



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO



Elionay Loren Resende

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: explorando os
grupos sanguíneos através de métodos investigativos e jogos**

Belo Horizonte
2025

Elionