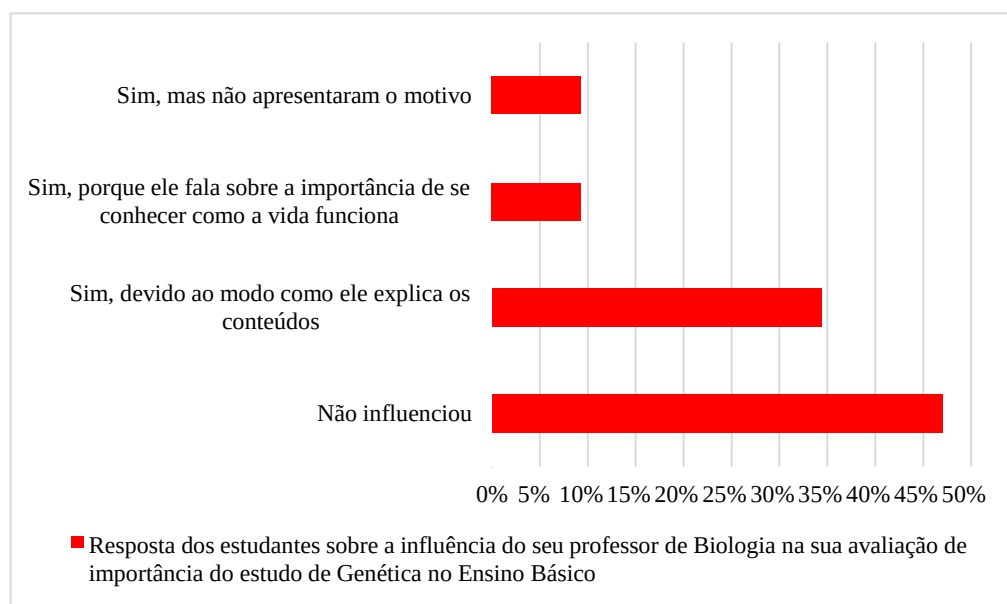
Mesmo concebendo ser o estudante o centro do processo de aprendizagem, é preciso considerar que cabe ao professor, mediador, conduzir esse processo a partir de metodologias que signifiquem o ato de estudar e consolidem a aprendizagem dos conteúdos.

Para Duré *et al* (2018) considerar o cotidiano do estudante é importante durante o planejamento didático-pedagógico, porém também é necessário associar o conteúdo estudado aos conhecimentos científicos, considerando todo o processo de sua elaboração, consolidação e aplicação para que os novos conhecimentos sejam alicerçados ao cognitivo do estudante.

É relevante fazer o estudante perceber que o que lhe está sendo apresentado perpassa o campo conceitual e aplica-se de modo direto ou indireto no funcionamento do mundo biológico, do qual ele faz parte.

Nas perguntas que concerniam sobre a influência da prática metodológica do professor sobre a avaliação que eles, estudantes, haviam realizado sobre a importância de se estudar genética e como esse mesmo professor poderia proceder para tornar as aulas mais atrativas 47% dos estudantes responderam que ‘não haviam sido influenciados’ e entre os que responderam que ‘haviam sim sido influenciados’, 34,4% apontaram que foram influenciados pela maneira como o professor explicava o assunto, 9,3% pelo fato de ele sempre falar sobre a importância de se conhecer como a vida funciona e 9,3% não justificaram os motivos que os levaram a ser influenciados (Figura 5).

Figura 5: Gráfico para respostas dadas a pergunta 5 do questionário de sondagem: Influência do modo de ensinar do professor na avaliação feita sobre a importância de se estudar genética no ensino básico.



Fonte: Monteiro. 2023.

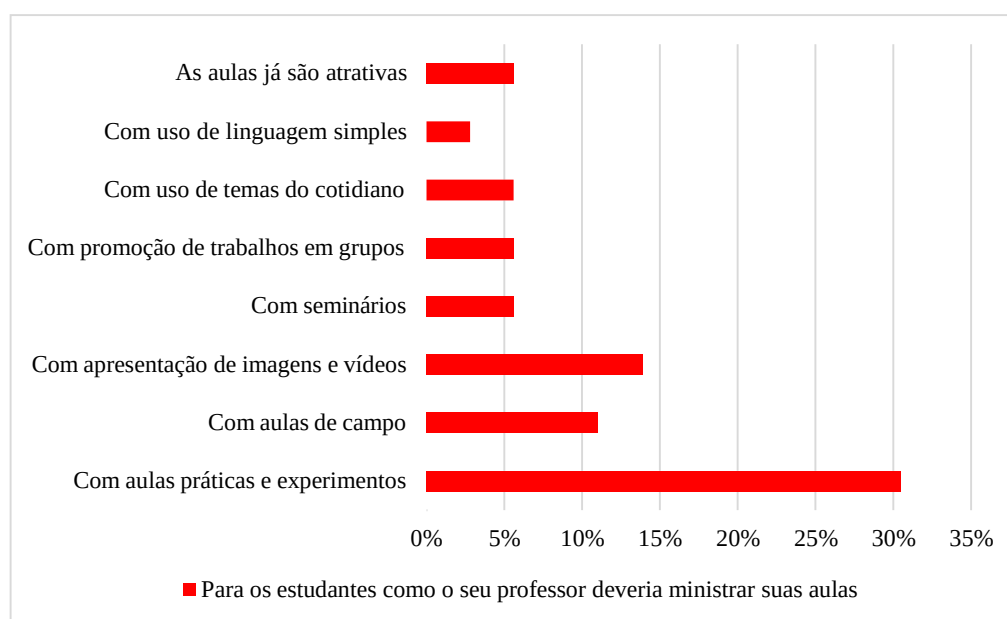
Considerando que a aprendizagem é concebida a partir do conhecimento a ser adquirido e que essa concepção sofre interferência direta das relações estabelecidas entre professor e estudante, parece coerente afirmar que embora o professor seja apenas o mediador para a construção do conhecimento ele exerce papel fundamental para que o estudante atribua importância a ele e o construa.

De acordo com Lourenço & De Paiva (2010) o processo de concretização da aprendizagem depende de fatores ligados a inteligência, incentivo, motivação e hereditariedade, sendo o estímulo, o impulso, o reforço e a resposta elementos chaves para aquisição de novos conhecimentos. Logo de forma subjetiva os autores relacionam a função do professor para o desenvolvimento do desejo de aprender em seu estudante e respaldam as respostas dadas pelos estudantes a questão de número 5 do questionário de sondagem.

De Carvalho *et al* (2018) concorda que o ato de ensinar é desafiador, porém também defende que não aprendemos de qualquer um, antes aprendemos daqueles em que confiamos e, nesse sentido assevera o valor do vínculo emocional entre estudante e professor para que a aprendizagem aconteça.

Sobre como os estudantes achavam que seu professor deveria ministrar as aulas para torná-las mais atrativas, 30,5% dos estudantes sugeriram aulas práticas e experimentos, 13,9% com apresentação de imagens e vídeos, 11% responderam com aulas de campo, 5,6% com seminários, outros 5,6% com promoção de trabalhos em grupo e, ainda 5,6% com aulas com temas do cotidiano, 2,8% dos estudantes gostariam que a linguagem das aulas fosse mais simples. Ainda entre as respostas dadas 5,8% expressaram já achar as aulas atrativas e 19,4% não opinaram (Figura 6).

Figura 6: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 6 do questionário de sondagem: Como o professor de biologia deveria ministrar suas aulas?



Fonte: Monteiro. 2023.

Sobre as expectativas metodológicas dos estudantes os dados coletados revelaram que os mesmos almejam que as aulas fujam do modelo ‘professor-lousa’ e aconteçam de forma mais dinâmica e prática, fato compreensível quando concebemos que as informações, graças aos avanços digitais, estão cada vez mais acessíveis, não se limitando mais a serem reveladas pelo professor (Garcia *et al*, 2011).

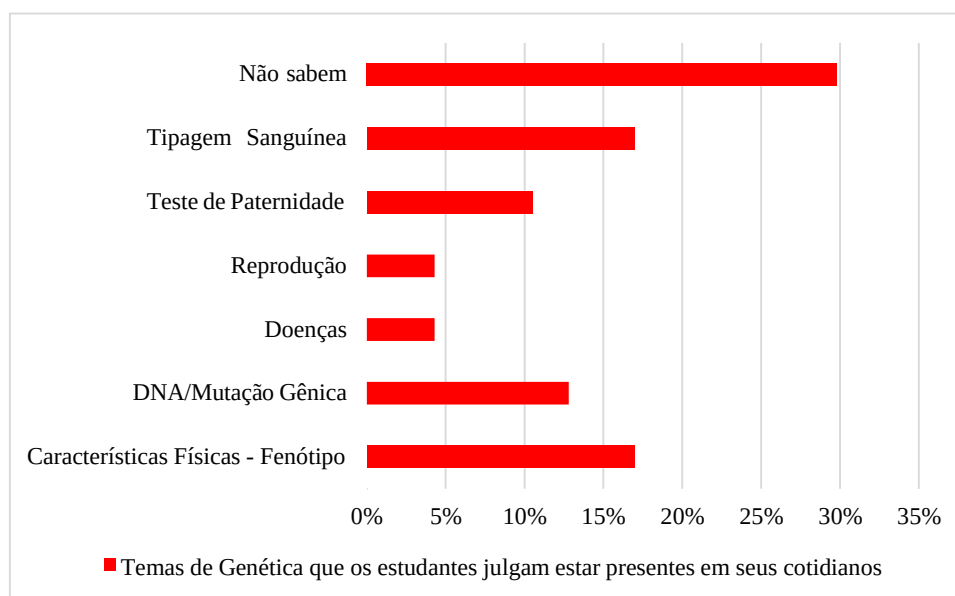
Moran (2015) relata que quanto mais próximo o processo de aprendizagem estiver da vida, melhor ele acontecerá. Logo quando o estudante expõe que anela ter aulas de cunho mais prático e com apresentação de imagens e vídeos, ele insinua que a falta de atenção às aulas pode ser um reflexo de que elas não estão possibilitando a ele correlacionar a importância de se estudar determinado conteúdo para a sua vida.

Além disso, quando as aulas são mais atrativas e fazem uso de metodologias ativas elas propiciam o desenvolvimento de competências como capacidade de se trabalhar em equipe, criatividade, criticidade, protagonismo e proatividade (Lovato, 2018).

No entanto, mesmo diante do desejo dos estudantes por aulas mais interativas não se pode abolir as aulas expositivas da vivência em sala de aula, pois as aulas expositivas mostram-se eficazes para introduzir o estudo de novos conteúdos, resumir um tema e/ou transmitir experiências (Krasilchik, 2004).

Quando requisitados a interligarem conteúdos de genética aos seus cotidianos 17% mencionaram características fenotípicas, 12,8% responderam DNA/Mutação Gênica; outros 5,6% apontaram doenças, mais 5,6% para investigação de crimes e ainda outros 5,6% reprodução. A identificação da paternidade foi citada por 10,5% dos estudantes, a tipagem sanguínea por 17% e 29,8% relataram que não sabiam responder (Figura 7).

Figura 7: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 7 do questionário de sondagem: Temas de genética que os estudantes julgam estar presentes em seus cotidianos.



Fonte: Monteiro. 2023.

Os conteúdos referenciados pelos estudantes deixam transparecer que apesar deles não serem capazes de definir concretamente o que é genética, a maioria consegue identificar suas áreas de estudo, demonstrando que o estudo associado de genética a conteúdos de interesse do estudante pode auxiliar no processo de aprendizagem.

Porém devemos considerar que cotidiano é aquilo que vivenciamos todos os dias e obviamente não é comum aos estudantes experienciarem, por exemplo, uma mutação gênica no momento de sua gênese, contudo esse assunto não lhe é alheio, gerando nele o sentimento de descobrir como ele se opera e, podendo ser usado, para atribuir sentido e importância ao estudo da genética.

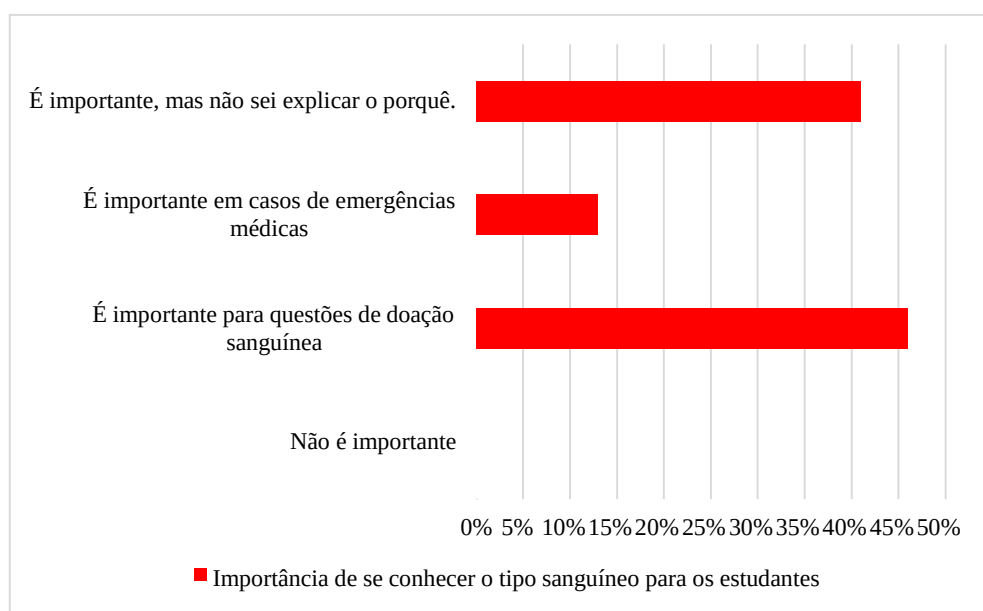
Dos Santos Araújo *et al* (2018) já haviam constatado em pesquisa, que para os estudantes a correlação dos conteúdos de genética ao cotidiano poderia ser uma alternativa metodológica aplicável para tornar a aprendizagem efetiva, deixando transparecer que quando partimos daquilo que é do conhecimento do estudante o processo de aprendizagem renderá melhores resultados e que é importante considerar os interesses dos estudantes antes do planejamento pedagógico ser finalizado.

No bloco de perguntas sobre sistemas sanguíneos, conteúdo escolhido nesta pesquisa para aproximar o ensino de genética ao cotidiano estudantil, os dados coletados apontaram que a escolha fora assertiva.

Quando questionados sobre o conhecimento de seus tipos sanguíneos 77% dos estudantes relataram não conhecer seu tipo sanguíneo e apenas 23% conhecer.

E, embora a maioria dos estudantes tenha revelado não saber, 100% julgaram ser importante conhecê-lo. Dentre os motivos 46% associaram a importância à doação sanguínea, 13% a ocorrência de emergências médicas e 41% não souberam explicar o porquê da importância de se conhecer o tipo sanguíneo (Figura 8).

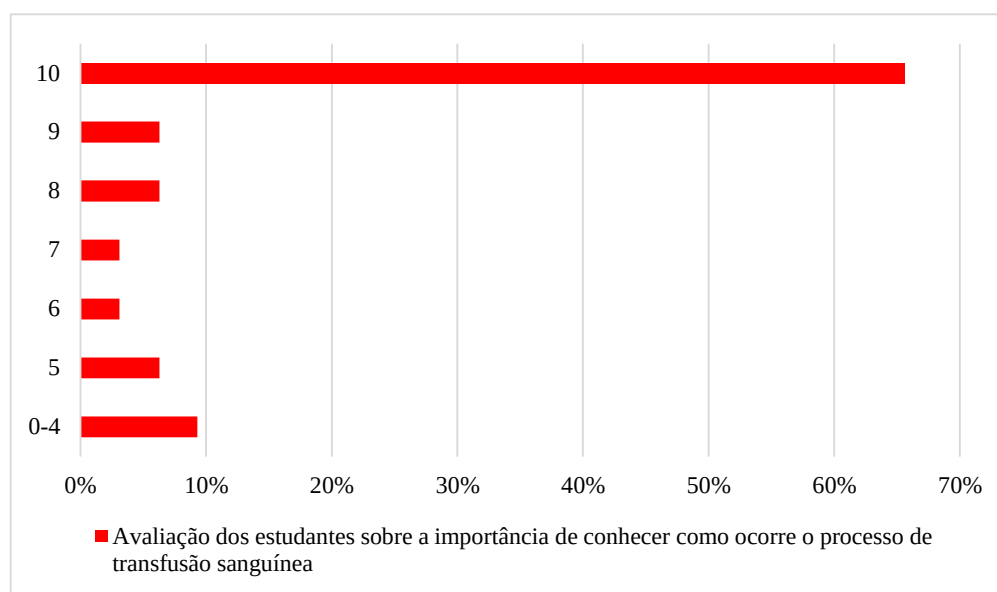
Figura 8: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 9 do questionário de sondagem: Importância de se conhecer o tipo sanguíneo.



Fonte: Monteiro. 2023.

Por fim, quando questionados sobre a importância de se conhecer como ocorre o processo de Transfusão Sanguínea em uma escala de 0 a 10, onde 0 significava ‘nenhuma’ e 10 significava ‘muito importante’, 9,3% atribuíram essa importância entre 0 a 4, 6,3% julgaram essa importância em nível 5, 18,8% avaliaram essa importância entre os níveis 6 a 9 e 65,6% atribuíram nível de importância 10 – muito importante (Figura 9).

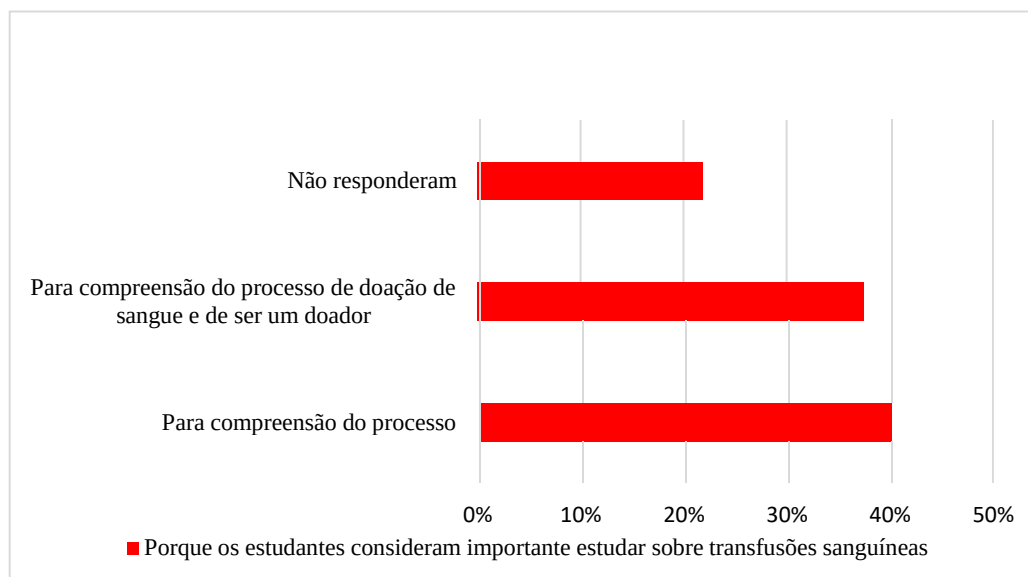
Figura 9: Gráfico - respostas dadas a pergunta 10 do questionário de sondagem: Importância de conhecer como ocorre o processo de transfusão sanguínea.



Fonte: Monteiro. 2023.

Como justificativa de suas respostas sobre a importância de se conhecer como ocorrem as transfusões sanguíneas 40,6% apontaram ser importante conhecer sobre Transfusão Sanguínea para compreensão do processo em si, 37,5% para compreender a importância do processo de doação de sangue e de ser um doador e 21,9% não responderam (Figura 10).

Figura 10: Gráfico - Resposta dadas a perguntar sobre o porquê da importância de se estudar sobre as transfusões sanguíneas.



Fonte: Monteiro. 2023.

A importância atribuída pelos estudantes ao conhecimento do tipo sanguíneo e ao processo de transfusão sanguínea asseverou a escolha dos sistemas sanguíneos como conteúdos facilitadores e contextualizantes do estudo de genética. E, haja vista todas as informações coletadas nesse primeiro teste, a sequência didática foi ajustada e aplicada.

2ª Etapa: Aplicação de Sequência Didática

Após a aplicação do questionário de sondagem e conversa informal com os estudantes foi observado que os mesmos não possuíam conhecimentos prévios suficientes sobre a constituição e estruturação do material genômico (DNA) e, conseqüentemente, embasamento para a compreensão de genética.

Quando questionados oralmente sobre as razões do ‘não conhecimento’ da molécula DNA todos apontaram a modalidade pedagógica adotada pela escola durante o período

pandêmico da Covid-19, como o principal motivo desse não conhecimento. Relato que se justifica pois: 1) durante o ano de 2020 as aulas foram modificadas do modo presencial para o remoto (Portaria SEECT Nº418/2020 PB, Paraíba, 2020); 2) a maioria dos estudantes estava cursando a 1ª série do ensino médio; e 3) de acordo com o plano de curricular adotado pela escola esse conteúdo deveria ter sido ministrado no ensino médio nessa série (Plano Político Pedagógico da EEEFM Gentil Lins, Paraíba, 2020).

Por esse motivo a sequência didática foi ajustada para que a mesma pudesse atingir, não só seus objetivos, mas também reparar falhas de aprendizagem referentes aos conhecimentos sobre o DNA. Em decorrência do exposto, foram acrescentadas a sequência didática três aulas direcionados ao estudo do DNA, com ênfase em sua constituição, estruturação e expressão. Essas três aulas foram alocadas no início da sequência

Logo as primeiras três aulas intencionavam resgatar conhecimentos prévios dos estudantes sobre a constituição do material genético – DNA - e ressignificá-los com base no conhecimento científico. E as seis aulas seguintes tinham como objetivo principal facilitar o ensino de genética a partir de sua contextualização a partir do estudo dos sistemas sanguíneos ABO e Rh e fomentar a importância da doação de sangue e órgãos.

A primeira aula consistiu na apresentação do material genético a partir de sua contextualização com base no surgimento das variantes do vírus Sars-CoV-2.

Nesta aula foi apresentado conteúdos sobre a Constituição do Material Genético e, com aula expositiva e dialogada, foi apresentado um pequeno histórico sobre o surgimento das variantes do Sars-CoV-19 e exibida matéria jornalística sobre a variante P.1, do Sars-CoV-2, que provocou colapso na saúde pública em Manaus em janeiro de 2021.

Sendo o DNA a molécula chave para o entendimento de como as informações genéticas são armazenadas, expressadas e transmitidas, nossa sequência didática amparou-se no entendimento de sua estrutura e função para a compreensão dos conceitos essenciais ao estudo de genética (Campbell e Reece, 2015).

Após esse momento foi lançada pergunta norteadora: “Como surgem as variantes?” e, após breve discussão, foi apresentada molécula DNA e suas principais características. As imagens foram organizadas em slides e projetadas para a turma durante a exposição dialogada (Apêndice H).

Como a primeira aula da sequência didática desenvolvida propunha-se a levar o estudante a identificar o DNA como molécula essencial aos eventos genéticos, bem como compreender como sua composição e estruturação interferem nesses eventos, foram utilizadas estratégias que, em vez de apresentar o conhecimento, resgatassem conhecimentos prévios que atuassem como subsunçores da efetivação de uma aprendizagem significativa (Moreira & Masini, 1982).

Nesse contexto os subsunçores utilizados foram os eventos relacionados a Pandemia do Sars-CoV-2 e o surgimento de suas variantes.

Para chamar a atenção dos estudantes foi exibida uma “sessão *flashback*” com apresentação de imagens sobre os principais acontecimentos ocorridos durante a pandemia do Sars-CoV-2. A estratégia adotada chamou a atenção dos estudantes para o conteúdo e facilitou o engajamento protagonista dos mesmos na aula.

Ao, em primeiro momento, apresentar aos estudantes uma linha do tempo ilustrada sobre a origem e evolução do vírus Sars-CoV-2, bem como um panorama geral sobre o processo pandêmico da Covid-19, foi possível estabelecer entre os estudantes uma atmosfera de pertencimento a história apresentada e a confiança de poder compartilhar saberes sem a ressalva de falar algo que gerasse para o “estudante ouvinte” algum tipo de constrangimento ou descrédito frente ao que estava sendo explanado.

A medida que as imagens iam sendo projetadas eles acrescentavam novas situações e correlacionam as mesmas a fatos científicos a exemplo do papel das vacinas e dos mecanismos de defesa contra o vírus a partir de atitudes simples como higienização das mãos com álcool ou sabão e uso de máscara.

Esses primeiros resultados se alinharam com o proposto por Sasseron & Duschl (2016) que sinalizavam que o caminho para transformar o estudante em um ser pensante e participante está no deixar de enfatizar conceitos e ideias científicas e trazer para o centro do processo de ensino e aprendizagem situações que transpassam esses conceitos e ideias, e criar oportunidades para discussão, investigação e construção de saberes científicos.

Ao serem questionados sobre qual fenômeno biológico seria responsável pelo surgimento de tantas variantes do vírus, os estudantes foram capazes de associar o surgimento

das variantes ao processo de mutação e de apontar as mudanças na constituição da molécula de DNA como fator responsável pelas diferentes versões do vírus.

A apresentação das imagens foi capaz de rememorar aos estudantes o processo de mutação bem como fazê-los associar o processo a molécula de DNA. Fazer uso de fatos que eles vivenciaram, fez com que tais fatos agissem como subsunçores e ajudasse na compreensão futura da constituição e estruturação da molécula portadora das informações genéticas.

Com o entendimento dos estudantes que o DNA era molécula detentora das informações genéticas, iniciou-se a apresentação teórica de sua composição e estrutura. E, conforme a aula transcorria a molécula de DNA ia sendo desvendada através do processo de troca de saberes entre professor e estudantes.

Os resultados obtidos nessa primeira aula ratificaram Sasseron e Duschl (2016) e explicitaram que embora o objetivo de ensinar seja primordialmente apresentar conhecimento, essa atitude não deve se pautar apenas na exposição pura do conhecimento, antes precisa oportunizar ao estudante desenvolver procedimentos, atitudes e ações que testificam e consolidam sua aprendizagem, fatos observados durante todo desenvolvimento dessa aula.

Desta forma, iniciar o estudo de genética com o resgate de conhecimentos prévios e apresentação do novo conteúdo de forma conexa a experiências já vividas favoreceu o estabelecimento de vínculo de intimidade entre o estudante e o conhecimento, além de gerar nesse estudante curiosidade e vontade de continuar aprendendo mais.

A partir dos conhecimentos construídos na aula anterior e considerando que os estudantes já haviam adquirido o conhecimento básico sobre o DNA, nas duas aulas seguintes, os mesmos foram divididos em grupos, e a cada grupo, foi solicitado que construíssem modelos da molécula de DNA, sendo um de sua estrutura linear simples e outro de sua estrutura cromossômica.

Para construção do modelo linear foram entregues figuras representativas dos quatro tipos de nucleotídeos presentes no DNA (adenina, citosina, guanina e timina), folha do tipo A4, cola e tesoura. O uso do celular para pesquisa era permitido. E, como orientações para produção desse primeiro modelo, foi repassado aos estudantes, que durante a construção eles deveriam observar e respeitar as ligações estabelecidas entre os nucleotídeos de uma mesma fita (ligação fosfodiéster), bem como as ligações feitas entre os nucleotídeos pertencentes as fitas

complementares (ligações do tipo ponte de hidrogênio). As figuras representativas dos nucleotídeos foram extraídas do trabalho de Araújo & Durbano (2022) (Anexo C).

Já para construção do modelo cromossômico do DNA foi entregue a cada grupo fita fina de cetim (100cm x 0,5 cm), massa de modelar e alfinetes de pontas coloridas.

Os estudantes foram informados que a fita de cetim deveria ser utilizada para representar o DNA, a massa de modelar as proteínas histonas e os alfinetes para representar os diferentes marcadores químicos presentes no cromossomo. Durante esse momento, foi permitido aos estudantes pesquisarem na web e em livros sobre a organização cromossômica do DNA.

Após construção dos modelos, os mesmos foram organizados em uma mesma bancada e os estudantes posicionados em torno dela. Os estudantes foram estimulados a apontar as semelhanças e diferenças entre os modelos e se as diferenças observadas implicariam na expressão gênica.

A partir das respostas dos estudantes, foi aberta roda de conversa para compreensão do resultado dessas diferenças na expressão gênica e apresentado aos estudantes os conceitos de Genoma e Epigenoma e, do papel dos marcadores gênicos ao longo do desenvolvimento biológico dos seres vivos.

Foi explicado que a atividade seria uma forma de avaliar se realmente eles haviam compreendido a organização molecular do DNA ou se ainda seria necessário estudá-la mais um pouco.

Ao verem que o exercício propunha construir da molécula de DNA e que de forma indireta isso exigiria deles utilização dos conteúdos estudados na aula anterior, os estudantes ao mesmo tempo que se mostravam entusiasmados em participarem da atividade, também se sentiam temerosos devido ao “costume” de a avaliação ser sempre feita por meio de exercícios que apenas lhes exigiam respostas ‘prontas’ e que eles, geralmente, encontravam em seus cadernos, livros ou espaço da web.

Para que a construção do primeiro modelo se concretizasse foi necessário realizar uma correta união entre os nucleotídeos de uma mesma fita bem como uma correta união entre os nucleotídeos das fitas complementares exigindo dessa forma que os estudantes transportassem suas ideias e conhecimentos para o mundo palpável, levando-os a estabelecerem relações entre o conhecimento científico e a sua experiência prática.

Duso *et al* (2013) aponta que o uso de modelos cria oportunidades para análise do conhecimento científico já produzido, do ensino de ciências e do processo de desenvolvimento da aprendizagem. Para esses autores, os modelos representacionais são instrumentos metodológicos capazes de interconectar os saberes teóricos aos saberes reais.

No início alguns grupos sentiram dificuldade para construir o primeiro modelo, principalmente porque não estavam atentando para o fato de que apesar das fitas terem um mesmo sentido ($5' \rightarrow 3'$), elas não seguem no mesmo sentido, antes são antiparalelas. Porém essa dificuldade foi rapidamente superada com o compartilhamento de conhecimentos não só entre os membros de um grupo, mas também entre os grupos.

No encaminhamento da atividade os estudantes foram se comportando como “professores um dos outros” e só requisitavam o professor titular da turma quando não chegavam a um consenso.

Dantas *et al* (2016) concordam com esses achados afirmam que os modelos didáticos são instrumentos que trazem para sala de aula situações inovadoras, proporcionando exposição de estruturas e processos biológicos e contribuindo para a compreensão de conteúdos complexos e, tornando, dessa forma o aprendizado mais significativo.

Na conclusão do primeiro modelo, todos os grupos conseguiram construí-lo corretamente, demonstrando que haviam compreendido como o DNA estava estruturado linearmente (Figura 11).

Figura 11: Imagem - Estudantes construindo o modelo linear do DNA.



Fonte: Monteiro. 2023.

Na construção do modelo do DNA cromossômico os estudantes já estavam mais receptivos ao exercício proposto e deram continuidade a atividade, sem grandes questionamentos.

A compreensão da estrutura linear permitiu que eles percebessem mais rapidamente como utilizariam os materiais para construir o novo modelo, a saber, fita de cetim (DNA), massa de modelar (proteínas histonas) e alfinetes (marcadores químicos). E, aqui foi permitido aos estudantes pesquisarem sobre a interação estabelecida entre DNA e histonas na formação dos cromossomos.

Mais uma vez os estudantes apresentaram-se participativos. O trabalho manual exigia concentração e paciência e, à medida que os modelos iam sendo construídos, os estudantes compartilhavam entre si experiências e descobertas sobre como uma molécula relativamente grande em extensão era comportada dentro de células microscópicas.

Obviamente, como já predito por Dantas *et al* (2016), o trabalho com modelos é provocador tanto para o professor como para o estudante, mas especialmente para o professor por exigir desse a criação de estratégias que ao mesmo tempo facilitem a aprendizagem como também deixem claro para o estudante o quanto o modelo que foi construído difere do processo biológico real e não expressa de forma fidedigna a realidade, a fim de evitar interpretações erradas e que comprometam a aprendizagem.

Guimarães *et al* (2016) discorrem sobre o uso de modelos didáticos e insinuem que as dificuldades exibidas pelos estudantes com respeito a conceituação de conteúdos biológicos podem ser atenuadas doravante o uso de técnicas pedagógicas que intencionam contextualizar o ensino. Para eles, os estudantes tendem a dispor maior atenção as aulas quando são utilizados modelos didáticos e, que o uso desses modelos incita a participação e reflexão dos estudantes durante o estudo.

Durante a exposição dos modelos, era notório que todos eles seguiam um mesmo padrão de construção: fita de cetim representando o DNA linear, bolinhas de massa de modelar representando as proteínas histonas e alfinetes representando os marcadores químicos da molécula. Mas apesar das gerais semelhanças ainda não era conhecido o porquê da posição dos alfinetes ser aleatória.

O enovelamento da fita sobre a massa de modelar evidenciava o papel das histonas no processo de empacotamento da molécula de DNA, porém a questão central era: Qual o papel dos alfinetes? O que eles representavam? Então, a partir dessas questões problematizadoras, foi aberta roda de conversa e apresentado aos estudantes os conceitos de Genoma e Epigenoma e a relação deles na expressão gênica (Figura 12).

Figura 12: Imagem - Estudantes construindo modelo cromossômico do DNA.



Fonte: Monteiro. 2023.

E a fala de um estudante acabou por revelar o mistério: “ *é por isso que meus vizinhos apesar de serem gêmeos de uma só placenta são diferentes... um é gordo o outro é magro, um tem espinha e o outro não* ”.

Assim como para Pedroso (2009), o uso de questões problematizadoras se mostrou eficaz para dialogar o conhecimento científico com os conhecimentos prévios dos estudantes. E, partindo das inquietações produzidas, os estudantes foram capazes de adquirir novos conhecimentos sobre a expressão gênica e, de forma despretensiosa, mas significativa, conseguiram abstrair os conceitos biológicos sobre genoma e epigenoma.

Após concluído o ciclo de aulas destinadas ao conhecimento do DNA, as aulas sobre o estudo dos conceitos básicos tiveram início. Seguindo o percurso metodológico os estudantes foram surpreendidos quando ao chegarem na sala de aula encontraram os painéis com imagens representativas de pessoas diferentes e ao mesmo tempo que compartilhavam algumas características presentes também neles.

Para execução deste momento, e antes da chegada dos estudantes, foram colocados nas paredes da sala de aula painéis com imagens/fotografias de personalidades do mundo artístico, político e social disponíveis em domínio público (Anexo D).

Os estudantes foram orientados a:

- Se organizarem em grupos;
- Circularem em visita aos diferentes painéis;
- Identificarem o máximo de características fenotípicas presentes nas personalidades observadas bem como a frequência de cada uma delas.

Seguido a esse momento os estudantes foram questionados sobre o porquê da existência de tantas características e de suas frequências não serem equivalentes. Essa atividade objetivava resgatar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre genética.

A surpresa dos estudantes frente ao inesperado gerou neles um sentimento de curiosidade para saber o motivo daquelas imagens estarem ali e de qual seriam os novos conteúdos estudados.

Organizados em grupos, observaram todos os painéis e fizeram anotações sobre as características que conseguiam observar e das variações existentes entre elas. Mas uma vez a atividade gerou interação e troca de ideias entre os estudantes (Figura 13).

Figura 13: Imagem - Estudantes observando os painéis e fazendo anotação de suas impressões.



Fonte: Monteiro. 2023.

Martins *et al* (2005) consideram que o uso de imagens facilita a construção de ideias científicas e a sua conceituação. Ao listarem as características observadas, os estudantes puderam perceber que uma mesma característica apresentava peculiaridades a depender da imagem que estavam observando e que essas peculiaridades apareciam em frequência variável, sendo algumas mais comuns e outras mais raras.

Todas as percepções feitas pelos estudantes sobre as características e suas variabilidades foram anotadas e utilizadas para planejamento da aula destinada a exposição explicativa dos conceitos básicos da genética.

Também foi solicitado aos estudantes que justificassem, com uso de uma ou duas palavras-chaves qual seria a explicação de tamanha variabilidade, uma vez que todas as figuras representavam a mesma espécie, a saber *Homo sapiens*.

Com as palavras referidas pelos estudantes foi criada uma nuvem de palavras. A nuvem de palavras foi construída com o uso do aplicativo digital Mentimeter® 2014 e a estratégia

metodológica foi bem aceita e alguns estudantes, em tom descontraído, comentaram que finalmente o uso do celular estava liberado. Para construção da nuvem de palavras foi fornecido o *QR code* de acesso ao aplicativo (Figura 14).

Figura 14: Imagem - Construção da Nuvem de Palavras com uso de aplicativo.



Fonte: Monteiro. 2023.

Como relatado por Moran (2000) o ato de ensinar e aprender exige flexibilidade. O uso de novas tecnologias nos permitiu personalizar um modelo de ensino que já dava certo e favorecer o comprometimento do estudante. Ao fazermos uso do aplicativo Mentimeter® conseguimos alcançar aquele estudante que com frequência não participa das atividades propostas na aula pelo fato de não enxergar nelas o mundo digital no qual ele está rotineiramente conectado.

A quinta aula da sequência, foi iniciada com a exibição da nuvem de palavras construída e das percepções obtidas da observação das imagens na aula anterior. Apoiando-se nas impressões dos estudantes foi aberta uma roda de conversa e apresentado, de forma expositiva e dialogada, os conceitos básicos relacionados ao estudo de genética e aos sistemas sanguíneos ABO e Rh, conteúdos escolhidos para contextualização dos conceitos (Figura 15).

Figura 15: Imagem - Aula expositiva e dialogada sobre os conceitos genéticos.



Fonte: Monteiro, 2023.

Nesse momento, os estudantes já estavam bem à vontade com as metodologias e postura adotadas pelo professor e se sentiram livres para exporem suas opiniões e levantarem dúvidas ao longo da aula. Para facilitar o andamento da aula, utilizamos slides ilustrativos que proporcionaram aos estudantes compreenderem o que lhes era exposto (Apêndice I).

À medida que os conceitos eram apresentados e discutidos os estudantes faziam questionamentos e/ou relatavam situações que já haviam vivenciado tanto sobre questões genéticas como também relacionadas aos processos de doação e transfusões sanguíneas. Bem como foram lançados questionamentos que instigassem os estudantes a pensarem sobre o porquê:

1. Da variabilidade gênica;
2. Da existência de diferentes tipos sanguíneos;
3. Da necessidade de existir compatibilidade entre receptor e doador em uma transfusão sanguínea;
4. Da ocorrência de casos de incompatibilidade entre mãe e feto durante a gestação;
5. Da necessidade de existir compatibilidade entre doador e receptor nos transplantes de órgãos sólidos.

Essa aula foi bastante produtiva e os estudantes se posicionaram de forma protagonista ao inquirem sobre questões relevantes e presentes em seus cotidianos.

Nesse sentido, o bom relacionamento e o vínculo emocional estabelecido entre professor e estudantes parece ter favorecido o bom andamento da aula. Segundo Abreu & Masetto (1990) a maneira de agir do professor pode exercer maior influência que sua personalidade durante o

processo de aprendizagem de seus alunos, justificando assim a atenção dada pelos estudantes durante a aula e validando a eficácia da aula expositiva quando bem executada.

Posteriormente, na sexta aula da sequência, os estudantes mostraram-se bastante eufóricos com a atividade de simulação para identificação dos tipos sanguíneos para os sistemas ABO e RH. Como a escola não dispunha de laboratório, a aula foi ministrada no espaço do refeitório. O fato de serem deslocados da sala ao novo ambiente de aula, já gerou em si uma atmosfera diferenciada de aprendizado. E ao se depararem com os kits para testagem sanguínea já sobre as mesas, a curiosidade sobre como a aula seria conduzida foi aflorada.

Para demonstrar o processo de aglutinação foi utilizado de leite colorido com corante alimentício vermelho para configurar o sangue e vinagre culinário e água para representar a ação das aglutininas anti- A, anti- B e anti-D.

Os estudantes foram divididos em grupos e a cada grupo foi entregue um roteiro da prática (Apêndice J) e um kit contendo amostra de “sangue”, dois frascos contagotas com vinagre e/ou água representando as aglutininas e duas placas de petri (Figura 16).

Figura 16: Imagem - Aula prática para identificação de tipo sanguíneo (simulação).



Fonte: Monteiro. 2023.

Os tipos de sangue que deveriam ser identificados eram os subtipos do sistema ABO

(A, B, AB e O) e do Fator Rh (positivo e negativo).

Para evitar problemas éticos e garantir a integridade dos estudantes essa atividade foi uma simulação lúdica do processo de identificação sanguínea. O sangue foi representado por leite corado com corante alimentício de cor vermelho e as aglutininas representadas por água e vinagre comestível.

Os kits foram organizados para que na simulação todos os tipos sanguíneos dos dois sistemas fossem identificados. Na tabela 2 encontra-se descrito como ocorreu a organização simulatória dos soros com aglutininas em cada kit.

Tabela 2: Conteúdo dos frascos representativos dos soros anti-A, anti-B e anti-D.

Kit	Tipo Sanguíneo que deveria ser identificado	Conteúdo dos frascos representativos das aglutininas	
		Anti- A	Vinagre
1	A	Anti-B	Água
2	B	Anti- A	Água
		Anti-B	Vinagre
3	AB	Anti- A	Vinagre
		Anti-B	Vinagre
4	O	Anti- A	Água
		Anti-B	Água
5	Rh ⁺	Anti- D	Vinagre
6	Rh ⁻	Anti- D	Água

Fonte: Monteiro, 2023.

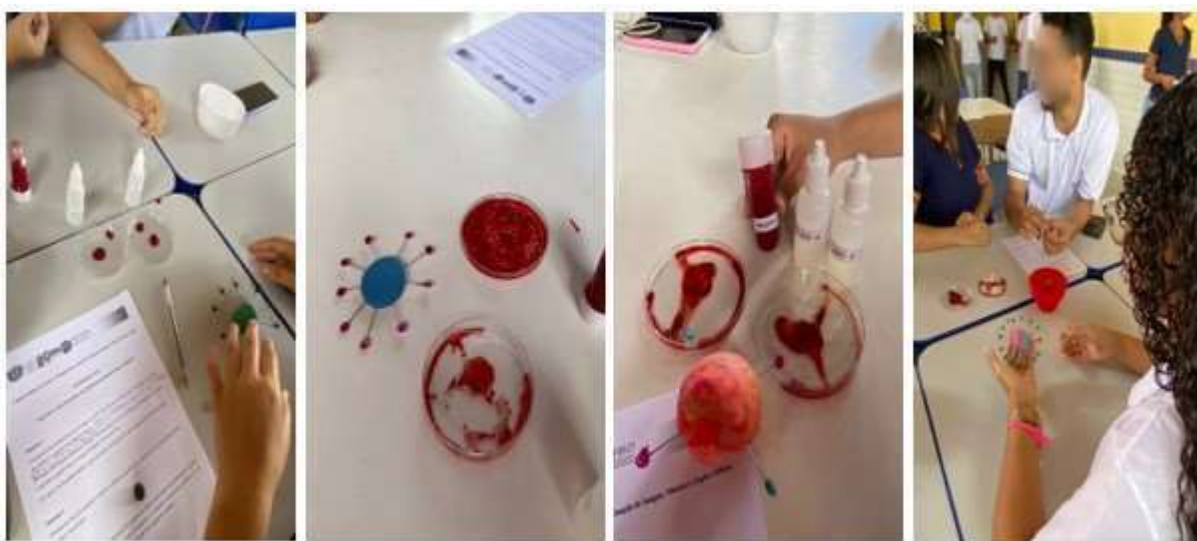
Soares e Baiotto (2015) descrevem as atividades práticas como “*métodos de ensino capazes de despertar o interesse do educando, além de propiciar o censo crítico, preparando-os para atuarem de forma consciente no meio social*”, contribuindo nesse sentido para que a aprendizagem seja significativa.

A cada identificação realizada, os grupos iam compartilhando entre si os resultados e os conhecimentos sendo construídos de forma coletiva e ao final da atividade todos externaram o pedido que mais aulas como aquelas fossem ministradas.

Para Camargo *et al* (2019) a motivação é um dos fatores mais importante para a consolidação da aprendizagem e que as metodologias aplicadas interferem diretamente na sua existência. As aulas práticas quando bem planejadas podem ser facilitadoras da aprendizagem, conectando os saberes científicos ao cotidiano do estudante.

Em continuidade à aula anterior, os estudantes foram orientados, segundo roteiro já entregue, a construir com massa de modelar e alfinetes um modelo de hemácia que representasse o tipo sanguíneo por eles já identificados (Utsunomia, 2010; Nascimento *et al*, 2014) (Figura 17).

Figura 17: Imagem - Construção dos modelos das hemácias representativas dos tipos sanguíneos identificados.



Fonte: Monteiro. 2023.

Como culminância dessas duas aulas cada grupo de estudantes apresentou seus achados para o restante da turma. Esse momento foi marcado pela troca de conhecimentos e a cada fala dos estudantes era possível observar a confiança em compartilhar os novos conhecimentos.

Embora a atividade apenas figurasse os métodos utilizados para descobrimento dos diferentes tipos sanguíneos, o ato de não receber aquele conhecimento de forma passiva, mas antes participar do processo ativamente gerou em todos os estudantes a atitude de querer expor tudo o que por eles foi executado e apreendido (Figura 18).

Figura 18: Imagem - Estudantes apresentando os conhecimentos construídos na aula prática.



Fonte: Monteiro. 2023.

Durante as apresentações foi aberta roda de conversa sobre aglutinogênios e aglutininas e sobre o papel deles em situações biológicas que envolvem compatibilidade sanguínea e de órgãos. Os temas geradores da roda de conversa foram:

- Por que as hemácias a depender do tipo sanguíneo podem apresentar (ou não) moléculas diferenciadas em suas membranas?
- Será que todas as células do nosso corpo também seguem esse padrão diferenciado de moléculas?
- Quais as implicações dessas diferenças?

Para Krasilchik (2004) as aulas práticas atuam como facilitadores do ensino aprendizagem, tornando os estudantes mais perceptivos e levando-os a se comportarem de forma mais protagonista e a reagir de forma mais reflexiva e crítica diante do conhecimento.

Nessa aula foi possível associar o estudo da genética aos conhecimentos prévios dos estudantes e contextualizar a genética ao dia-a-dia deles uma vez que campanhas de doação de sangue são comuns na cidade e abriu margem para falar da necessidade não só de doar sangue, mas também órgãos e medula. Durante a aula os alunos relataram casos de família ou pessoas próximas sobre a temática tornando a aula leve e interativa.

A partir da apresentação dos modelos de hemácias foi possível explanar sobre a existência do conjunto gênico relacionado ao complexo de histocompatibilidade humano - MHC, bem como sobre os antígenos associados a resposta imunológica humana – HLA.

E, aproveitando as diferenças dos modelos de hemácias representantes de cada tipo sanguíneo e a fala dos próprios estudantes sobre as consequências oriundas de uma transfusão sanguínea realizada com sangue não compatível ao do receptor, foi possível explicar sobre questões de incompatibilidade também existentes na realização dos transplantes de órgãos sólidos e o porquê da necessidade de ser um doador voluntário não só de sangue, mas também de órgãos sólidos e medula (Figura 19).

Figura 19: Imagem - Explicação sobre os complexos MHC e HLA e como eles interferem no sucesso de transplantes.



Fonte: Monteiro. 2023.

De Melo Moul & Da Silva (2017) já haviam demonstrado que a modelização era um método eficiente para visualização de processos biológicos complexos e que sua utilização se mostrava válida na apresentação de fenômenos de difícil compreensão.

Seguida as aulas práticas, veio o estudo de caso que permitiu aos estudantes atuarem como “investigadores”. Como para essa atividade os estudantes foram, mais uma vez, organizados em grupos foi requerido que para o bom andamento da atividade eles trabalhassem de forma coletiva, pois os resultados de seus estudos deveriam posteriormente ser socializados.

Para o desenvolvimento desta aula a turma foi dividida em grupos. Cada grupo recebeu um texto jornalístico ou artigo que descrevia uma situação relacionada aos Sistemas Sanguíneos e/ou Transplante de Órgãos (Anexo E).

Os textos recebidos por cada grupo eram únicos o que permitiu que todos se engajassem na atividade, pois caso não a realizassem não teriam como copiar de outra equipe.

Em posse dos textos os estudantes realizaram estudo de caso e pesquisaram sobre os elementos científicos implícitos em cada texto e orientados pelo professor a interligarem os seus achados aos conteúdos estudados durante as aulas anteriores da referida sequência.

A partir do estudo do texto recebido os estudantes investigaram sobre a temática e construíram cartazes para socialização dos seus achados com toda a turma.

A fonte de pesquisa era livre, porém toda a turma optou por pesquisar via aparelho celular. Como a atividade exigia que os estudantes apresentassem explicações biológicas e com respaldo científico sobre as situações retratadas nos textos, os mesmos tiveram que discutir entre si, levantar hipóteses, verificar se suas hipóteses estavam corretas, para então construir suas impressões sobre o texto estudado, oportunizando assim a aplicação e vivência do método científico (Figura 20).

Figura 20: Imagem - Estudantes realizando estudo de caso.



Fonte: Monteiro, 2023.

A estratégia utilizada proporcionou que os estudantes se familiarizassem com os termos básicos da genética, bem como enxergassem que a genética estava intrínseca em seus cotidianos e que era necessária para o entendimento de processos biológicos próximos de suas vivências.

Elias & Rico (2020) o estudo de caso pode ser uma alternativa para superar os desafios do ensino de biologia. O fato de a biologia ser uma ciência com nomenclatura e conceitos complexos afasta o interesse dos estudantes, que muitas vezes a ver como enfadonha e sem importância.

Para Elias & Rico (2020) o estudo de caso, como metodologia ativa, estimula o estudante a buscar respostas para um problema através do entendimento de uma narrativa que

traz em suas entrelinhas nomenclaturas e conceitos que deverão ser apreendidos durante a realização da atividade, porém sem o peso da obrigação de entender por entender.

O material produzido nessa atividade serviu de base para realização da atividade final da sequência didática.

Obedecendo à sequência didática, consecutiva ao estudo de caso, foi requerido aos estudantes que compartilhassem suas descobertas.

Nesta aula foi feita a apresentação dos resultados obtidos a partir do estudo de caso realizado da aula anterior. Cada grupo foi orientado a apresentar seus resultados utilizando os conceitos e conteúdos já estudados e cada estudante tinha a tarefa de em algum momento ser responsável pela apresentação dos resultados de seu grupo (Figura 21).

Figura 21: Imagem - Apresentação dos resultados encontrados no estudo de caso - Aplicação da metodologia Rotação por Estações.



Fonte: Monteiro. 2023.

Vivenciando a metodologia Rotação por Estações, os grupos se posicionaram em locais diferentes da sala e afixaram nesses locais cartazes por eles produzidos para explicar seus respectivos conteúdos, o local de cada cartaz representava uma estação.

Para que todos pudessem visitar as diferentes estações e também explanar os novos saberes, cada membro dos grupos recebeu um número diferente e depois rearranjados segundo

a numeração recebida, a exemplo todos com o número 1 agora faziam parte do mesmo grupo. Tal organização permitiu que cada estação permanecesse um estudante responsável por aquela estação e que consequentemente seria encarregado de explicar a temática ali exposta.

Ao comando do professor os estudantes foram rotacionando entre as estações e à medida que se deslocavam uma nova estação era visitada e um novo estudante era encarregado de apresentar o conhecimento.

A apresentação dos resultados foi finalizada no momento em que todos os grupos completaram a rotação por todas as estações.

Como culminância da aula foi promovido um debate inteligente considerando todos os conteúdos estudados durante a aplicação da sequência e retirando dúvidas remanescentes.

Em consequência da metodologia adotada, todos os estudantes tiveram que assumir o compromisso e se empenhar por conhecer o conteúdo em sua totalidade, o que evitou que enquanto alguns se aplicavam em cumprir a atividade, outros ficassem dispersos – fato recorrente quando se propõe a realização de trabalhos coletivos.

Embora a Rotação por Estações seja uma metodologia ativa geralmente associada a modalidade híbrida de ensino, ela se mostra eficiente também no ensino presencial.

Segundo Steinert & Hardoim (2019) essa metodologia coloca o estudante como protagonista de sua aprendizagem e o levam a desenvolver postura autônoma e dinâmica frente aos conteúdos estudados e solidária e cooperativa em relação aos demais estudantes envolvidos na atividade.

Ao término da aplicação da sequência didática os estudantes relataram, em conversa informal, que a metodologia utilizada deixava as aulas mais leves e descontraídas e, que de certa forma tornava o ambiente mais sugestivo ao envolvimento com as atividades propostas pelo professor.

De acordo com Moran (2015) a educação formal encontra-se em transformação, não sendo mais passível conceber o processo de aprendizagem de forma tradicional e sem o uso de metodologias ativas. Para ele é necessário transpor a educação bancária e fazer uso de metodologias que priorizem a participação ativa do aprendiz no processo de construção do conhecimento.

3ª Etapa: Promoção de Campanha de Doação de Sangue na Comunidade Escolar

Após a aplicação da sequência didática e vislumbrando estimular ainda mais o protagonismo estudantil foi promovida na comunidade escolar uma campanha de doação de sangue e medula na qual os principais divulgadores foram os estudantes participantes do projeto.

O primeiro passo no cumprimento dessa etapa foi o recrutamento da turma alvo da pesquisa para promover a campanha. Em seguida foi realizada visitação de todas as turmas da escola campo do projeto. Nas visitas os estudantes promotores da campanha informavam aos demais estudantes sobre a importância de ser um doador de sangue, medula e órgãos e dos requisitos básicos para o ser.

Durante essa atividade os estudantes puderam transmitir os conhecimentos adquiridos sobre o processo e a importância da doação de células e órgãos e atuaram como divulgadores da campanha, convocando parentes e amigos para fazer parte da campanha, como também eles próprios se disponibilizando a participar.

Para viabilização da campanha buscou-se informações junto ao Hemocentro mais próximo da escola. Nesse primeiro contato foram conhecidos os requisitos básicos para ser um doador e quais os procedimentos necessários para agendamento, sendo de antemão já avisado que não seria possível a vinda do Hemocentro até escola, por ocasião de indisponibilidade de uso da unidade móvel.

Após o recrutamento a campanha de doação foi realizada em parceria com o Hemocentro.

Embora muitos estudantes tenham se disponibilizados a participar da campanha, assim como seus amigos e parentes, muitos não puderam participar pois ou eram menores e necessitariam de acompanhamento de seus responsáveis, ou quando maiores, no caso amigos e parentes, não tinham como se ausentar por um dia inteiro de seus afazeres.

Contudo, em face a todas as dificuldades encontradas, um grupo de 16 pessoas se dispuseram a participar da Campanha intitulada “Caravana Gentil Lins” (Anexo F).

No dia da campanha, além da doação, os estudantes participaram de palestra educativa, onde passaram por formação para se tornarem promotores de cidadania (Figura 22).

Figura 22: Imagem - Palestra educativa sobre Doação de Sangue e Medula.



Fonte: Monteiro. 2023.

Logo após a palestra os estudantes foram conduzidos até o setor de triagem para em seguida realizarem a doação de sangue (Figura 23).

Figura 23: Imagem - Estudantes doando sangue.



Fonte: Monteiro. 2023.

Para apesar dos jovens encontrarem-se inseridos em ambientes com mudanças aceleradas, muitos anseiam se envolver em atividades que lhes proporcionem participar de

forma colaborativa para a melhoria desse ambiente. Nesse contexto a promoção da campanha de doação de sangue e medula valida-se como uma estratégia para promover mais uma vez o protagonismo estudantil e sua cidadania.

4ª Etapa: Aplicação do segundo teste: Questionário Avaliativo

Após o término da aplicação da sequência didática e da execução da campanha de doação de sangue e medula foi aplicado o segundo teste (questionário avaliativo) para identificar possíveis falhas na metodologia utilizada, reconhecer se ela era aplicável para o ensino de outros conteúdos e validar sua eficácia como instrumento facilitador do processo de ensino e aprendizagem de genética.

Embora o primeiro e segundo testes compartilhassem o mesmo objetivo, isto é, buscassem identificar se a metodologia utilizada era ou não eficiente para no processo de aprendizagem de genética é importante deixar claro, que os questionamentos feitos nos dois testes não eram idênticos.

Enquanto o primeiro teste (questionário de sondagem) intencionava reconhecer as percepções dos estudantes sobre os eixos fundamentadores do estudo: genética, metodologias didáticas e sistemas sanguíneos, o segundo propunha-se a avaliar se a metodologia aplicada atendia esses anseios e ao mesmo tempo mostrava-se eficaz na construção de conhecimentos ligados à genética.

Assim como no primeiro teste, as duas primeiras perguntas não foram consideradas para fins discursivos, pois também versavam sobre a idade e série que o estudante cursava e, seus resultados foram anteriormente reportados, em ocasião da apresentação dos resultados obtidos com a aplicação do questionário de sondagem.

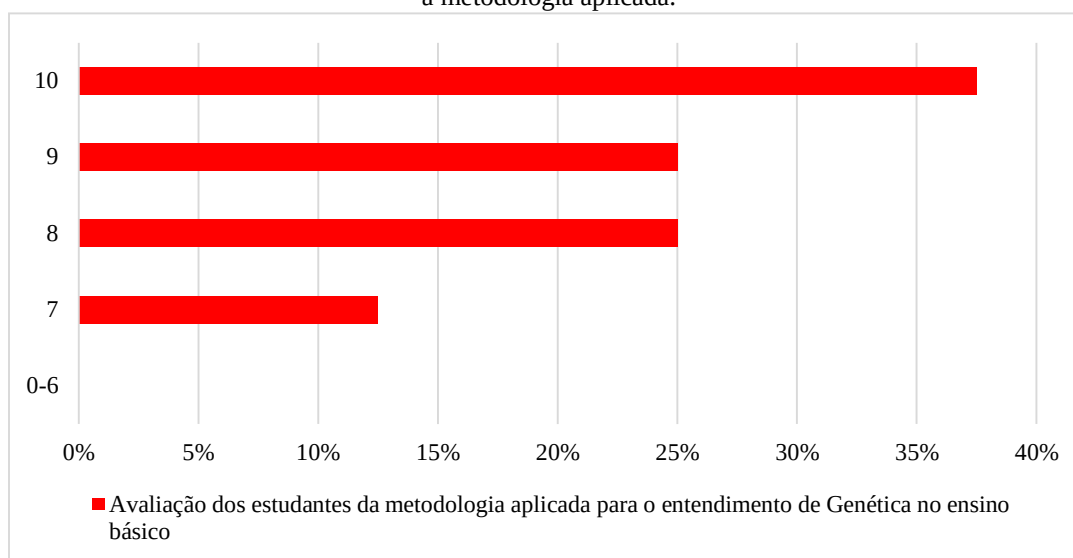
A análise dos dados continuou sendo feita a partir da ordenação das perguntas em blocos formados por aspectos similares e organizados da seguinte maneira: 1) Contribuições da metodologia aplicada para compreensão dos conteúdos estudados e da influência do professor

nessa avaliação; 2) Importância de associar o estudo da genética ao cotidiano; e 3) Avaliação da metodologia aplicada e auto avaliação dos estudantes.

Todos os dados obtidos foram quantificados e organizados em tabela (Apêndice K).

No bloco de perguntas organizado para avaliar as contribuições metodológicas para o entendimento dos conteúdos estudados e da influência do professor nessa avaliação, ao considerarmos a avaliação feita pelos estudantes à metodologia aplicada, onde 0 significava “muito ruim” e 10 “muito boa”, foi possível constatar que a totalidade dos estudantes opinaram com nota ≥ 7 e logo a consideraram positiva. Destes 12,5% assinalaram 7, 50% responderam igualmente com avaliação 8 ou 9; e 37,5% pontuaram a metodologia como muito boa (Figura 24).

Figura 24: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 3 do questionário de avaliativo: Avaliação dos estudantes sobre a metodologia aplicada.



Fonte: Monteiro. 2023.

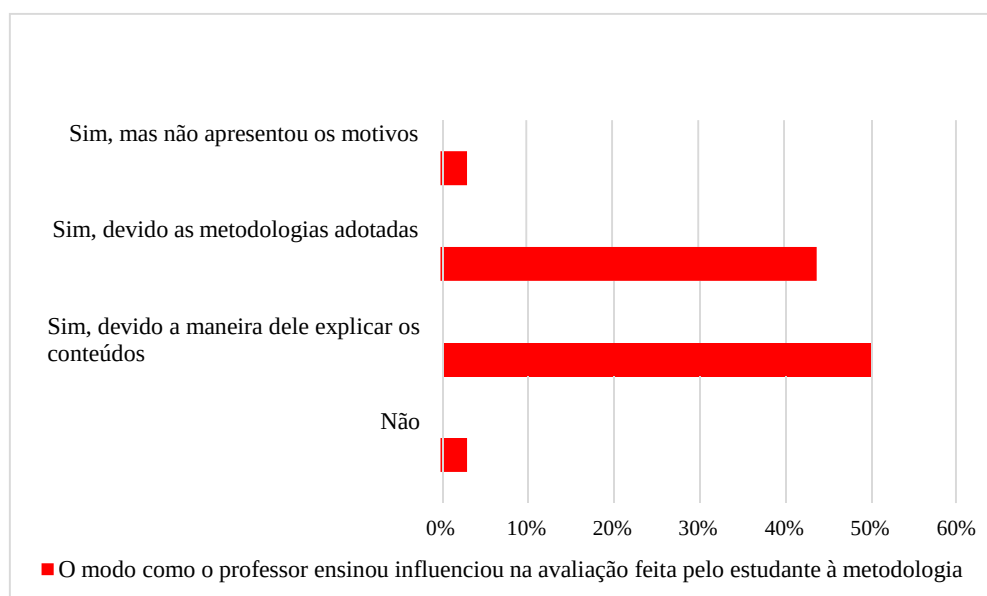
A avaliação feita pelos estudantes a metodologia adotada reflete o desejo por aulas que fujam do tradicional, isto é, que perpassem a linha de transmissão de conhecimento professor-aluno. No questionário sondagem eles já prenunciavam esse fato ao relatarem que gostariam que o professor incluísse em seu planejamento docente atividades práticas, visitação de campo e envolvimento com a comunidade.

Brito & De Campos (2019) apresenta que se o estudante vivencia a escola como um espaço de memoriza o de conteúdos ele não desenvolver  as habilidades e competências

necessárias para a aquisição de outros saberes. Ainda segundo Brito & De Campos (2019) o uso de metodologias ativas é o caminho para propiciar uma aprendizagem significativa a partir de conexões a serem estabelecidas entre os conhecimentos prévios e novos saberes.

Quando os estudantes foram questionados sobre a influência do modo como o professor ensinou sobre avaliação dada por eles à metodologia utilizada, 96,9% manifestaram que suas respostas foram sim influenciadas e, entre esses, 50% atribuíram tal influencia ao modo como o professor explicou o assunto, 43,8% as metodologias por ele utilizadas e 3,1% apenas responderam que sim, mas não apresentaram o motivo porque sofreram influencia (Figura 25).

Figura 25: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 4 do questionário de avaliativo: Influência do modo como o professor ensinou sobre a avaliação da metodologia utilizada na aplicação da sequência.



Fonte: Monteiro. 2023.

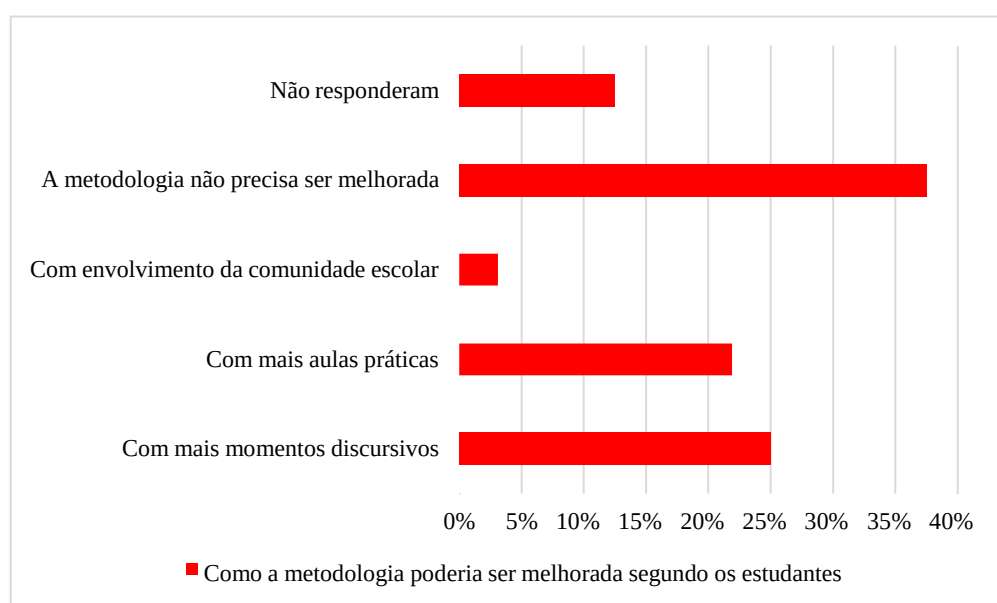
Por conseguinte, infere-se que apesar de o professor ser apenas o mediador da aprendizagem é ele quem planeja as atividades que serão executadas e sobre ele recai a responsabilidade de encaminhar o ritmo das aulas e de certa forma a postura que o estudante adota frente as atividades propostas.

Segundo Santos (2008) a função principal do professor é desafiar os conceitos já aprendidos e para isso é necessário planejar aulas que, de acordo com ele, provoquem ‘instabilidade cognitiva’ a partir de ações que desafiem as estruturas conceituais do estudante. Sendo assim a prática metodológica do professor pode atuar como gatilho para a busca do conhecimento.

Bulgraen (2010) destaca o papel mediador do professor ao compará-lo a uma ponte que interliga os conhecimentos ao estudante, capacitando-o a pensar, a questionar e a se posicionar de forma crítica frente aquilo que lhe ofertado como conhecimento.

Em relação como a metodologia poderia ser melhorada, 25% respondeu com a promoção de mais momentos discursivos, 21,9% com implementação de mais aulas práticas e 3,1% com atividades que envolvessem a comunidade. Ademais 37,5% consideraram que a metodologia não precisava ser melhorada e 12,5% não responderam (Figura 26).

Figura 26: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 5 do questionário de avaliativo: Sugestões para melhoria da metodologia utilizada.



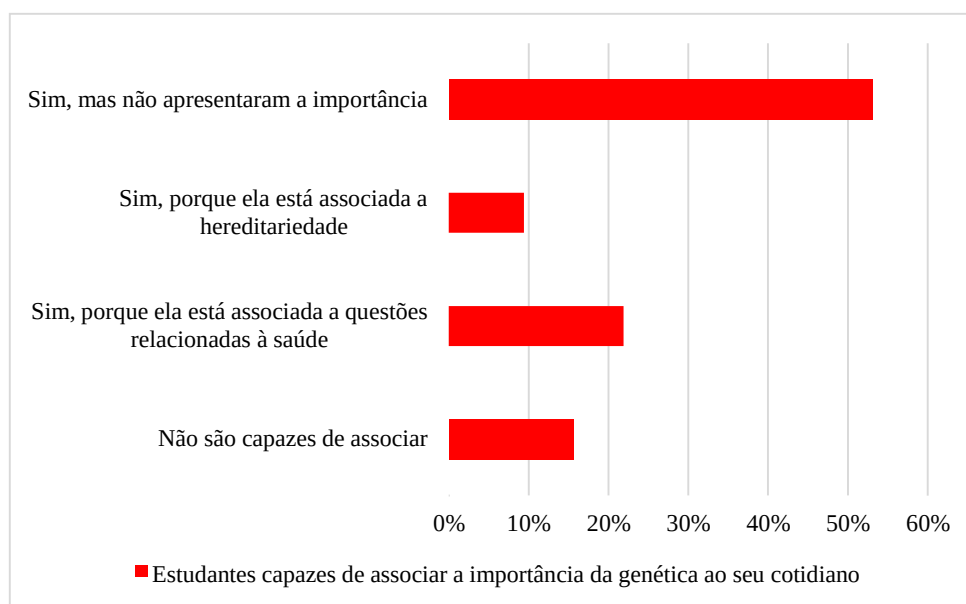
Fonte: Monteiro. 2023.

Esses últimos resultados concordam com o raciocínio de Gaeta & Masseto (2010) que predizem que práticas docentes ancoradas na fala e na lousa, afastam o desejo por aprender e não podem concorrer com aquelas que através do uso de instrumentos pedagógicos diversos desenvolvem no estudante o desejo de participar do processo de aprendizagem, porém a abstenção de 12,5 % em reportar possíveis melhoras na metodologia no leva a inferir que é necessário maior atenção no planejamento das aulas de forma a despertar o desejo de todos em aprender e de participar efetivamente no direcionamento para melhor funcionamento das aulas.

Já ao realizar a análise feita pelos estudantes do papel do ensino de genética para o seu cotidiano, verificamos que apesar de quase a totalidade dos estudantes declararem serem capazes de conceberem a importância da Genética no seu o cotidiano, 53,1% não apresentaram

o porquê dessa importância, 21,9% disseram que tal importância está associada a questões de saúde e 9,4% à hereditariedade. Apenas 15,6% responderam que não são capazes de associar a importância da genética para seu cotidiano demonstrando que a metodologia adotada necessita ser aperfeiçoada (Figura 27).

Figura 27: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 6 do questionário de avaliativo: Associação feita pelos estudantes sobre a importância do ensino de genética para o seu cotidiano.



Fonte: Monteiro. 2023.

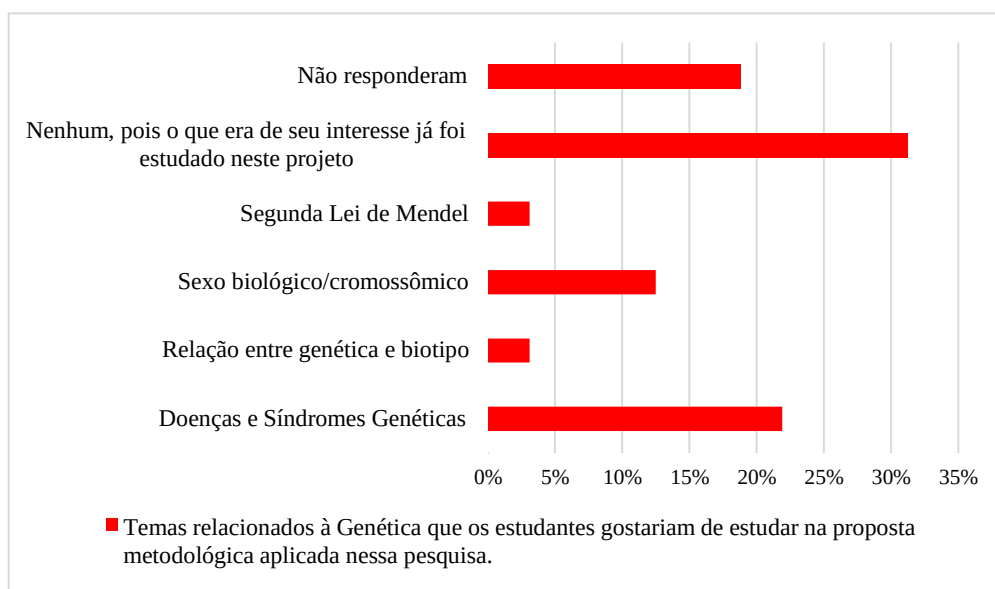
Nesse ponto observamos existir uma incongruência entre esses últimos achados e a avaliação feita à metodologia, pois esperava-se que, frente a correlação positiva feita anteriormente entre metodologia aplicada e a aprendizagem dos conteúdos, a maioria dos estudantes fossem ser capazes de discorrer sobre a importância do estudo de genética para suas vidas, fato não observado.

Dos Santos & Ferreira (2018) nos ajudam a entender esse cenário ao lembrarem que a urgência em ensinar muitos conteúdos acaba por condicionar os estudantes a se preparem apenas para as avaliações e não se concentrarem em descobrir como o conteúdo estudado será útil em seu cotidiano.

Quando inquiridos a indicar três temas relacionados à Genética que eles almejavam estudar na proposta metodológica então aplicada, 21,9% responderam querer estudar sobre a constituição e organização do DNA, 9,4% propuseram o estudo de doenças e síndromes genéticas, outros 12,5% relataram querer estudar sobre “sexo cromossômico”, 3,1% citaram a

relação da genética com o biótipo, mais 3,1% Segunda Lei de Mendel. Tiveram aqueles que informaram já terem estudado o que lhes interessava durante o projeto (31,2%) e ainda aqueles que não responderam (18,8%) (Figura 28).

Figura 28: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 7 do questionário de avaliativo: Temas relacionados à genética que os estudantes gostariam de estudar com uso da metodologia aplicada na pesquisa.



Fonte: Monteiro, 2023.

Os interesses apontados pelos estudantes comunicaram-se com o entendimento esboçado por eles, ainda no questionário de sondagem, quando definiram genética a partir da indicação de conteúdos pertencentes ao seu campo de estudo, demonstrando que para que haja uma melhor aprendizagem e compreensão da aplicabilidade da genética é preciso que além do uso de metodologias ativas, exista, como referenciado por Dos Santos & Ferreira (2018), um movimento de mudança do sistema educacional que defenda que o ato de aprender não está vinculado a resultados quantitativos, mas a aquisição de competências e habilidades aplicáveis ao ambiente extra escolar.

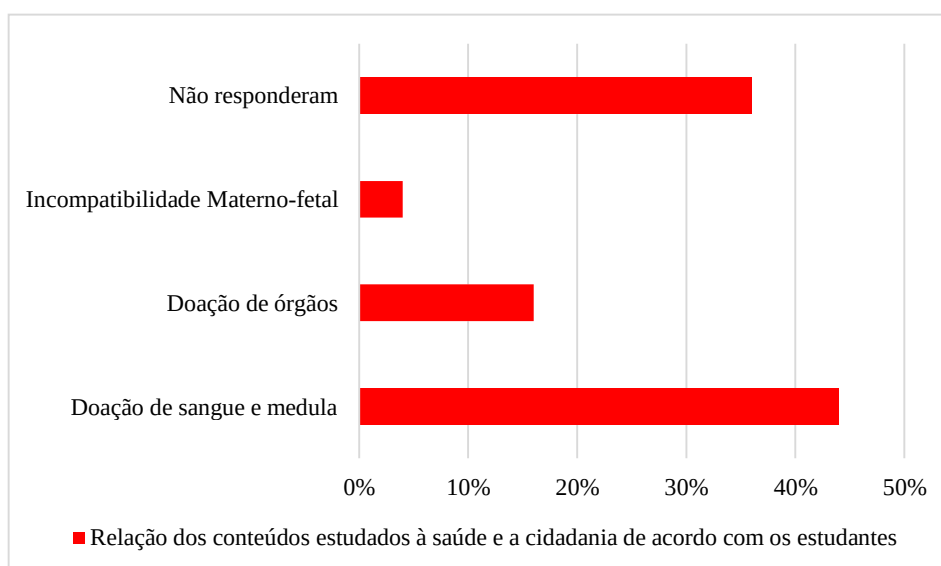
Ao serem convocados a se auto avaliarem, 78,1% declararam que conseguiram entender o que são sistemas sanguíneos e 21,9% apontaram para o não entendimento, mesmo após a realização das atividades.

O fato de 21,9% declararem não terem entendido o que são sistemas sanguíneos nos leva a entender que apesar das ferramentas pedagógicas aqui utilizadas primarem por estimular a participação efetiva do estudante durante o processo de construção do conhecimento, é necessário atentar que alguns estudantes ainda não estão preparados para serem protagonistas

desse processo e, portanto ainda requerem que o professor o acompanhe mais de perto e realmente lhe apresente o conteúdo de forma mais direta ou devido a celeridade de suas ações cotidianas achem enfadonho se debruçar em atividades manuais e por isso não conseguiam apreender aquilo que lhes é apresentado.

Entre os que sinalizaram ter conseguido compreender os conteúdos estudados e que foram capazes de os relacionarem a questões de saúde e cidadania, 44% estabeleceram conexões com a doação de sangue e medula, 16% à doação de órgãos e apenas 4% associaramos sistemas sanguíneos a incompatibilidade materno-fetal. Os demais estudantes, 36%, não responderam ao questionamento (Figura 29).

Figura 29: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 9 do questionário de avaliativo: Relação feita pelos estudantes entre os conteúdos estudados à saúde e à cidadania.



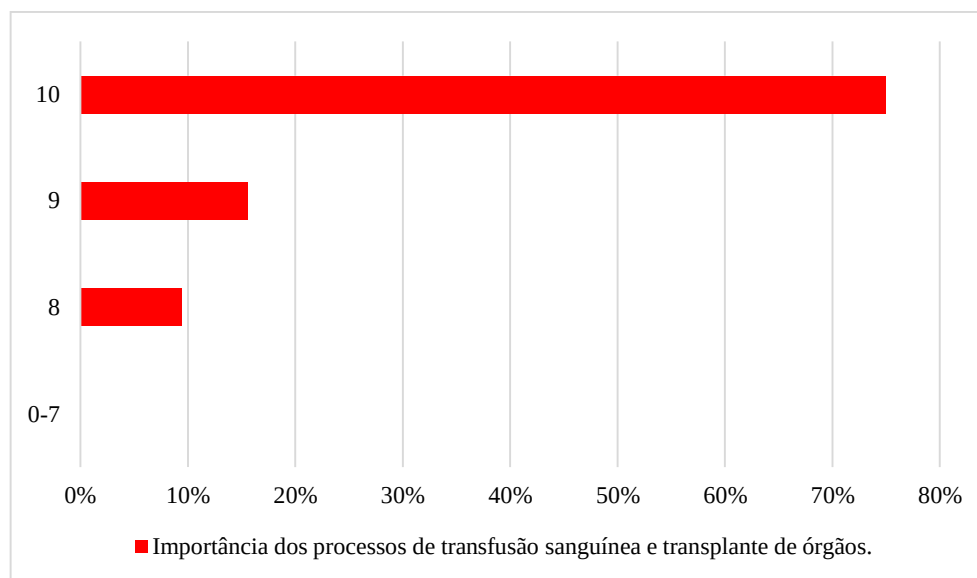
Fonte: Monteiro. 2023.

O fato de 36% dos entrevistados que sinalizaram para o entendimento dos sistemas sanguíneos não oferece respostas para o questionamento que buscava compreender a percepção conectiva sobre a temática e as questões de saúde e cidadania nos permitiram deduzir que as atividades propostas necessitam ser aprimoradas para melhor explorar essas conexões, no entanto não se mostrou falha, pois conseguiu atender as demandas da maioria dos atores da pesquisa.

Quanto a avaliação feita pelos estudantes sobre a importância dos processos de transfusão de sangue e de transplantes de órgãos sólidos, dentro de uma escala de 0 a 10 onde 0 significa “nenhuma” e 10 “muito importante”, constatamos que 75% avaliaram como muito importante e 9,4% e 15,6% avaliaram respectivamente em 8 e 9. Como justificativa as suas

respostas, 87,5% correlacionaram essa importância ao fato desses atos salvarem vidas e 12,5% não responderam (Figura 30).

Figura 30: Gráfico - Respostas dadas a pergunta 10 do questionário de avaliativo: Importância dada pelos estudantes para o conhecimento dos processos de transfusão sanguínea e transplante de órgãos.



Fonte: Monteiro. 2023.

Esses dados revelam que a metodologia aplicada além de ter promovido a construção de novos conhecimentos, também despertou a atenção dos estudantes para atos que geram o bem comum, mas que são decorrentes da ação individual.

A significância dada pelos estudantes aos processos de doação de sangue e medula reflete para o processo, não só de produção de novos conhecimentos, mas também de formação valores.

Mascarenha *et al* (2016) e Karasawa *et al* (2022) mostram em seus estudos que o uso de metodologias ativas aplicadas ao estudo de genética e dos sistemas sanguíneos favorecem aos estudantes atuarem de forma protagonista na sala de aula, além de oportunizar formulação de questionamentos e soluções de problemas para o bem coletivo.

Assim como também, Bastos *et al* (2010) ao conceberem a aplicabilidade dos sistemas sanguíneos ao ensino de genética, em especial quando associados a instrumentos lúdicos, confirmam os resultados obtidos em todas as etapas desse trabalho

5ª Etapa: Construção do Produto: Guia Didático

O produto criado ao final do percurso metodológico foi um guia didático composto por cinco atividades que podem ser aplicadas isoladamente ou em sequência. Destinado à docentes do ensino básico, busca facilitar o ensino de Genética e promover uma aprendizagem significativa.

As atividades propostas referem-se ao estudo da natureza da molécula de DNA, entendimento dos conceitos básicos de genética, identificação sanguínea a partir de aula prática sobre aglutinação, aplicabilidade da genética para o entendimento de processos biológicos e médicos; e cidadania e protagonismo estudantil a partir de promoção de campanha de doação de sangue e medula.

Cada atividade foi elaborada apontando os objetivos pretendidos, número de aulas necessárias a sua aplicação, texto apresentando o conteúdo a ser explorado, percurso metodológico e uma seção final versando sobre assuntos ou curiosidades interligados ao tema da atividade.

Para criação do produto foi considerado todos os dados coletados na pesquisa, bem como saberes científicos sobre a temática abordada.

O guia foi produzido com o uso de ferramentas do Canva[®] (2013).

Amparando-se em saberes relacionados ao Sistema Sanguíneo ABO e ao conjunto de antígenos Rh, conteúdos de genética são apresentados de forma contextualizada e com uso de metodologias que levem os discentes a assumirem postura investigativa e protagonista durante o processo de aprendizagem (Apêndice L).

6 CONCLUSÃO

O uso de metodologias ativas e do ensino por investigação nesta pesquisa proporcionou melhorias importantes na relação professor-aluno e no processo de ensino e aprendizagem, pois demonstrou que não é necessário o uso de recursos rebuscados para atrair a atenção dos estudantes e se obter uma aprendizagem significativa.

A pesquisa também corroborou para afirmar que o uso dos sistemas sanguíneos para a contextualização e aproximação da genética do estudante é propício, pois a associação de seus conteúdos ao cotidiano do estudante favorece trabalhar questões que envolvem o bem comum e a cidadania, a exemplo daquelas relacionadas a doação de sangue, medula e dos transplantes de órgãos sólidos.

Reiteramos que as metodologias ativas, o ensino por investigação e os sistemas sanguíneos podem ser acertadamente utilizados como instrumentos facilitadores do ensino de genética e que se mostram eficazes para o seu processo de ensino e aprendizagem.

Sendo assim, concluímos que as estratégias usadas permitiram a aprendizagem dos conceitos básicos da genética, o entendimento dos sistemas sanguíneos, bem como dos processos de transplantes de células e órgãos, culminando na vivência prática da genética e na aprendizagem significativa de seus conteúdos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Práticas metodológicas que buscam conduzir o estudante a protagonizar à construção do conhecimento em vez de ser receptor dele é uma tarefa árdua e exige do professor planejamento.

Além disso, durante o planejamento para desenvolvimento de um conteúdo, o professor deve considerar se os estudantes já possuem os conhecimentos prévios necessários para a aprendizagem desse novo conteúdo.

Seja em escolas regulares, com salas superlotadas e tempo “reduzido” para ministração das aulas, seja, em escolas integrais, com salas com número de alunos adequados e tempo excedente para ministração de conteúdos, se faz necessário ao professor planejar suas atividades, gerir o tempo e elaborar estratégias que levem seu estudante a aprender de forma significativa (Brasil, 2022).

Em meio aos extremos existentes na organização educacional, o docente vive o dilema de como atrair a atenção de seus estudantes e torná-los autores de sua história e construtores ávidos de conhecimento.

Os dados coletados no primeiro teste viabilizaram o ajuste prévio da metodologia aos atores da pesquisa propiciando dessa forma o bom andamento da mesma.

Como principal ajuste feito referenciamos a adição de mais três aulas a sequência didática. Essas três aulas deram início as atividades e foram projetadas para corrigir uma falha de aprendizagem prévia de conteúdos necessários ao entendimento da genética e reportavam para o estudo da estrutura e função do DNA, molécula detentora do código da vida de todos os seres vivos.

Suprida essa primeira necessidade as atividades transcorreram como o planejado e oportunizaram a produção de dados que corroboram com o já apresentado pela literatura científica acerca da eficiência do uso de metodologias ativas no processo de ensino aprendizagem.

A pesquisa também favoreceu levantar informações que correlacionam os motivos que tornam o estudo de genética aversivo para alguns discentes e comprometem sua aprendizagem. Dentre esses motivos evidenciamos carência na construção dos conhecimentos prévios necessários para uma boa apreensão da genética, ausência do uso de metodologias que facilitem a aprendizagem e ministração de seus conteúdos de forma desvinculada ao cotidiano estudantil.

Além disso, os dados obtidos a partir da aplicação do segundo teste e após a execução da sequência permitiu avaliar a aplicabilidade da sequência e produzir um guia didático direcionado a docentes do ensino básico que objetiva apresentar estratégias metodológicas que aproximem o estudo de genética e o estudante, colabore para o entendimento de conceitos básicos da genética e possibilite que o processo educacional seja realizado de forma prazerosa e que culmine em uma aprendizagem significativa.

Ademais as atividades desenvolvidas mostraram ser possível aproximar a ciência a vivência escolar sem que, imperiosamente, sejam necessários grandes investimentos financeiros. Não podemos negar que ministrar aulas que fujam da lousa são trabalhosas e requerem tempo, mas também podemos atestar que aulas bem planejadas, com o uso de metodologias diferenciadas e projetadas sobre o cotidiano do estudante rendem resultados de valor incomparável.

Logo, considerando que uma sequência didática é validada quando atividades práticas e lúdicas associam o cotidiano ao científico e trazem desafios que conduzam o estudante a construção do conhecimento depreendemos ter alcançado os objetivos propostos uma vez que desde a elaboração e execução até sua avaliação, por meio de aplicação de questionário avaliativo, mais de 60% dos estudantes reportaram ter conseguido compreender os conteúdos estudados, bem como ter consentido com a metodologia aplicada.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M. C.; MASETTO, M. T. **O professor universitário em aula**. 1. ed. São Paulo: MG Editores Associados, 1990. 134 p.
- ARAÚJO, D. A. M.; DURBANO, J. P. M. **Montando o DNA**. Núcleo de Difusão Biotecnológica Disponível em: <http://www.bioinfo.ufpb.br/ndb>. Acesso em 30 jun. 2022.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora LDA 2000. 220 p.
- BACICH, L.; NETO, A. T.; DE MELLO TREVISANI, F. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. 1. Ed. Penso Editora, 2015. 272 p.
- BARBOSA, E. F.; DE MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico do Senac**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, mai./ago. 2013.
- BARNI, G. S. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. 184 F. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Regional de Blumenau. Santa Catarina, 2010.
- BASTOS, R. W.; MARTINELLI, F. S.; TAVARES, M. G. Brincando com o sistema sanguíneo: proposta alternativa para o ensino dos grupos sanguíneos ABO. **Genética na escola**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 38-41, jan. 2010.
- BEBER, B.; SILVA, E.; BONFIGLIO, S. U. Metacognição como processo da aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, vol. 31, n. 95, p. 144- 151. jan. 2014.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências sociais e humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Resumo Técnico: Censo Escolar da Educação Básica 2022**.
- BRASIL, Ministério da Educação. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Dispõe sobre as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 07 jun. 2022.
- BRASIL, Ministério da Educação. Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Brasília, DF, 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em 07 jun 2022.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 01 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução Nº 196, de 10 de outubro de 1996. Dispõe sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/comissao/conep/resolucao.html>. Acesso em: 12 jun. 2022.

BRITO, C. A. F.; DE CAMPOS, M. Z. Facilitando o processo de aprendizagem no ensino superior: o papel das metodologias ativas. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v.14, n. 2, p. 371-387, abr./jun. 2019.

BULGRAEN, V. C. O papel do professor e sua mediação nos processos de elaboração do conhecimento. **Revista Conteúdo**, Capivari, v. 1, n. 4, p. 30-38, ago./dez. 2010.

CAMARGO, C. A. C. M. *et al.* A importância da motivação no processo ensino-aprendizagem. **Revista Thema**, Pelotas v. 16, n. 3, p. 598-606, dez. 2019.

CAMPBELL, N. A.; REECE, J. B. **Biologia de Campbell**. 10 ed. São Paulo: Artmed, 2015. 1488 p.

CANVA, Plataforma Canva©. 2013. Disponível em < <http://www.canva.com/pt-BR>. Acesso em 25 de nov. 2023.

CARRIL, M. G. P.; NATÁRIO, E. G.; ZOCCAL, S. I. Considerações sobre aprendizagem significativa, a partir da visão de Freire e Ausubel-uma reflexão teórica. **E-mosaicos**, v. 6, n. 13, p. 68-78, 2017.

CARVALHO, F. A. H. Neurociências e Educação: Uma Articulação Necessária na Formação Docente. **Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8 n. 3, p. 537-550, nov. 2010/fev. 2011.

CASSANDRE, M. P.; THIOLLENT, M. J. M.; PICHETH, S. F. Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. **Educação**, v. 39, n. esp, p. 3-13, 2016.

CASTELLAR, S. M. V.; MACHADO, J. C. **Metodologias Ativas: Sequências Didáticas**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2016. 146 p.

CID, M.; NETO, A. J. Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: o caso da genética. **Enseñanza de las Ciencias**, n. Extra, p. 1-5, 2005.

COSTA, L. V.; VENTURI, T. Metodologias Ativas no Ensino de Ciências e Biologia: compreendendo as produções da última década. **Revista Insignare Scientia-RIS**, Cerro Largo, v. 4, n. 6, p. 417-436, set./dez. 2021.

DANTAS, A. P. J.; Dantas, T. A. V.; FARIAS, M. I. R.; SILVA, R. P.; COSTA, N. P. Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In: **Congresso Nacional de Educação**, 3, 2016., Natal. **Anais: Anais CONEDU** | ISSN: 2358-8829. Natal, 2016.

DE AQUINO, P. T.; SOUTO, B. G. A. Problemas gestacionais de alto risco comuns na atenção primária. **Ver. Med. Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 25, n. 4, p. 568-576, jan. 2015.

DE ARAÚJO BERNARDO, A. O processo de construção do conhecimento e os desafios do ensino-aprendizagem. **Revista on-line de Política e Gestão Educacional**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 410-423, jan./abr. 2018.

DE CARVALHO, E. A.; ROLÓN, J. C. C.; MELO, J. S. M. Os vínculos afetivos na construção do ensino aprendizagem. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 12, n. 39, p. 469-488, 2018.

DE MELLO, P. F. T. C.; GONÇALVES, P. R. Grupos sanguíneos a partir da aprendizagem baseada em problemas: elaboração e avaliação de uma proposta didática investigativa. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 918-936, 2020.

DE MELO MOUL, R. A. T.; DA SILVA, F. C. L. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. **Experiências em ensino de ciências**, Cuiabá, v. 12, n. 2, p. 118-128, abr. 2017.

DÍAZ-RODRÍGUEZ, F. M. **O processo de aprendizagem e seus transtornos**. Salvador: EDUFBA, 2011. 402 p.

DOS SANTOS, B. C. D.; FERREIRA, M. Contextualização como princípio para o ensino de química no âmbito de um curso de educação popular. **Experiências em ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 5, p. 497-511, dez. 2018.

DOS SANTOS ARAÚJO, M.; DOS SANTOS FREITAS, W. L.; DE SÁ LIMA, S. M.; DE OLIVEIRA LIMA, M. M. A genética no contexto de sala de aula: dificuldades e desafios em uma escola pública de Floriano-Pi. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 19-30, jan./mar. 2018.

DOS SANTOS, V. G.; GALEMBECK, E. Sequência didática com enfoque investigativo: alterações significativas na elaboração de hipóteses e estruturação de perguntas realizadas por alunos do Ensino Fundamental I. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 879-904, set./dez. 2018.

DURÉ, R. C.; DE ANDRADE, M. J. D.; ABÍLIO, F. J. P. Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais Temas o Aluno de Ensino Médio Relaciona com o seu Cotidiano? **Experiências em ensino de ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 259-272, fev. 2018.

DUSO, L.; CLEMENT, L.; PEREIRA, P. B.; ALVES FILHO, J. D. P. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 29-44, mai./ago.2013.

ELIAS, M. A.; RICO, V. Ensino de biologia a partir da metodologia de estudo de caso. **Revista Thema**, Pelotas, v. 17, n. 2, p. 392-406, jun. 2020.

FARIAS, G. B. Contributos da aprendizagem significativa de David Ausubel para o desenvolvimento da Competência em Informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v.27, n. 2, p. 58-76, abr/jun 2022.

FERNANDES, E. F. G.; JÚNIOR, W. P. M. Aspectos constitucionais e processuais do exame de paternidade e de ascendência genética ante o fenômeno da socioafetividade. **Revista da Faculdade de Direito**, v. 37, n. 1, p. 13-31, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 31ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001. 107 p.

FREITAS, C. A. O papel do professor na escolarização dos saberes: produção e reprodução de discursos sobre a genética mendeliana. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 15, p. 97-112, 2013.

GAETA, C.; MASETTO, M. Metodologias ativas e o processo de aprendizagem na perspectiva da inovação. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL PBL**. 2010, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: PBL, 2010.

GARCIA, M. F.; RABELO, D. F.; DA SILVA, D.; DO AMARAL, S. F. Novas competências docentes frente às tecnologias digitais interativas. **Teoria e Prática da Educação**, Maringá, v. 14, n. 1, p. 79-87, fev. 2011.

GARDNER, E. J.; SNUSTAD, D. P. **Genética**. Rio de Janeiro: 7ª ed. 1986. 497 p.

GERHARDT, E. T.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120 p.

GOOGLE, INC. **Google Maps**. Disponível em: [de Sapé, PB a João Pessoa, PB - Google Maps](#) Acesso 14 nov de 2023.

GOVERNO DA PARAÍBA, Notícias. Publicado em 22 de março de 2018. Disponível em: [Ricardo entrega reforma de escola com estrutura adequada para cerca de mil estudantes de Sapé — Governo da Paraíba \(paraiba.pb.gov.br\)](#). Acesso em 01 mar. 2023.

GUIDA, A. S.; BEIRÃO, P. S. L. Atividade investigativa como fator motivacional e indutor ao protagonismo do estudante: aproximação prática entre a Ciência dos cientistas e a Ciência das escolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 8, 2021, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza, 2021, p. 2325-2336.

GUIMARÃES, E. G.; CASTRO, L. S.; BAUTZ, K. R.; ROCHA, G. L. O uso de modelo didático como facilitador da aprendizagem significativa no ensino de biologia celular: **Univap**, São José dos Campos, v. 22, n. 40, p. 231. dez. 2016.

GUIMARÃES, Y.; GIORDAN, M. Elementos para validação de sequências didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]** Águas de Lindóia: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, p. 1-8.

GUYTON, A. C. Hall, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 12ª ed. Editora: Elsevier/Medicina Nacional, 2011. 1.173 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022 - Cidades**. Disponível em: [cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/sape](#). Acesso em 01 fev. 2023.

INGOH - Instituto Goiano de Oncologia e Hematologia. **Grupos Sanguíneos**. Disponível em: <https://ingoh.com.br/grupo-sanguineo/>. Acesso em: 7 jun. 2022.

KARASAWA, M. M. G.; DE ALMEIDA, T. M. C.; GONÇALVES, T. M.; FERREIRA, E. B. Criação e uso de materiais didáticos no ensino do sistema sanguíneo ABO. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 2, p. e3211225344-e3211225344, fev. 2022.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004. 200 p.

KUENZER, A. Z. O ensino médio agora é para a vida: entre o pretendido, o dito e o feito. **Educação & Sociedade**, São Paulo, v. 21, n. 70, p. 15-39, out. 2000.

LEAL, C. A.; DE MEIRELLES, R. M. S.; RÔÇAS, G. O que estudantes do ensino médio pensam sobre Genética? Concepções discentes baseada na análise de conteúdo. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, Mossoró, v. 5, n. 13, abr. 2019.

LOURENÇO, A. A.; DE PAIVA, M. O. A. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciências & cognição**. Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 132-141, ago. 2010.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; DA SILVA LORETO, E. L. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**. Canoas, v. 20, n. 2, p. 155-171, mar./abr. 2018.

MASCARENHAS, M. D. J. O.; DA SILVA, V. D. S. C.; MARTINS, P. R. P.; DA COSTA FRAGA, E.; BARROS, M. C. Estratégias metodológicas para o ensino de genética em escola pública. **Pesquisa em foco**, São Luís, v. 21, n. 2, p. 5-24, jan. 2016.

MARIN, G. R. B. **Estratégias didáticas: o estudante protagonista no processo de ensino-aprendizagem de sistemas sanguíneos** - Material de apoio para o ensino de genética, subunidade sistemas sanguíneos. 34 F. Produto Educacional (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) - Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2020.

MARIN, G. R. B.; JÚNIOR, A. J. V. Mapas conceituais como instrumentos potencialmente facilitadores de aprendizagem sobre sistemas sanguíneos. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias: Góndola, Ens Aprend Cienc**, v. 16, n. 2, p. 364-381, 2021.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MENDONÇA, R. W. A.; LIMA, S. T. D. S.; LIMA, V. L. X. D. O desenvolvimento de projetos interdisciplinares na educação básica como estratégia para o fortalecimento de aprendizagens significativas, dialogicidade e protagonismo estudantil. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 15, On-line, 2021. **Anais [...]** On-line, 2021.

MENTIMETER. Aplicativo Mentimeter©. 2014. Disponível em <<https://www.mentimeter.com/pt-BR>>. Acesso em 30 mar. 2023.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Coleção mídias contemporâneas. Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens**. Ponta Grossa, v. 2, n. 1, p. 15-33, jan. 2015.

MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus Editora, 2000. 173 p.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica (Critical Meaningful Learning). *In*: MOREIRA, M. A. *et al* (org.). **Teoria da Aprendizagem Significativa**: Contributos do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, 2000. p. 47.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa**: A teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes LTDA, 1982. 112 p.

MORESI, E. **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003, p. 108.

MOURA, J.; DE DEUS, M. D. S. M.; GONÇALVES, N. M. N.; PERON, A. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil—breve relato e reflexão. **Semina: ciências biológicas e da saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174, jul./dez. 2013.

MOTOKANE, M. T. Sequências didáticas investigativas e argumentação no ensino de ecologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 115-137, nov. 2015.

NASCIMENTO, J. D.; ALENCAR, E. J.; CAVALCANTE, A. L.; SOARES, R. A. Atividade Experimental como Ferramenta na Determinação do Sistema ABO e fator RH. *In*: ENCONTRO DE INICIAÇÃO A DOCÊNCIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA, 4, 2014, Campina Grande. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/9921>. Acesso em: 02 jun. 2022.

OLIVEIRA, C. I. C. de. A educação científica como elemento de desenvolvimento humano: uma perspectiva de construção discursiva. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 105-122, mai./ago. 2013.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. B. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, Sobral, v. 15, n. 2, 2016.

PARAÍBA, Portaria N° 418, 17 de abril de 2020. Dispõe sobre a adoção, no âmbito da rede pública estadual de ensino da Paraíba, do regime especial de ensino, como medida preventiva à disseminação do COVID-19, e dá outras providências. Diário Oficial do Estado da Paraíba, p.3. 18 de abr. 2020.

PARAÍBA, Plano Político Pedagógico da EEEFM Gentil Lins, 01 de março de 2020. Dispõe sobre os princípios políticos e pedagógicos que orientam o funcionamento da instituição durante o corrido ano.

PEDROSO, C. V. Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. 2009. **Anais [...]**, 2009, p. 3182-3190.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M. D. L.; BARON, M. P.; FINCK, N. T. L.; DOROCINSKI, S. I. Teorias da Aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista. PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001-jul. 2002.

RIBEIRO, I. S.; ALMEIDA, L. S.; GOMES, C. Conhecimentos prévios, sucesso escolar e trajetórias de aprendizagem: do 1o para o 2o ciclo do ensino básico. **Avaliação psicológica [on-line]**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 127-133, 2006.

RIBEIRO, V. M. Alfabetismo funcional: referências conceituais e metodológicas para a pesquisa. **Educação & Sociedade**, São Paulo, v. 18, p. 144-158, dez. 1997.

SANTOS, J. C. F. O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa. **Revista ABEU**, Belford Roxo, v. 1, n. 1, p. 9-14, jan./jun.2008.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 2, p. 52-67, ago. 2016.

SIQUEIRA, M. L. G.; ALTINO FILHO, H. V.; DUTRA, É. D. R. Ensino da genética: uma proposta de abordagem ao ensino médio. In: SEMINÁRIO CIENTÍFICO DO UNIFACIG, n. 6, 2020. **Anais[...]**, 2020.

SILVA, C. C. D.; MACIEL, C. M.; CASTRO, P. M. D. Investigando os obstáculos da aprendizagem de genética básica em alunos do ensino médio. **ETD Educação Temática Digital**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 718-737, jul./set. 2019.

SOARES, R. M.; BAIOTTO, C. Aulas práticas de biologia: suas aplicações e o contraponto desta prática. **Di@ logus**, Cruz Alta, v. 4, n. 2, p. 53-68, 2015.

SOUZA, A. L. D. VILAÇA. A. L. A.; TEXEIRA, H. J. B. Os benefícios da metodologia ativa de aprendizagem na educação. In: MARTINS, G. (org). **Metodologias ativas: métodos e práticas para o século XXI**. Quirinópolis: Editora IGM, 2020. p. 33-47.

STEINERT, M. E. P.; HARDOIM, E. L. Rotação por Estações na Escola Pública: Limites e Possibilidades em uma aula de Biologia. **Ensino em Foco**, Salvador, v. 2, n. 4, p. 11-24, abr. 2019.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 97-114, 2015.

TRÓPIA, B. A. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio**. Juiz de Fora, v 13, n. 1, p. 121-137, abr. 2011.

UGALDE, M. C. P.; ROWEDER, C. Sequência didática: uma proposta metodológica de ensino-aprendizagem. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, Manaus, v. 6, p. e99220-e99220, jun. 2020.

UTSUNOMIA, R. **Desvendando o sistema ABO**: Subsídios para o Ensino de Ciências e Biologia. 28 F. Trabalho de Conclusão (Graduação em Ciências Biológicas) - Departamento de

Educação do Instituto de Biociências de Botucatu – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2010.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias da Aprendizagem e o Ensino/Aprendizagem das Ciências: Da instrução à Aprendizagem. **Psicologia Escolar Educacional**, Campinas, v. 7, n 1, p. 11-19, 2003.

VIEIRA, T. M. **Filosofia e educação**: contribuições de Edgar Morin. 51 F. Monografia (Licenciatura em Pedagogia) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

VILELA, M. E. **A produção de atividades experimentais em genética no ensino médio**. 50 F. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências por Investigação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

WERNECK, V. R. Sobre o processo de construção do conhecimento: o papel do ensino e da pesquisa: **Ensaio: avaliação e políticas públicas em educação**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 51, p. 173-196, abr./jun. 2006.

ZABALA, A. **A prática educativa**: Como ensinar. 1. Ed. Porto Alegre: Penso, 1998. 224 p.

**APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE
E TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ PARA
MAIORES DE 18 ANOS**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE PARA
ESTUDANTES MAIORES DE 18 ANOS**

Prezado estudante você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada Construção de Sequência Didática para o Ensino de Genética: **O Uso dos Sistemas Sanguíneos para o entendimento do Processo de Transfusões Sanguíneas** desenvolvida por mim, Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro, aluna regularmente matriculada no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da professora. Dra. Simone Silva dos Santos Lopes.

Essa pesquisa tem como objetivo geral desenvolver o protagonismo estudantil a partir do ensino investigativo de conteúdos de Genética relacionados aos Sistemas Sanguíneos com ênfase em saúde e cidadania e como objetivos específicos levar os alunos a associarem o conhecimento científico ao conhecimento popular a partir da proposição de situações que os conduzam a investigar o porquê dos eventos relacionados aos Sistemas Sanguíneos, Transfusões Sanguíneas, Transplantes e a Eritroblastose Fetal ocorrerem; evocar nos alunos conhecimentos básicos de genética; conduzir os alunos à identificação dos principais Sistemas Sanguíneos; estimular o raciocínio cognitivo dos alunos a partir da criação de modelos didáticos para o ensino dos sistemas sanguíneos; relacionar o estudo de genética a saúde e a prática da cidadania; expressar a importância dos processos de doação de sangue e medula a partir de promoção de Campanha de Doação de Sangue na comunidade escolar e construir uma sequência didática para professores do ensino básico que desperte no aluno o interesse pelo estudo de genética a partir de conteúdos relacionados aos Sistemas Sanguíneos.

Sua participação na presente pesquisa é de fundamental importância, mas será voluntária, não lhe cabendo qualquer obrigação de fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelos pesquisadores se não concordar com isso, bem como, participando ou não, nenhum valor lhe será cobrado, como também não lhe será devido qualquer valor. Caso decida não participar do estudo ou resolver a qualquer momento desistir, nenhum prejuízo lhe será atribuído, também serão limitados à possibilidade de eventual desconforto psicológico ao responder o questionário que lhe será apresentado, enquanto que, em contrapartida, os benefícios obtidos com este trabalho serão importantíssimos e traduzidos em esclarecimentos para a população estudada.

Em todas as etapas da pesquisa serão fielmente obedecidos os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil. Solicita-se, ainda, a sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos científicos ou divulgá-los

em revistas científicas, assegurando-se que seu nome do seu será mantido no mais absoluto sigilo por ocasião da publicação dos resultados.

Caso sua participação implique em algum tipo de despesas, as mesmas serão ressarcidas pelo pesquisador responsável, o mesmo ocorrendo caso ocorra algum dano. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Ao assinar este documento, VOCÊ, de forma voluntária, na qualidade de participante da pesquisa, expressa o seu consentimento livre e esclarecido para participar deste estudo e declara que está suficientemente informado(a), de maneira clara e objetiva, acerca da presente investigação. E receberá uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinada pelo Pesquisador Responsável

Eu, _____, CPF: _____, Identidade: _____, declaro que fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos, justificativa, riscos e benefícios da pesquisa e aceito participar da pesquisa bem como autorizo a publicação dos resultados, assim como o uso de minha imagem nos slides destinados à apresentação do trabalho final. Estou ciente de que receberei uma via deste documento, assinada por mim e pelo pesquisador responsável, como trata-se de um documento em duas páginas, a primeira deverá ser rubricada tanto pelo pesquisador responsável quanto por mim.

Sapé-PB, _____ de março de 2023.

Professora Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro

Pesquisador responsável

Estudante Participante

Testemunha

Endereço do Pesquisador Responsável: Avenida José Claudino, 11 – Centro – Sapé/PB – CEP 58340-000 – Fone

(83) 99345-9172 - E-mail: elidiane.karina@academico.ufpb.br. Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências de Saúde da Universidade Federal da Paraíba. Campus I – Cidade Universitária – 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa PB – (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com.

**APÊNDICE B: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE
E TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE PARA PAIS
E/OU RESPONSÁVEIS**

O (A) seu (sua) filho (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada **Construção de Sequência Didática para o Ensino de Genética: O Uso dos Sistemas Sanguíneos para o entendimento do Processo de Transfusões Sanguíneas** desenvolvida por Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro, aluna regularmente matriculada no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da professora. Dra. Simone Silva dos Santos Lopes.

Essa pesquisa tem como objetivo geral desenvolver o protagonismo estudantil a partir do ensino investigativo de conteúdos de Genética relacionados aos Sistemas Sanguíneos com ênfase em saúde e cidadania e como objetivos específicos levar os alunos a associarem o conhecimento científico ao conhecimento popular a partir da proposição de situações que os conduzam a investigar o porquê dos eventos relacionados aos Sistemas Sanguíneos, Transfusões Sanguíneas, Transplantes e a Eritroblastose Fetal ocorrerem; evocar nos alunos conhecimentos básicos de genética; conduzir os alunos à identificação dos principais Sistemas Sanguíneos; estimular o raciocínio cognitivo dos alunos a partir da criação de modelos didáticos para o ensino dos sistemas sanguíneos; relacionar o estudo de genética a saúde e a prática da cidadania; expressar a importância dos processos de doação de sangue e medula a partir de promoção de Campanha de Doação de Sangue na comunidade escolar e construir uma sequência didática para professores do ensino básico que desperte no aluno o interesse pelo estudo de genética a partir de conteúdos relacionados aos Sistemas Sanguíneos.

A participação do (a) seu (sua) filho (a) na presente pesquisa é de fundamental importância, mas será voluntária, não lhe cabendo qualquer obrigação de fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelos pesquisadores se não concordar com isso, bem como, participando ou não, nenhum valor lhe será cobrado, como também não lhe será devido qualquer valor. Caso decida não participar do estudo ou resolver a qualquer momento desistir, nenhum prejuízo lhe será atribuído, também serão limitados à possibilidade de eventual desconforto psicológico ao responder o questionário que lhe será apresentado, enquanto que, em contrapartida, os benefícios obtidos com este trabalho serão importantíssimos e traduzidos em esclarecimentos para a população estudada.

Em todas as etapas da pesquisa serão fielmente obedecidos os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil. Solicita-se, ainda, a sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos científicos ou divulgá-los em revistas científicas, assegurando-se que o nome do seu (sua) filho (a) será mantido no mais absoluto sigilo por ocasião da publicação dos resultados.

Caso a participação do (a) seu (sua) filho (a) implique algum tipo de despesas, as mesmas serão ressarcidas pelo pesquisador responsável, o mesmo ocorrendo caso ocorra algum dano. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

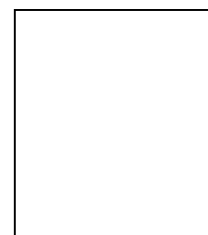
Eu, _____, CPF: _____,
Identidade: _____, declaro que fui devidamente esclarecido (a) quanto aos objetivos, justificativa, riscos e benefícios da pesquisa, e dou o meu consentimento para participação do (a) meu (minha) filho (a) _____ para a publicação dos resultados, assim como o uso de sua imagem nos slides destinados à apresentação do trabalho final. Estou ciente de que receberei uma via deste documento, assinada por mim e pelo pesquisador responsável, como trata-se de um documento em duas páginas, a primeira deverá ser rubricada tanto pelo pesquisador responsável quanto por mim.

Sapé-PB, ____ de _____ de 2023.

Professora Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro
Pesquisador responsável

Pai/ Responsável

Testemunha



Endereço do Pesquisador Responsável: Avenida José Claudino, 11 – Centro – Sapé/PB – CEP 58340-000 – Fone (83) 99345-9172 - E-mail: elidiane.karina@academico.ufpb.br.

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências de Saúde da Universidade Federal da Paraíba. Campus I – Cidade Universitária – 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa PB – (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ

Eu, _____, CPF: _____,
portador da cédula de identidade RG nº _____,
responsável..por _____,
portador da cédula de identidade RG nº _____, autorizo o pesquisador o uso e gozo da imagem, nome e voz de meu (minha) filho (a) na pesquisa educativa intitulada **Construção de Sequência Didática para o Ensino de Genética: O Uso dos Sistemas Sanguíneos para o entendimento do Processo de Transfusões Sanguíneas** para o uso interno e institucional.

A presente autorização não poderá, em qualquer hipótese, prejudicar a honra, a imagem ou qualquer outro direito da personalidade do mesmo(a), tampouco poderá implicar a utilização da sua imagem e nome de maneira contrária aos bons costumes, à lei ou à ordem pública.

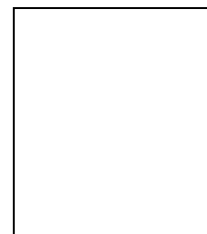
Por esta ser a expressão da minha vontade, declaro que AUTORIZO o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à imagem do meu (minha) filho (a) ou a qualquer outro, e assino a presente autorização em 02 (duas) vias de igual teor e forma, na presença das testemunhas abaixo assinadas.

Sapé-PB, ____ de março de 2023.

Professora Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro
Pesquisador responsável

Pai/ Responsável

Testemunha



Endereço do Pesquisador Responsável: Avenida José Claudino, 11 – Centro – Sapé/PB – CEP 58340-000 – Fone (83) 99345-9172 - E-mail: elidiane.karina@academico.ufpb.br.

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências de Saúde da Universidade Federal da Paraíba. Campus I – Cidade Universitária – 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa PB – (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com.

**APÊNDICE C: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE -
PARA MENORES DE 18 ANOS**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TALE
PARA MENORES DE 18 ANOS**

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa intitulada **Construção de Sequência Didática para o Ensino de Genética: O Uso dos Sistemas Sanguíneos para o entendimento do Processo de Transfusões Sanguíneas** que está sendo desenvolvida por Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro aluna regularmente matriculada no curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação da professora Dr.^a Simone Silva dos Santos Lopes

Essa pesquisa tem como objetivo geral desenvolver o protagonismo estudantil a partir do ensino investigativo de conteúdos de Genética relacionados aos Sistemas Sanguíneos com ênfase em saúde e cidadania e como objetivos específicos levar os alunos a associarem o conhecimento científico ao conhecimento popular a partir da proposição de situações que os conduzam a investigar o porquê dos eventos relacionados aos Sistemas Sanguíneos, Transfusões Sanguíneas, Transplantes e a Eritroblastose Fetal ocorrerem; evocar nos alunos conhecimentos básicos de genética; conduzir os alunos à identificação dos principais Sistemas Sanguíneos; estimular o raciocínio cognitivo dos alunos a partir da criação de modelos didáticos para o ensino dos sistemas sanguíneos; relacionar o estudo de genética a saúde e a prática da cidadania; expressar a importância dos processos de doação de sangue e medula a partir de promoção de Campanha de Doação de Sangue na comunidade escolar e construir uma sequência didática para professores do ensino básico que desperte no aluno o interesse pelo estudo de genética a partir de conteúdos relacionados aos Sistemas Sanguíneos.

Para esse estudo adotaremos os seguintes procedimentos: Aplicação de questionário de sondagem para levantar conhecimentos prévios dos alunos; Desenvolvimento de Sequência Didática; Promoção de Campanha de Doação de Sangue; Observação participante; Grupo focal e anotações em cadernos e/ou anotações de sites regulamentados, com o intuito de avaliar as suas percepções quanto aos conhecimentos sobre “Genética, Sistemas Sanguíneos e Transfusões Sanguíneas no ensino por investigação” e às aprendizagens construídas por meio de metodologias ativas durante a execução do projeto. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo(a) pesquisador(a) que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo.

Você não será identificado em nenhuma publicação. A sua participação na presente pesquisa é de fundamental importância, mas será voluntária, não lhe cabendo qualquer obrigação de fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelos pesquisadores se não concordar com isso, bem como, participando ou não, nenhum valor lhe será cobrado, como também não lhe será devido qualquer valor. Caso decida não participar do estudo ou resolver a qualquer momento desistir, nenhum prejuízo lhe será atribuído, sendo

importante o esclarecimento de que os riscos serão atenuados nas atividades e também serão limitados à possibilidade de eventual desconforto psicológico ao responder o questionário que lhe será apresentado, mas essa condição será sanada devido ao questionário ser aplicado por outra pessoa e não o pesquisador, para dar maior liberdade de resposta e conforto. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. Em contrapartida, os benefícios obtidos com este trabalho serão importantíssimos para o protagonismo investigativo e o letramento científico para uma aprendizagem significativa.

Os resultados dessa pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do seu responsável. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. O pesquisador estará à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa. Vale ressaltar que durante todas as etapas da presente pesquisa serão cumpridas todas as determinações constantes da Resolução 510/16 do Conselho Nacional de Saúde – CNS, que disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil.

Eu, _____, fui informado(a) dos objetivos, justificativa, risco e benefício do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo assentimento assinado por mim e pelo pesquisador responsável, e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas. Como trata-se de um documento em duas páginas, a primeira deverá ser rubricada tanto pelo pesquisador responsável quanto por mim

Sapé, em ____ / março / 2023.

Assinatura do estudante

Professora Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro
Pesquisador responsável

Endereço do Pesquisador Responsável: Avenida José Claudino, 11 – Centro – Sapé/PB – CEP 58340-000 – Fone (83) 99345-9172 - E-mail: elidiane.karina@academico.ufpb.br.

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências de Saúde da Universidade Federal da Paraíba. Campus I – Cidade Universitária – 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa PB – (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com.

APÊNDICE D: QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM

Prezado aluno, parabéns por participar conosco desta pesquisa, você está colaborando para compreendermos melhor sobre o Ensino de Genética na educação básica.

Hoje iremos preencher um questionário de sondagem para saber qual é o seu nível de conhecimento sobre Genética e Sistemas Sanguíneos. Pedimos que você preste bastante atenção nas perguntas e responda corretamente.

Muito obrigada!

01. Escolaridade:

02. Data de Nascimento:

03. Para você o que é Genética?

04. Em uma escala de 0 a 10, onde 0 significa “nenhuma” e 10 significa “muito importante” em quanto você avalia a importância de se estudar Genética no ensino básico?

05. Você acha que o modo como seu professor de Biologia “ensina” influenciou na resposta anterior? Se sim, por quê?

06. Em sua opinião como seu professor deveria ministrar a aula para torna-la mais atrativa?

07. Indique três temas relacionados à Genética que você julga estarem presentes no seu cotidiano.

08. Você sabe seu tipo sanguíneo?

09. Você julga importante saber o seu tipo sanguíneo? Por quê?

10. Em uma escala de 0 a 10, onde 0 significa “nenhuma” e 10 significa “muito importante” em quanto você avalia a importância de se conhecer como ocorre o processo de Transfusão Sanguínea? Justifique sua resposta.

APÊNDICE E: QUESTIONÁRIO AVALIATIVO



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA



QUESTIONÁRIO AVALIATIVO

Prezado aluno, obrigada por participar conosco desta pesquisa, você colaborou para compreendermos melhor sobre o Ensino de Genética na educação básica.

Hoje iremos preencher um questionário avaliativo para saber qual é o seu nível de satisfação sobre a metodologia que utilizamos para estudarmos sobre Genética e Sistemas Sanguíneos. Pedimos que você preste bastante atenção nas perguntas e responda corretamente.

Sua participação foi muito importante!

01. Escolaridade:

02. Data de Nascimento:

03. Em uma escala de 0 a 10, onde 0 significa “muito ruim” e 10 significa “muito boa” o que você achou da metodologia aplicada nesse projeto para sua compreensão do estudo de Genética no ensino básico?

04. Você acha que o modo como seu professor de Biologia “ensinou” influenciou na resposta anterior? Se sim, por quê?

05. Em sua opinião como essa metodologia poderia ser melhorada? Que atividades poderiam ser incorporadas a ela?

06. Hoje você é capaz de associar a importância do ensino de Genética para o seu cotidiano? Por quê?

07. Indique três temas relacionados à Genética que você gostaria de estudar nessa mesma proposta metodológica. Se nenhum, deixe também essa resposta e justifique o porquê.

Sobre os conteúdos abordados no projeto, responda:

08. Você conseguiu entender o que são grupos sanguíneos?

09. Se sim, relacione questões de saúde e cidadania ao conteúdo estudado.

10. Em uma escala de 0 a 10, onde 0 significa “nenhuma” e 10 significa “muito importante” em quanto você avalia a importância de se conhecer como ocorre o processo de Transfusão Sanguínea e Transplante de Órgãos? Justifique sua resposta.

APÊNDICE F: TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA**



TERMO DE COMPROMISSO DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL

Eu, Elidiane Karina Felizardo Monteiro pesquisador responsável pelo projeto intitulado **Construção de Sequência Didática para o Ensino de Genética: O Uso dos Sistemas Sanguíneos para o entendimento do Processo De Transfusões Sanguíneas** asseguro que os dados coletados serão utilizados, única e exclusivamente, para a execução do projeto de pesquisa em questão, bem como em preservar o sigilo e a privacidade dos participantes cujos dados serão coletados, estudados e divulgados de forma anônima.

Responsabilizo-me civil e criminalmente pela veracidade das informações declaradas acima.

Pesquisador responsável

_____, _____ de _____ de 2023.

Endereço do Pesquisador Responsável: Avenida José Claudino, 11 – Centro – Sapé/PB – CEP 58340-000 – Fone (83) 99345-9172 - E-mail: elidiane.karina@academico.ufpb.br.

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências de Saúde da Universidade Federal da Paraíba. Campus I – Cidade Universitária – 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa PB – (83) 3216-7791 – E-mail: eticaccsufpb@hotmail.com.

**APÊNDICE G: RESULTADOS QUANTIFICADOS OBTIDOS A PARTIR DA
APLICAÇÃO DO TESTE 1: QUESTIONÁRIO DE SONDAGEM**

Questões	Ideias Centrais das Respostas	Frequência
Data de Nascimento	Estudantes $\leq$ 18 anos	93,8%
	Estudantes $\geq$ 18 anos	6,2%
Para você o que é Genética?	Área de estudo da Biologia.	12,5%
	Estudo da hereditariedade.	56,3%
	Estudo do DNA.	15,6%
	Desconhecem o que é.	15,6%
Em uma escala de 0 a 10, onde 0 significa “nenhuma” e 10 significa “muito importante” em quanto você avalia a importância de se estudar Genética no ensino básico?	0-4	0
	5	6,3%
	6	3,1%
	7	15,6%
	8	15,6%
	9	12,5%
	10	46,9%
Você acha que o modo como seu professor de Biologia “ensina” influenciou na resposta anterior? Se sim, porquê?	Não.	47%
	Sim, devido ao modo como ela explica os conteúdos.	34,4%
	Sim, por que ela fala sobre a importância de se conhecer como a vida funciona.	9,3%
	Sim, mas não justificaram o porquê	9,3%
Em sua opinião como seu professor deveria ministrar a aula para torna-la mais atrativa?	Com aulas práticas e experimentos.	30,5%
	Com aulas de campo	11%

	Com aulas com apresentação de imagens e vídeos	13,9%
	Com aulas com seminários.	5,6%
	Com aulas com promoção de trabalhos em grupo.	5,6%
	Com aulas com temas cotidianos.	5,6%
	Com aulas com uso de linguagem simples.	2,8%
	As aulas já são atrativas.	5,6%
	Não responderam.	19,4%
Indique três temas relacionados a Genética que você julga estarem presentes em seu cotidiano	Características Físicas – Fenótipo	17%
	DNA/Mutação Gênica	12,8%
	Doenças	4,3%
	Investigação de Crimes	4,3%
	Reprodução	4,3%
	Teste de Paternidade	10,5%
	Tipagem Sanguínea	17%
	Não sabem	29,8%
Você sabe seu tipo sanguíneo?	Não	77%
	Sim	23%
Você julga importante saber seu tipo sanguíneo? Por que?	Não.	0%
	Sim, para questões de doação sanguínea.	46%
	Sim, para questões de emergências médicas.	13%
	Sim, mas não souberam explicar o porquê.	41%
Em uma escala de 0-10, onde 0 significa “nenhuma” e 10 significa “muito importante” em quanto você avalia a importância de se	Escala de Importância	
	0-4	9,3%
	5	6,3%

conhecer como ocorre o processo de Transfusão Sanguínea? Justifique sua resposta.	6	3,1%
	7	3,1%
	8	6,3%
	9	6,3%
	10	65,6%
	Justificativa	
	Para compreensão do processo.	40,6%
	Para compreender a importância do processo de doação de sangue e de ser um doador.	37,5%
	Não responderam.	21,9%

APÊNDICE H: SLIDES DA AULA 1 - REVISÃO SOBRE A CONSTITUIÇÃO DO DNA

Eu sei que você sabe...
Hoje em dia fala-se muito sobre as variantes do coronavírus.




Você sabe o que isso significa?

...Eu sabia que você sabia

As variações que o vírus da COVID-19 sofre, assim como outros vírus também sofrem, nada mais são do que alterações no seu material genético... Aquilo a que damos o nome de **mutação**.




VivaBem

Covid-19: o que se sabe sobre a nova variante de coronavírus encontrada em Manaus.

A variante manauara é que as mudanças ocorreram nos genes que codificam a **espícula**, a estrutura que fica na superfície do vírus e permite que ele invada as células do nosso corpo. Isso pode deixar o coronavírus ainda mais infeccioso.



Nova Variante (P1)



Ácidos Nucleicos

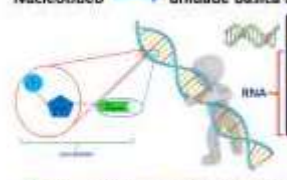
Os ácidos nucleicos podem ser definidos como polímeros compostos por nucleotídeos.

Os dois ácidos nucleicos existentes são o **ácido desoxirribonucleico (DNA)** e o **ácido ribonucleico (RNA)**.



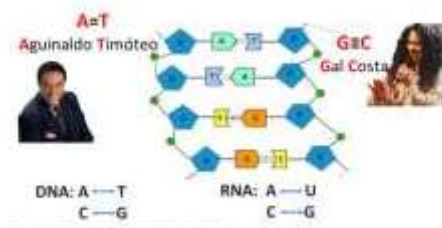
Eles são responsáveis por codificar e traduzir as informações que determinam a síntese das várias proteínas encontradas nos seres vivos.

Nucleotídeo → unidade básica dos ácidos nucleicos.

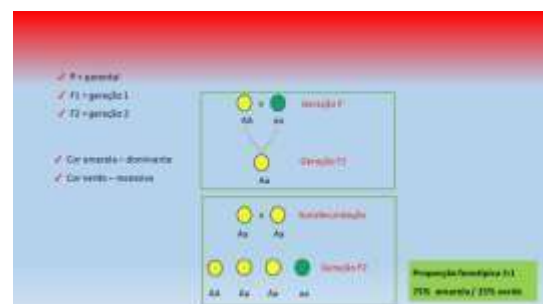
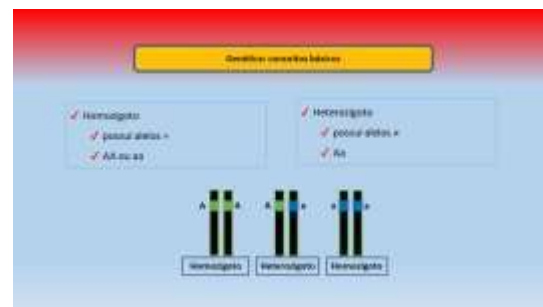
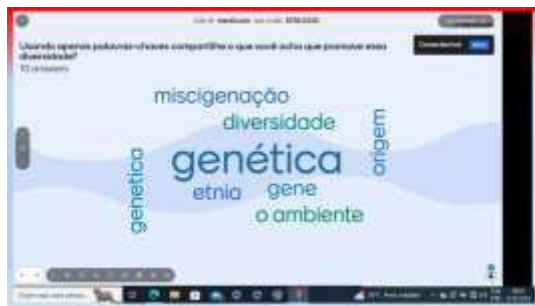


Timina - T	DNA
Adenina - A	
Citosina - C	
Guanina - G	
Uracila - U	RNA

Pentoses: Ribose (RNA) / Desoxirribose (DNA)



APÊNDICE I: SLIDES UTILIZADOS NA AULA 5 – APRESENTAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DOS CONCEITOS BÁSICOS DE GENÉTICA



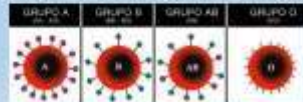
Sistema Sanguíneo ABO

- ✓ Até 1920 – muitas mortes por transfusão sanguínea
- ✓ Tipos sanguíneos:
 - ✓ O → 45%
 - ✓ A → 40%
 - ✓ B → 11%
 - ✓ AB → 4%
- ✓ Importante para evitar rejeição de órgãos



Sistema Sanguíneo ABO

- ✓ Tipos sanguíneos → glicoproteínas presentes na membrana das hemácias
- ✓ Glicoproteínas = aglutinógenos
 - ✓ Aglutinógeno a = A
 - ✓ Aglutinógeno b = B
 - ✓ Aglutinógenos a+b = AB
 - ✓ Nenhum aglutinógeno = O



Sistema Sanguíneo ABO

	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
Antígenos	A	B	A e B	Nenhum
Anticorpos	Anti-B	Anti-A	Anti-A e Anti-B	Nenhum
Aglutinógenos	Antígeno A	Antígeno B	Antígeno A e B	Sem Antígeno

Genética do Sangue

Polialelismo (alelos múltiplos)
 I^A, I^B, i

Co-dominância
 $I^A \neq I^B$

Interdigito expressa os 2 fenótipos

1 gene = 3 alelos

2 caracteres

Genética do Sangue

Fenótipo	Genótipo
Sangue AB	$I^A I^B$ (Alelos P e P são co-dominantes - heterozigoto)
Sangue A	$I^A I^A$ ou $I^A i$ (homozigoto ou heterozigoto)
Sangue B	$I^B I^B$ ou $I^B i$ (homozigoto ou heterozigoto)
Sangue O	ii (homozigoto recessivo)

FATOR Rh

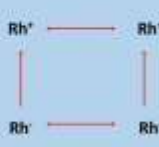
- ✓ Macaco Rhesus – proteína identificada pela primeira vez
- ✓ Proteína presente na membrana das hemácias



Fenótipo	Genótipo
Rh+	RR ou Rr
Rh-	rr

FATOR Rh

- ✓ Doação



TODO DOAÇÃO É POSITIVA

ERITROBLASTOSE FETAL

- ✓ Doença hemolítica do recém-nascido
- ✓ Incompatibilidade sanguínea entre mãe e filho



Rh negativo
Rh positivo

Mãe: Rh- (rr)
Pai: Rh+ (RR ou Rr)
Filho: Rh+ (Rr)

Transplante de Órgãos e Medula

HLA (Human Leukocyte Antigen): O HLA está no nosso código genético e leva à produção de proteínas que ficam em todas as células do corpo. Estas proteínas avisam nosso sistema imunológico que nós somos nós mesmos, para que nossas células de defesa não nos ataquem.

Por que órgãos são rejeitados?



APÊNDICE J: ROTEIRO DE AULA PRÁTICA – AGLUTINAÇÃO SANGUÍNEA E CONSTRUÇÃO DE MODELOS

ROTEIRO DE AULA

Observação: Antes de executar este roteiro leia atentamente todas as instruções

Momento 1

1º A partir do kit recebido (amostra de sangue, aglutininas e placa de Petri), qual(is) tipo(s) de sangue vocês acham que podem ter recebido? Justifique a resposta

2º Coloque uma pequena amostra de “sangue” nas duas placas de Petri e adicione paulatinamente o(s) soro(s) recebido(s), aguarde alguns instantes e observe o que aconteceu;

3º A partir dos resultados obtidos vocês são capazes de identificar o tipo sanguíneo em questão? Por quê?

Momento 2

1º Utilizando massa de modelar e alfinetes construa um modelo que represente a uma hemácia típica do tipo sanguíneo identificado.

Momento 3

1º Vamos compartilhar o que aprendemos? Em sistema de rodízio vocês deverão apresentar para os demais grupos os resultados obtidos. Exercite o que já estudamos e se possível utilize termos genéticos em sua explanação (Dica: escreva um pequeno texto para ajuda-los a organizar as ideias).

Obrigada pela Colaboração!

Professora Elidiane Karina

**APÊNDICE K: RESULTADOS QUANTIFICADOS OBTIDOS A PARTIR DA
APLICAÇÃO DO TESTE 2: QUESTIONÁRIO AVALIATIVO**

Sobre a metodologia aplicada		
Questões	Ideias Centrais das Respostas	Frequência
Em uma escala de 0 a 10, onde 0 significa “muito ruim” e 10 significa “muito boa” o que você achou da metodologia aplicada nesse projeto para sua compreensão de Genética no ensino básico?	0-6	0%
	7	12,5%
	8	25%
	9	25%
	10	37,5%
Você acha que o modo como seu professor de Biologia “ensinou” influenciou na resposta anterior? Se sim, por quê?	Não	3,1%
	Sim, mas não respondeu o porquê.	3,1%
	Sim, porque o professor explicou os conteúdos de maneira a facilitar a compreensão.	50%
	Sim, porque as metodologias adotadas facilitaram a aprendizagem.	43,8%
Em sua opinião como essa metodologia poderia ser melhorada? Que atividades poderiam ser incorporadas a ela?	Com promoção de mais momentos discursivos.	25%
	Com um número maior de aulas práticas.	21,9%
	Com atividades envolvendo a comunidade	3,1%
	Declararam que a metodologia não precisava ser melhorada	37,5%

	Não responderam	12,5%
Hoje você é capaz de associar a importância de Genética para o seu cotidiano? Por quê?	Não	15,6%
	Sim, por que ela está associada a questões relacionadas à saúde	21,9%
	Sim, por que ela está associada a hereditariedade	9,4%
	Sim, mas não apresentaram o porquê da importância.	53,1%
Indique três temas relacionados à Genética que você gostaria de estudar nessa mesma proposta metodológica. Se nenhum, deixe também essa resposta e justifique o porquê.	Constituição e organização do DNA	21,9%
	Doenças e Síndromes Genéticas	9,4%
	Sexo Cromossômico	12,5%
	Relação entre genética e biótipo	3,1%
	Segunda Lei de Mendel	3,1%
	Nenhum, por que o que me interessava já foi desenvolvido no projeto	31,2%
	Não responderam.	18,8%
Sobre os conteúdos abordados no projeto		
Questões	Ideias Centrais das Respostas	Frequência
Você conseguiu entender o que são grupos sanguíneos?	Não	21,9%
	Sim	78,1%
Se sim, relacione questões de saúde e cidadania ao conteúdo estudado.	Doação de sangue e medula	44%
	Doação de órgãos	16%
	Incompatibilidade Materno-fetal	4%
	Não responderam	36%
Em uma escala de 0 a 10, onde 0 significa “nenhuma” e 10 significa “muito importante”	0-7	0%
	8	9,4%

em quanto você avalia o processo de Transfusão Sanguínea? Justifique sua resposta.	9	15,6%
	10	75%
	Justificativa	
	Porque salva vidas	87,5%
	Não responderam	12,5

APÊNDICE L: GUIA DIDÁTICO

GUIA DIDÁTICO

GENETICANDO COM OS
SISTEMAS SANGUÍNEOS

Mestranda: Prof.^a Esp. Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro

Orientadora: Prof.^a Dra. Simone Silva dos Santos Lopes

GUIA DIDÁTICO

GENETICANDO COM OS SISTEMAS SANGUÍNEOS

EXPEDIENTE

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO)

Produto Educacional: Guia Didático

Mestranda: Prof.^a Esp. Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro

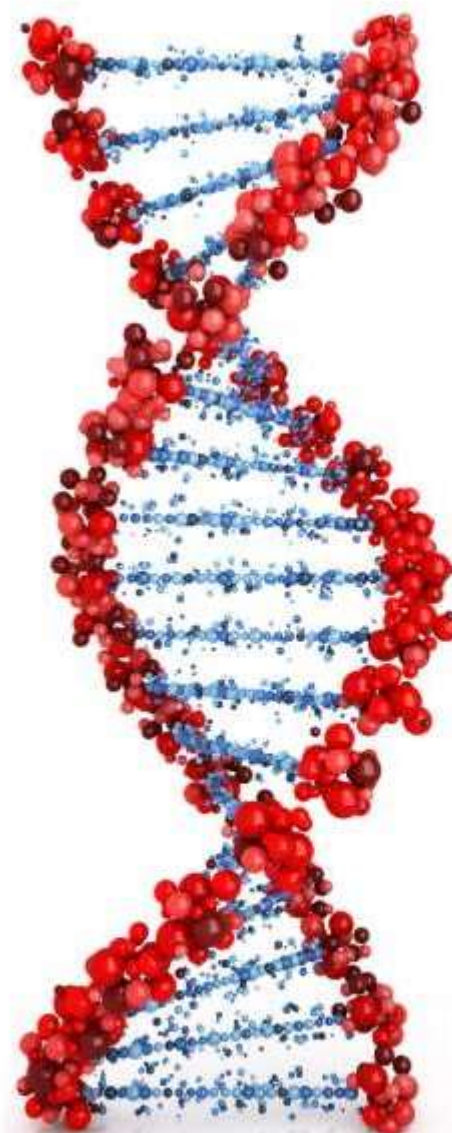
Orientadora: Prof.^a Dra. Simone Silva dos Santos Lopes



ÍNDICE DE CONTEÚDO

pg

- 03 Apresentação
- 04 Atividade 1: Estudo da
Composição e Estrutura do DNA
- 12 Atividade 2: Iniciando o Estudo
de Genética
- 20 Atividade 3: Prática para
identificação dos tipos
sanguíneos, Modelação de
hemácias e Estudo dos processos
de compatibilidade sanguínea e
de órgãos.
- 25 Atividade 4: Conectando a
genética ao cotidiano do aprendiz
a partir de Estudos de Casos
- 30 Atividade Extra: Promovendo
Campanha de Doação de Sangue
e Medula
- 31 Referências
- 33 Apêndices



APRESENTAÇÃO

A Genética está no micro e no macro. Do que somos ao que consumimos ela está presente em tudo.

Mas embora seja impossível negar sua importância para a vida por que seu ensino e aprendizagem ainda é um ato desafiador para docentes e discentes do ensino básico?

Talvez a solução esteja em descomplicar aquilo que nos é natural, trazer para sala de aula o que está em nosso dia a dia.

É por esse motivo que pensamos esse guia didático como uma forma de aproximar a genética ao nosso cotidiano. Com uma sequência de atividades que visam trazer a memória a composição e estrutura do DNA e a construir conhecimentos genéticos a partir do estudo dos Sistemas Sanguíneos esperamos facilitar o estudo de genética e contribuir no processo de ensino e aprendizagem de seus conteúdos.

Para facilitar a vivência didática esse guia foi dividido em 5 atividades que, embora projetadas para serem aplicadas em sequência, podem ser experimentadas de forma isolada e em momentos oportunos a cada uma delas.

Aplicando conceitos genéticos para o entendimento dos processos de doação de sangue, medula e órgãos intencionamos aproximar nosso estudante ao mundo da genética.

Esse guia foi elaborado e validado no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio/UFPB) como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Biologia e foi produzido com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



ATIVIDADE 1

Estudo da Composição e Estrutura do DNA

OBJETIVOS:

- Levar o estudante a compreender que o DNA é a molécula responsável pelo que fomos, somos e seremos;
- Conhecer a estrutura linear e cromossômica da molécula de DNA.

Número de aulas: 3h/aula (150 min)

As informações genéticas de um organismo estão armazenadas em genes e os genes são constituídos por DNA.

O DNA é uma molécula orgânica pertencente a um grupo de compostos conhecidos como ácidos nucleicos. Os ácidos nucleicos são as moléculas que garantem que os organismos vivos transmitam suas informações genéticas de uma geração para outra.

No mundo biológico existem dois tipos de ácidos nucleicos: o ácido desoxirribonucleico (DNA) e o ácido ribonucleico (RNA). Sendo o DNA é a molécula portadora do código da vida e o RNA a molécula responsável por decodificá-lo.

Para o entendimento da genética é necessário entender como o DNA armazena esse precioso código e logo conhecer sua composição e organização.

Essa primeira atividade busca através do resgate de conhecimentos prévios e do uso de modelos facilitar o entendimento do DNA, molécula essencial para a genética.

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 1: Apresentação da Molécula de DNA



Passos

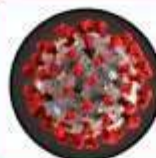
Para a aplicação desse primeiro momento sugerimos que a aula seja planejada a partir de experiências já vividas pelo estudante e que permitam resgatar seus conhecimentos prévios sobre o DNA. Para fins metodológicos utilizaremos fatos relacionados a Pandemia do SarS-CoV-2.

- 1 Apresentação de linha do tempo sobre a origem e evolução da pandemia provocada pelo Sars-CoV-2, vírus causador da Covid-19 e de imagens relacionadas a variante P.1 que devastou a cidade de Manaus em janeiro de 2021 (ver p. 10).
- 2 Roda de Conversa a partir do lançamento de pergunta norteadora:
 “Como as novas variantes de um vírus se originam?”
 Observação: Aqui espera-se que os estudantes consigam referenciar o material genético antes do ponto início a apresentação da molécula de DNA.
- 3 Apresentação expositiva e dialogada da constituição e estrutura da molécula de DNA.
 Dica: Se sua escola dispor de dispositivo projetor de imagens, crie uma coleção de imagens que de forma divertida e didática consiga rapidamente apresentar a molécula de DNA. Lembre-se na sala de aula cada minuto é precioso e por isso tudo se encerra em um abrir e fechar de olhos.

LINHA DO TEMPO

Primeiros casos:
Aparecimento de casos de
pneumonia de causa
desconhecida em Wuhan/
China. Descoberta de novo
coronavírus.

Dez
2019



Jan
2020

Primeira Morte:
Notificação de primeira morte
provocada pelo novo
coronavírus ocorrida na
China.

Primeiro caso no Brasil:
Em 26 de fevereiro o primeiro
caso é confirmado no Brasil.

Fev
2020



Mar
2020

Decreto de Pandemia:
Em 11 de março a Organização
Mundial de Saúde (OMS)
decreta estado de pandemia
pelo Sars-Cov-2.

Início da vacinação:
Em 08 de dezembro o Reino
Unido é o primeiro país a
vacinar contra a Covid-19.

Dez
2020



Jan
2021

Início da vacinação no Brasil.
Surgimento da variante P.
Aplicação das primeiras
vacinas em São Paulo.
Nova variante do vírus assola
M Manaus.

Controle da Pandemia:
Em 05 de maio a OMS declara
que a Covid-19 não é mais um
problema de saúde pública de
importância internacional.

Mai
2023



PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 2:

Materializando conhecimentos a partir da construção de modelos didáticos



Passos: Modelação da Estrutura Linear do DNA

Modelos didáticos são instrumentos que trazem para sala de aula situações inovadoras,

proporcionando exposição de estruturas e processos biológicos e contribuindo para a compreensão de conteúdos complexos e abstratos. O uso de modelos torna possível explorar características do DNA que só seriam visualizadas em laboratórios favorecendo, dessa forma um aprendizado mais significativo.

1

Dividir a turma em grupos e entregar a cada grupo um conjunto de figuras representativas dos nucleotídeos constituintes da molécula de DNA (Apêndice 1), uma sequência de bases nucleotídicas, tesoura, cola e folhas do tipo A4.

2

Solicitar que com o uso do material disponibilizado seja construído um modelo que represente o arranjo linear da molécula de DNA. A sequência de bases nucleotídicas será indicadora da ordem de organização dos nucleotídeos na fita de DNA que será construída.

Observação: Para que o modelo seja construído corretamente é preciso considerar a conformação dupla hélice do DNA, o sentido 5'→3' de ambas as fitas, os tipos de ligações químicas estabelecidas entre os nucleotídeos de uma mesma fita (fosfodiéster), bem como tipo de ligação formada entre os nucleotídeos das fitas complementares (pontes de hidrogênio).

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 2:

Materializando conhecimentos a partir da construção de modelos didáticos



Passos: Modelação da Estrutura Cromossômica do DNA

Reconhecer que o DNA é mais que uma estrutura formada por duas fitas que se entrelaçam é essencial para compreender como essa molécula de aproximadamente 2 metros se acomoda dentro de uma célula. O uso de modelos didáticos mais uma vez se mostram eficientes para visualização dos mecanismos biológicos utilizados para empacotamento, preservação e expressão do material genético.

1

Entregar a cada grupo fita de cetim (100cm x 0,5cm), massa de modelar e alfinetes com pontas de cores diversas.

2

Explicar que a fita de cetim deverá ser utilizada para representar a molécula linear de DNA, a massa de modelar para representar as histonas e os alfinetes para representar os diferentes marcadores químicos presentes no DNA (grupos acetil e metil).

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 3:

Debate Inteligente para apresentação dos modelos construídos e Apresentação dos conceitos de Genoma e Epigenoma



Passos:

O debate inteligente é uma metodologia que requer que o estudante se prepare para expor argumentos racionais e lógicos durante a apresentação de suas ideias.

O debate inteligente também permite que assuntos interligados possam ser discutidos a partir de uma temática chave.

O uso dessa metodologia permitiu explorar conceitos de Genoma e Epigenoma a partir do estudo da molécula de DNA.

1

Exposição dos modelos lineares e cromossômicos do DNA e abertura de debate inteligente sobre as semelhanças e diferenças existentes entre os diferentes modelos construídos, com ênfase na localização diferenciada dos alfinetes (marcadores químicos) nos diferentes modelos e suas implicações sobre a expressão gênica.

2

Apresentação dos conceitos de Genoma e Epigenoma e o papel da acetilação e metilação na expressão gênica.

3

Momento tira dúvidas e finalização da atividade.

APRENDENDO UM POUCO MAIS

Como os genes se expressam?

Como vimos o DNA é a molécula que armazena as informações genéticas. O conjunto de todas as informações genéticas de um organismo é chamado de Genoma.

Até pouco tempo acreditava-se que o conjunto de características morfológicas e fisiológicas de determinado organismo era resultado da expressão genômica.

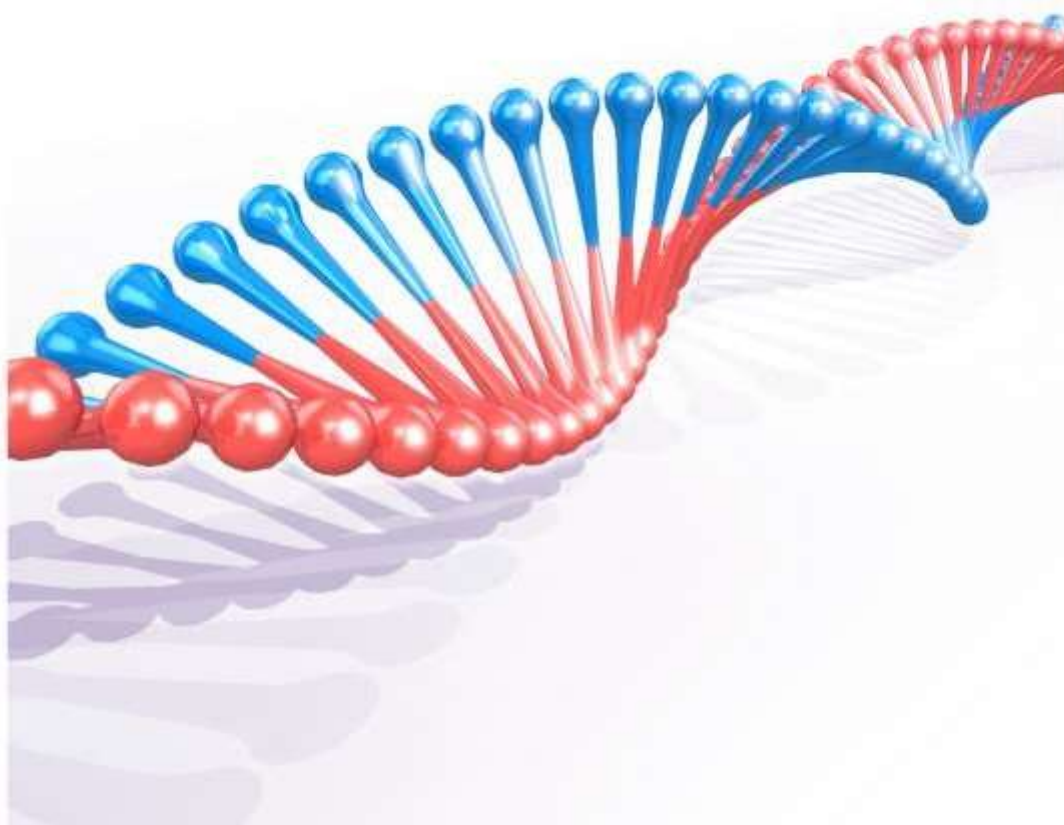
No entanto hoje se sabe que organismos que compartilham uma mesma identidade genômica podem apresentar expressão diferenciada e consequentemente características singulares.

Isso acontece porque ao longo da vida de um organismo, e aqui consideramos também sua vida embrionária, seu genoma pode receber marcas químicas capazes de alterar sua expressão. O conjunto formado por genoma + marcas químicas é chamado de Epigenoma.

Essas marcas químicas são resultado de modificações no DNA e nas histonas ocasionadas pela adição de grupos acetil ou metil a essas moléculas.

Embora o genoma seja primariamente imutável, salvo em casos de mutações ou outros processos capazes de modificar sua sequência nucleotídica, o epigenoma não é, podendo ser alterado ao longo da vida por fatores ambientais, comportamentais e químicos.

A Epigenética é a área da Biologia que estuda o Epigenoma e é concebida como a ciência que estuda as mudanças na expressão fenotípica de um indivíduo sem que tenha ocorrido alterações na sequência de bases de seu DNA.



ATIVIDADE 2

Iniciando o Estudo de Genética

OBJETIVOS:

- Reconhecer os conceitos básicos de genética a partir da identificação de semelhanças e diferenças encontradas em uma mesma característica morfológica;
- Identificar os conceitos genéticos a partir do estudo dos Sistemas Sanguíneos ABO e do Grupo de Antígenos do Fator Rh.

Número de aulas: 2h/aula (100 min)

O entendimento da genética está diretamente relacionado a compreensão de sua nomenclatura, porém essa compreensão pode ser dificultada pela não associação dessa nomenclatura a fatos ou fenômenos observados pelo aprendiz no seu cotidiano.

Nesse sentido algumas temáticas podem atuar como facilitadores no processo de aprendizagem da Genética e, entre eles podemos nos citar os Sistemas Sanguíneos.

Os Sistemas Sanguíneos são resultado da presença de antígenos nas membranas das células sanguíneas vermelhas.

Estima-se que na espécie humana existam aproximadamente 30 antígenos de ocorrência comum e mais de 100 de ocorrência rara, porém todos capazes de provocar reação antígeno-anticorpo e de, em alguns casos, levar à morte.

Como dito anteriormente, todos os antígenos são capazes de promover a produção de anticorpos específicos. A existência desses antígenos pode ser determinada por um único gene ou por um conjunto de genes homólogos estreitamente relacionados.

Por esse motivo, o estudo dos sistemas sanguíneos mostra-se relevante para a compreensão de conceitos genéticos e dos processos que explicam a necessidade de compatibilidade entre doador e receptor nos transplantes de células e órgãos.

Dentre os sistemas sanguíneos mais conhecidos encontram-se o Sistema ABO e o Fator Rh.

O Sistema Sanguíneo ABO caracteriza-se pela presença de dois antígenos – tipo A e tipo B – que ocorrem na superfície das hemácias e, pela existência de três alelos diferentes de um único gene: I^A , I^B e i . Essa conformação é responsável por determinar a ocorrência de quatro fenótipos sanguíneos: A ($I^A I^A$ ou $I^A i$), B ($I^B I^B$ ou $I^B i$), AB ($I^A I^B$) e O (ii).

O Fator Rh, por sua vez, é determinado por um conjunto de seis antígenos: C, D, E, c, d, e. E, embora existam seis antígenos relacionados aos fenótipos Rh positivo e Rh negativo, o antígeno D é o mais prevalente entre a população em geral. Logo o indivíduo que possui o antígeno D é considerado Rh positivo e o que não possui Rh negativo.

Além disso, os sistemas sanguíneos nos permitem explorar conceitos como genótipo e fenótipo, além daqueles relacionados a dominância e recessividade gênica.

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 1: Reconhecendo os conceitos básicos da genética



Passos

Iniciar o estudo de um conteúdo a partir dos resgate dos conhecimentos prévios do aprendiz é uma estratégia metodológica. E quando essa estratégia é associada ao trabalho em grupo e ao uso de novas tecnologias o estudante é capaz de desenvolver além de habilidades cognitivas, habilidades ligadas a liderança, a comunicação e ao pensamento crítico

- 1 Afixar em diferentes lugares da sala de aula painéis com imagens de pessoas com diferentes fenótipos.
- 2 Dividir a turma em grupos e solicitar que a partir da observação das imagens cada grupo enumere as características fenotípicas encontradas e faça anotação de todas as variações encontradas em cada característica enumerada.
- 3 Abrir roda de conversa e solicitar que cada grupo indique uma ou duas palavras que, na concepção do grupo, denote a razão biológica e/ou científica das variações observadas.
- 4 Com o uso do aplicativo Mentimeter® construir “Nuvem de Palavras” com as razões sugeridas. Para essa ação deverá ser informada a turma a chave de acesso ao aplicativo e, se possível, exibir em tempo real a nuvem sendo construída.

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 2:

Contextualizando os conceitos básicos de genética com os sistemas sanguíneos ABO e Rh



Contextualizar na prática pedagógica significa aplicar o estudo de um conteúdo no contexto em que o estudante encontra-se inserido, em outras palavras, é interligar aquilo que ele aprende na escola ao seu cotidiano.

Passo

1

A partir da nuvem de palavras construída iniciar exposição dialogada dos conceitos básicos de genética. Todos os conceitos apresentados deverão ser contextualizados com exemplos relacionados aos Sistemas Sanguíneos ABO e Rh.

APRENDENDO UM POUCO MAIS

Para ajudar na aplicação dessa atividade criamos um quadro com os termos básicos da genética e sua aplicabilidade no estudo dos Sistemas Sanguíneos ABO e Rh.

TERMO	DEFINIÇÃO	APLICAÇÃO NOS SISTEMAS SANGÜÍNEOS	
Genótipo	Conjunto representado pelos alelos de um mesmo gene presente em um organismo.	Conjunto dos alelos: IA, IB e i.	Conjunto dos alelos: D e d.
Fenótipo	Conjunto de características morfológicas e fisiológicas presentes em um organismo.	Tipos Sanguíneos: A, B, AB e O	Tipos Sanguíneos: Rh+ e Rh-
Homozigose	Condição em que o par de alelos de um gene apresentam igualdade entre si.	Genótipos: IAIA IB IB ii	Genótipos: DD dd

APRENDENDO UM POUCO MAIS

TERMO	DEFINIÇÃO	APLICAÇÃO NOS SISTEMAS SANGÜÍNEOS	
Heterozigose	Condição em que o par de alelos de um gene diferem entre si.	Genótipos: IAIB IAi IBi	Genótipo: Dd
Gene	Sequência de bases nucleotídicas capaz de ser transcrita.	Gene do Sistema ABO	Gene do Sistema Rh
Alelo Dominante	Varição de um gene capaz de se expressar mesmo em dose simples.	Alelos: IA e IB	Alelo: D

APRENDENDO UM POUCO MAIS

TERMO	DEFINIÇÃO	APLICAÇÃO NOS SISTEMAS SANGÜÍNEOS	
Alelo Recessivo	Variação de um gene que só é capaz de se expressar quando está dose dupla.	Alelo: i	Alelo: d
Dominância Completa	Condição gênica em que a presença de um alelo impede a expressão do outro quando em heterozigose.	Expressão dos alelos IA ou IB em relação ao alelo i	Expressão do alelo D em relação ao alelo d
Codominância	Condição em que o heterozigoto apresenta características dos dois alelos.	Expressão concomitante dos alelos IA e IB	---



ATIVIDADE 3

Prática para identificação dos tipos sanguíneos,
Modelação de hemácias e Estudo dos processos de
compatibilidade sanguínea e de órgãos.

OBJETIVOS:

- Reconhecer os processos de aglutinação sanguínea e o papel dos antígenos e anticorpos nos processos de doação de células e órgãos.

Número de aulas: 2h/aula (100 min)

O processo de tipagem sanguínea consiste na identificação dos aglutinogénios presentes nas membranas das células vermelhas do sangue, também denominadas de hemácias.

Os aglutinogénios agem como antígenos que quando não reconhecidos pelo organismo estimulam a produção de anticorpos, ou aglutininas, que atacam as células portadoras dos aglutinogénios provocando o processo de aglutinação sanguínea. A aglutinação das hemácias prejudica a circulação sanguínea, compromete as funções renais e em alguns casos pode levar à morte.

O entendimento do processo de aglutinação nos ajuda a compreender o porquê da necessidade de se existir compatibilidade sanguínea entre doador e receptor em procedimentos de transfusão sanguínea, bem como nos ajuda a perceber o que acontece em casos de rejeição de transplantes de órgãos sólidos.

No entanto é importante considerar que a rejeição de órgãos sólidos não é decorrente das diferenças moleculares entre os receptores das hemácias, mas sim com as diferenças moleculares existentes entre os receptores das células do doador e do transplantado.

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 1: Tipagem Sanguínea e Modelação de Hemácias



Passos

Dica: Para evitar problemas éticos e acidentes sugerimos utilizar ao invés de sangue leite com adição de corante alimentício vermelho e no lugar dos soros água e vinagre comestível.

Ao final do trabalho indicamos como organizar os soros para cada kit (Apêndice 3).

1 Dividir a turma em grupos e entregar a cada grupo um kit contendo tubo de ensaio com sangue, dois frascos conta-gotas contendo soros (anti A, anti B e anti D), duas placas de Petri e roteiro de aula (Apêndice 2).

2 Solicitar que os estudantes façam a identificação dos tipos sanguíneos de acordo com as orientações do roteiro de aula.

3 Após identificação sanguínea, solicitar que cada grupo construa um modelo representativo de hemácia típica do tipo sanguíneo identificado. Para execução dessa atividade cada grupo deve receber massa de modelar e alfinetes com pontas em três cores diferentes para retratar, respectivamente, a célula sanguínea e os aglutinogénios (A, B e D).

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 2:

Entendo os processos de doação de sangue e de órgãos – Debate Inteligente



Passos

Dica: O professor deve a partir dos diferentes modelos de hemácias conduzir o debate inteligente a questões relacionadas a necessidade de existir compatibilidade entre as células para o sucesso de transplantes de células e órgãos. E, introduzir o estudo dos Complexos MHC e HLA.

- 1 Solicitar que os estudantes apresentem os resultados da prática e os modelos construídos acompanhado de
- 2 Debate inteligente sobre as implicações da presença de diferentes aglutinogénios ou moléculas nas membranas celulares nos para o processo de transplante de células e órgãos.

APRENDENDO UM POUCO MAIS

Complexo gênico MHC e Antígenos HLA

O Complexo MHC corresponde a um conjunto de genes responsáveis pela produção de proteínas ou glicoproteínas presentes nas membranas das diferentes células humanas, bem como na de alguns vertebrados e que agem como antígenos. Essas proteínas geram especificidade celular e ativam respostas imunes.

Exclusivamente na espécie humana encontramos um grupo de antígenos: os chamados antígenos HLA. Cada célula possui apenas 6 antígenos HLA, porém existem aproximadamente 150 tipos e essa variedade permite mais de 1 trilhão de combinações e dificulta a existência de compatibilidade entre as células de diferentes organismos, mesmo sendo esses da mesma espécie.

São as semelhanças dessas moléculas que são consideradas para definição da compatibilidade entre doador e receptor. Quanto maior for a igualdade desses conjuntos de moléculas entre doador e receptor, menor serão as chances de determinado órgão ser rejeitado.



ATIVIDADE 4

Conectando a genética ao cotidiano do aprendiz a partir
de Estudos de Casos

OBJETIVOS:

- Levar os estudantes a estabelecer relação entre os conhecimentos de genética e fatos referentes a sua vida e saúde a partir de situações problema.

Número de aulas: 2h/aula (100 min)

A genética pode ser compreendida como o estudo dos genes. Mas isso é muito pouco para definir o que ela realmente é.

Embora, no ensino básico seja reconhecida como ramo da biologia que estuda a transmissão dos caracteres hereditários, todos entendemos que ela vai muito além disso.

Seu estudo inicia-se pelo entendimento do papel da molécula de DNA e de sua importância no armazenamento e expressão do código da vida, fenômenos que perpassam a simples constituição genômica e revelam que o que somos também depende de como vivemos.

Hoje sabemos que ao longo da vida nosso genoma se transforma pela adição e remoção de moléculas e, que esse rearranjo provoca expressão genômica diferenciada, mesmos em pessoas com genética “idêntica”.

Além disso, sabemos que a genética está presente não só na identidade, mas também em tantas outras áreas, a exemplo, nutrição, investigação forense, agroindústria, pasmem também na ‘inteligência artificial’.

Logo como ignorar uma ciência de tão grande penetrância?

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 1:

Estudo de Caso: Relacionando a genética a fatos cotidianos



Passos

Sugestões de temas a serem trabalhados:

- Efeito Bombain;
- Eritroblastose Fetal;
- Importância da Doação de Sangue;
- Identificação de Paternidade;
- Transfusão Sanguínea Incompatível;
- Transplante de órgãos e medula;

1 Dividir a turma em grupos e entregar a cada grupo uma matéria jornalística que retrate situação que envolva genética, vida e saúde.

2 Solicitar que os estudantes pesquisem sobre as temáticas abordadas nos textos recebidos e que a partir de seus achados construam cartazes explicativos sobre os fatos retratados.

PERCURSO METODOLÓGICO

Aula 2:

Compartilhando Conhecimentos Genéticos por meio da metodologia Rotação por Estações



Passos

A Rotação por Estações é uma metodologia que busca trabalhar os diferentes aprendizados. Para sua aplicação deve ser criadas diferentes estações que contemplam conhecimentos diversos. Cada estudante ou grupo de estudantes ficará responsável por uma estação que será visitada em circuito por todos.

1

Apresentação dos conhecimentos construídos por cada grupo no Estudo de Caso. Para esse momento sugerimos o uso da metodologia conhecida como Rotação por Estações.

Antes do início da atividade com os grupos ainda ordenados, o professor deverá entregar um número diferente aos membros de um mesmo grupo. Em seguida os grupos são reorganizados de acordo com o numeral compartilhado (todos com o número 1 juntos e assim sucessivamente).

Esse novo arranjo permitirá que em cada estação fique um dos estudantes responsável pela estação e que, no primeiro momento esse estudante será o encarregado a socializar os conhecimentos produzidos por seu grupo em um intervalo de tempo pré-acordado entre professor e estudantes.

Terminado o tempo combinado, deverá ocorrer rotação para a próxima estação e um outro estudante do novo grupo, mas que participou da construção da estação atual, será o responsável pela apresentação.

Ao final todos deverão ter visitado as diferentes estações e tido a oportunidade de compartilhar os conhecimentos construídos pelo seu grupo de estudo primordial.

APRENDENDO UM POUCO MAIS

Genética Interligada

A genética, como uma área da biologia, se interliga a outras áreas de conhecimento, como a biologia molecular, a ecologia, a evolução e a genômica.

A biologia molecular estuda a constituição e função das moléculas biológicas, incluindo o DNA e RNA, que são as moléculas detentoras do código da vida.

A ecologia estuda as relações estabelecidas entre os seres vivos e o ambiente, incluindo a influência da genética na adaptação dos organismos ao ambiente.

A evolução estuda o processo de adaptação dos seres vivos, a partir da perda ou aquisição de características ao longo do tempo, o que inclui a análise da influência da genética na seleção natural e na diversidade biológica.

A genômica é uma área mais recente que utiliza a bioinformática para o tratamento de dados e estuda os padrões genéticos em larga escala no genoma (e em todo o DNA) de uma espécie.

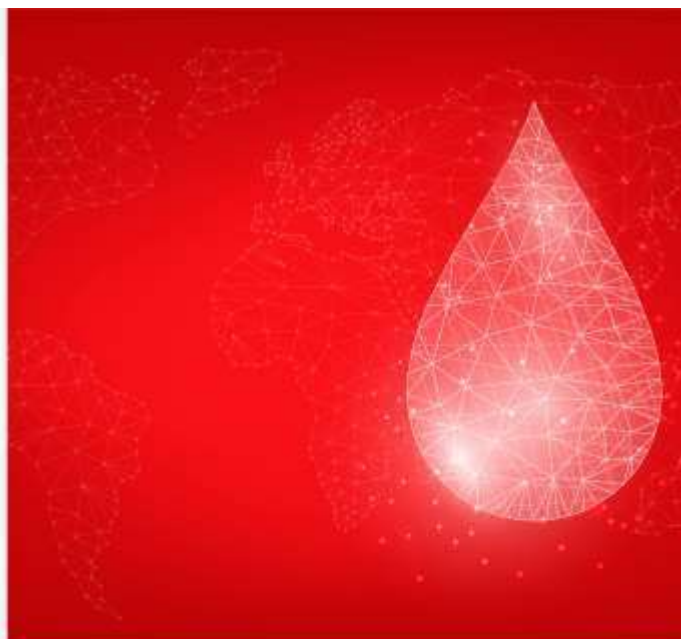


ATIVIDADE EXTRA

Promovendo uma campanha de doação de sangue e medula

Gostou do que viu?

Que tal então estimular seus estudantes a serem protagonistas em cidadania?



Como Fazer

- 1 Mobilize a comunidade escolar.
- 2 Leve seus estudantes a serem promotores da Campanha e difusores da importância de ser não só um doador de sangue e medula, mas também de ser um doador de órgãos.
- 3 Entre em contato com o Hemocentro mais próximo da comunidade escolar.
- 4 Informe-se sobre os trâmites necessários para se realizar uma campanha;
- 5 Veja a possibilidade de o Hemocentro ir a até a sua escola ou a sua escola ir até o Hemocentro;
- 6 Por fim aliste pessoas que estejam dispostas a participar, agende a visita do Hemocentro e promova a vida.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, D. A. M.; DURBANO, J. P.M. Montando o DNA. Núcleo de Difusão Biotecnológica In: <http://www.bioinfo.ufpb.br/ndb>. Acesso em 30 jun. 2022.

GUYTON, A. C. Hall. Tratado de Fisiologia Médica. 12ª Edição. Editora: Elsevier/Medicina Nacional, 2011.

INGOH - INSTITUTO GOIANO DE ONCOLOGIA E HEMATOLOGIA. Grupos Sanguíneos. Disponível em: <https://ingoh.com.br/grupo-sanguineo/>. Acesso em: 7 jun. 2022.

MENTIMETER. Aplicativo Mentimeter. 2014. Disponível em <<https://www.mentimeter.com/pt-BR>>. Acesso em 30 mar. 2023.

REECE, J. B. et al. Biologia de Campbell. Artmed Editora, 2015.

SILVA, A. J. C. Guia prático de metodologias ativas com uso de tecnologias digitais da informação e comunicação. 2020.

REFERÊNCIAS DAS IMAGENS

Imagem da capa: Wildpixel Getty Imagen@ via Canva.com;

Imagem do índice: SilverV Getty Imagen@ via Canva.com;

Imagem de abertura da atividade 1: SilverV Getty Imagen@ via Canva.com;

Imagem das descrições da atividade 1: Thanapipat Kulmuangdoan@ via Canva.com;

Imagens da Linha do Tempo da atividade 1:

1 - Web TechExperts de pixabay@ via Canva.com; 2 - Drippycat pixabay@ via Canva.com; 3 - Danilyuk de Pexels@ via Canva.com; 4 - Anna Shvets Pexels@ via Canva.com; 5 - 89Stoker@ via Canva.com; 6 - GiselaFotografie de pixabay@ via Canva.com; 7 - Printex Star Pexels@ via Canva.com;

Imagem de abertura da atividade 2: 496598 de pixabay@ via Canva.com;

Imagem das descrições da atividade 2: ClaudioVentrella de Getty Imagen@ via Canva.com;

Imagem de abertura da atividade 3: Science Photo Library@ via Canva.com;

Imagem das descrições da atividade 3: Kittisak Kaewchalun de Getty Images@ via Canva.com;

Imagem de abertura da atividade 4: Metamoworks de Getty Imagen Pro@ via Canva.com;

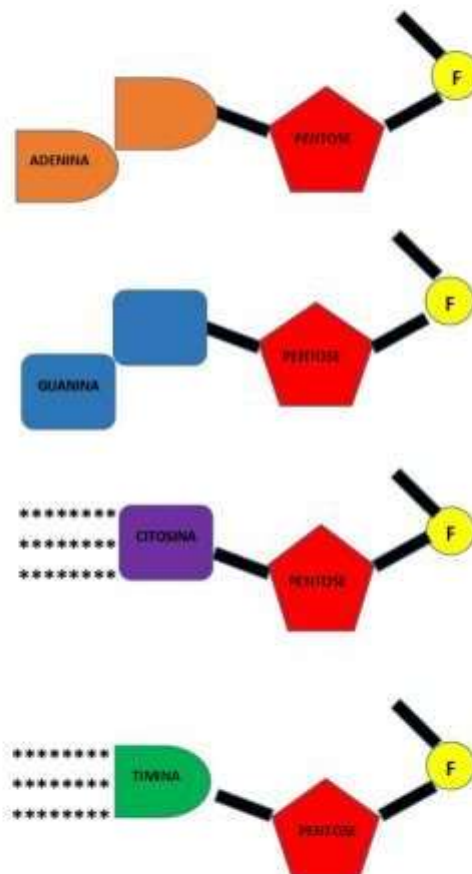
Imagem das descrições da atividade 4: Undefined undefined de Getty Images@ via Canva.com;

Imagem principal da atividade extra: Lemiart@ via Canva.com;

Imagem pequena da atividade extra: Zolymod de zolymod@ via Canva.com;

APÊNDICES

Apêndice I: Figuras de nucleotídeos



APÊNDICES

Apêndice 2: Roteiro de Aula Prática e Modelação

ROTEIRO DE AULA

Observação: Antes de executar este roteiro leia atentamente todas as instruções

Momento 1

1º A partir do kit recebido (amostra de sangue, soro(s) e placa de Petri), qual(is) tipo(s) de sangue vocês acham que podem ter recebido? Justifique a resposta

2º Coloque uma pequena amostra de “sangue” nas duas placas de Petri e adicione paulatinamente o(s) soro(s) recebido(s), aguarde alguns instantes e observe o que aconteceu;

3º A partir dos resultados obtidos vocês são capazes de identificar o tipo sanguíneo em questão? Por quê?

Momento 2

1º Utilizando massa de modelar e alfinetes construa um modelo que represente uma hemácia típica do tipo sanguíneo identificado.

Momento 3

1º Vamos compartilhar o que aprendemos? Em sistema de rodízio vocês deverão apresentar para os demais grupos os resultados obtidos. Exercite o que já estudamos e se possível utilize termos genéticos em sua explanação (Dica: escreva um pequeno texto para ajuda-los a organizar as ideias).

APÊNDICES

Apêndice 3: Organização dos Kits de Soros

KIT	TIPO SANGÜÍNEO QUE DEVERIA SER IDENTIFICADO	CONTEÚDO DOS ERASCOS REPRESENTATIVOS DOS ANTÍGENOS	
1	A	Anti A	Vinagre
		Anti B	Água
2	B	Anti A	Água
		Anti B	Vinagre
3	AB	Anti A	Vinagre
		Anti B	Vinagre
4	O	Anti A	Água
		Anti B	Água
5	Rh positivo	Anti D	Vinagre
6	Rh negativo	Anti D	Água

GUIA DIDÁTICO GENETICANDO COM OS SISTEMAS SANGUÍNEOS

Prof.^a Esp. Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro

e-mail: elidianekarina@hotmail.com

Prof.^a Dra. Simone Silva dos Santos Lopes

e-mail: simonelopes@servidor.uepb.edu.br



O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de pessoal do Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

ANEXO A: Termo de Anuência da Escola



Somos todos
PARAÍBA
Governo do Estado

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO "GENTIL LINS"
 INEP 25089820 / CNPJ: 01.530.833/0001-27
 Av. Simplicio Coelho, 97 – Centro – Sapé/PB
 CEP: 58340-000
 E-mail: gentil_lins@yahoo.com

TERMO DE ANUÊNCIA

A Direção da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio "Gentil Lins", Sapé-PB, está ciente e de acordo com a execução do Projeto de Pesquisa intitulado: "CONSTRUÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE GENÉTICA: O USO DOS SISTEMAS SANGÜÍNEOS PARA O ENTENDIMENTO DO PROCESSO DE TRANSFUSÕES SANGÜÍNEAS", da pesquisadora Sra. Elidiane Karina Gustavo Felizardo Monteiro, CPF: 042.835.674-50, RG: 2.166.847, SSP/PB, discente do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, PROFBIO/UEPB, sob orientação da Profª Drª Simone Silva dos Santos Lopes do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba.

Sapé – PB, 24 de outubro de 2022.

Atenciosamente,

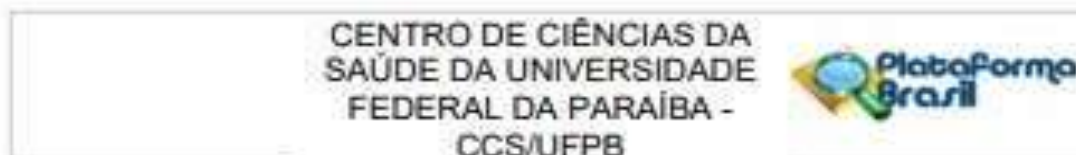


01.530.833/0001-27
INEP: 25089820
Escola Estadual de Ensino
Fundamental e Médio Gentil Lins
E-mail: gentil_lins@yahoo.com
Av. Simplicio Coelho, 97 – Centro
CEP: 58340-000 – Sapé/PB



SEVERINA MARIA RODRIGUES DUARTE
Gestora Escolar
Severina Maria R. Duarte
Gestora Escolar
Mat: 141.899/3
Apt: 1733.334

ANEXO B: Parecer consubstanciado do Comitê de Ética para realização da pesquisa e para alteração do título



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: SISTEMAS SANGÜÍNEOS COMO CONTEÚDOS FACILITADORES PARA O ESTUDO DE GENÉTICA E DOS PROCESSOS DE TRANSPLANTE DE CÉLULAS E DE

Pesquisador: ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 64797022.0.0000.5188

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.480.311

Apresentação do Projeto:

Trata de uma emenda ao protocolo de pesquisa agresso do Programa de Mestrado em Ensino de Biologia em Rede Nacional, vinculado ao Centro de Ciências Exatas e da Natureza da UFPB.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Desenvolver o protagonismo estudantil a partir do ensino investigativo de conteúdos de Genética relacionados aos Sistemas Sanguíneos com ênfase em saúde e cidadania.

Objetivo Secundário:

- Levar os alunos a associarem o conhecimento científico ao conhecimento popular a partir da proposição de situações que os conduzam a investigar o porquê dos eventos relacionados aos Sistemas Sanguíneos, Transfusões Sanguíneas, Transplantes e a Eritroblastose Fetal ocorrerem;
- Evocar nos alunos conhecimentos básicos de genética;
- Conduzir os alunos à identificação dos principais Sistemas Sanguíneos;
- Estimular o raciocínio cognitivo dos alunos a partir da criação de modelos didáticos para o ensino dos sistemas sanguíneos;
- Relacionar o estudo de genética a saúde e a prática da cidadania;
- Expressar a importância dos processos de doação de sangue e medula a partir de promoção de

Endereço: Campus I | Prédio do CCS UFPB - 1º Andar

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 58.051-900

UF: PB

Município: JOÃO PESSOA

Telefone: (83)3216-7791

Fax: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 6.486/2011

Campanha de Doação de Sangue na comunidade escolar;

• Construir uma sequência didática para professores de ensino básico que desperte no aluno o interesse pelo estudo de genética a partir de conteúdos relacionados aos Sistemas Sanguíneos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Como a pesquisa se dará com seres humanos é preciso considerar os riscos inerentes da mesma e agir com cautela para evitá-los. Como riscos dessa pesquisa apontamos a possibilidade de constrangimento ao responder os questionários, receio e temor em participar das atividades práticas, fadiga e ansiedade frente as atividades propostas. Porém reiteramos que a metodologia utilizada não impõe risco à saúde física do participante.

Benefícios:

Os benefícios resultantes da pesquisa sobrepujam ocasionais riscos de ordem intelectual e/ou psicológico. Todos os procedimentos metodológicos a serem utilizados prezarão por estimular o protagonismo estudantil a partir do uso de metodologias ativas voltadas para a construção do conhecimento de forma crítica e significativa. Ademais, os resultados dessa pesquisa serão utilizados para construção de um guia metodológico projetado para facilitar o ensino de Genética no ensino médio, além de avivar a resignificação da prática docente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma emenda solicitando a modificação do título da pesquisa por sugestão da banca avaliadora uma vez que transfusões sanguíneas configuram um tipo de transplante (de células) e por conseguinte abre oportunidades para explorar também o transplante de órgãos. Novo título: SISTEMAS SANGÜÍNEOS COMO CONTEÚDOS FACILITADORES PARA O ESTUDO DE GENÉTICA E DOS PROCESSOS DE TRANSPLANTE DE CÉLULAS E DE ÓRGÃOS. Nova folha de rosto com o novo título foi anexada como solicitado no parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados tempestivamente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do cumprimento das diretrizes éticas de pesquisas com seres humanos e da pendência do parecer anterior, somos de parecer favorável à aprovação da presente emenda ao protocolo de pesquisa, salvo melhor juízo.

Endereço: - Campus I / Prédio do CCS UFPB - 1º Andar

Bairro: - Cidade Universitária

CEP: - 58.051-900

UF: - PB

Município: - JOÃO PESSOA

Telefone: - (83)3216-7791

Fax: - (83)3216-7791

E-mail: - comitadedetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 6.696/201

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_221385_1_E1.pdf	29/09/2023 10:01:38		Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_De_ROSTO.pdf	29/09/2023 09:59:26	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_Elidiane_Karina.pdf	03/11/2022 10:31:58	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	03/11/2022 10:29:45	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
Outros	Certidão de Aprovação do Colegiado PROFBIO.pdf	30/10/2022 16:56:54	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
Outros	Termo de Compromisso do Pesquisador Responsável.pdf	30/10/2022 16:53:15	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
Outros	Instrumentos de Coleta.pdf	30/10/2022 16:47:23	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.pdf	30/10/2022 16:37:22	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.pdf	30/10/2022 16:35:11	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
Orçamento	Previsão Orcamentaria.pdf	30/10/2022 16:31:43	ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
Declaração de	Termo da Ausência da Escola.pdf	30/10/2022	ELIDIANE KARINA	Aceito

Endereço: Campus I | Prédio do CCS UFPB - 1º Andar
Bairro: Cidade Universitária CEP: 58.051-900
UF: PB Município: JOÃO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 6.660.011

Instituição e Infraestrutura	Termo de Anuência da Escola.pdf	16:27:15	GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO	Aceito
------------------------------	---------------------------------	----------	----------------------------	--------

Situação do Parecer:

Aprovado

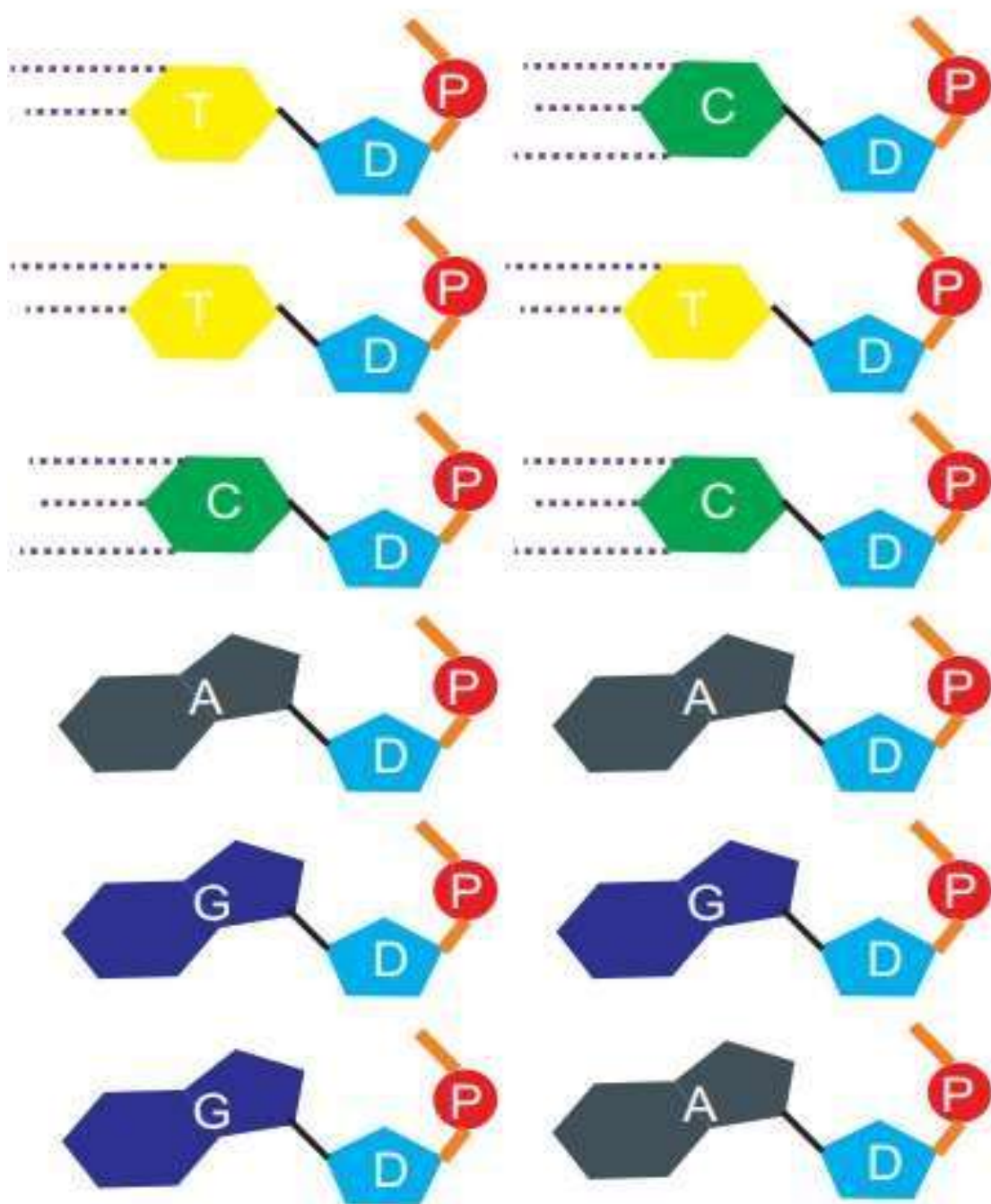
Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JOÃO PESSOA, 01 de Novembro de 2023

Assinado por:
Eliane Marques Duarte de Sousa
(Coordenador(a))

Endereço: Campus I / Prédio do CCS UFPB - 1º Andar
Bairro: Cidade Universitária CEP: 58.051-930
UF: PB Município: JOÃO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitetedica@ccs.ufpb.br

ANEXO C: Figuras utilizadas para construir modelo linear da molécula de DNA

Fonte: ARAÚJO, D. A. M.; DURBANO, J. P. M. Montando o DNA. Núcleo de Difusão Biotecnológica In: <http://www.bioinfo.ufpb.br/ndb>. Acesso em 30 jun. 2022.

ANEXO D: Imagens utilizadas na aula 4 da sequência didática





Fonte: GOOGLE IMAGENS, 2023.

ANEXO E: Matérias jornalísticas e artigos utilizados no estudo de caso

1. Efeito Bombain:



Disponível em: [Sangue raro presente em apenas 11 famílias brasileiras salva bebê na Colômbia | Ceará | G1 \(globo.com\)](#)

2. Eritroblastose Fetal:



Disponível em: [Eritroblastose fetal: 'perdi minha filha uma semana antes de ela nascer por incompatibilidade no sangue' | Saúde | G1 \(globo.com\)](#)

globo.com

g1

gshow

globoplay

o globo

ACCESAR

ENTRAR x

MENIU

g1

TOCANTINS

BUSCAR

Jovem que motivou campanha por doação de sangue não resiste e morre em Palmas

Talyta Dias Barbosa tinha apenas 21 anos. Ela tinha sangue 'O Negativo', um dos tipos mais difíceis de se encontrar.

Por g1 Tocantins
01/03/2021, 12h08 - Atualizado há um ano

5. Transfusão Sanguínea Incompatível:



Disponível em: [Mulher morre após receber transfusão de sangue errado na Santa Casa de Pinda, diz polícia | Vale do Paraíba e Região | G1 \(globo.com\)](https://g1.globo.com/paraiba/noticia/2017/06/16/mulher-morre-apos-receber-transfusao-de-sangue-errado-na-santa-casa-de-pinda-diz-policia-1.4488888)

6. Transplante de órgãos e medula:



Disponível em: [TRANSPLANTE DE ÓRGÃOS: COMO A GENÉTICA INFLUENCIA? - DB Molecular](https://dbmolecular.com.br/transplante-de-orgaos-como-a-genetica-influencia/)

ANEXO F: Comprovante de realização da campanha de doação de sangue – Parceria Hemocentro



João Pessoa, 06 de novembro de 2023.

Declaro para os devidos fins que a Sra. **ELIDIANE KARINA GUSTAVO FELIZARDO MONTEIRO**, portadora do CPF: 042.835.674-50 e Matrícula: 1.571.095, professora da EEEFM Gentil Lins e Mestranda ProBio, visitou o Hemocentro Coordenador da Paraíba no dia 06 de setembro deste ano, junto aos alunos da referida instituição de ensino para participação de palestra educativa e de sensibilização em prol da doação regular de sangue e cadastro de medula óssea.

Agradecemos a professora, por incentivar a doação de sangue e ter realizado a campanha com seus alunos. Gratidão por esse gesto de amor, solidariedade, altruísmo e cidadania.

Atenciosamente,


Davi Sarmiento de Couto
Chefe do Núcleo de Serviço Social
CHES nº 4.240 - 13ª Região/PB
Hemocentro da Paraíba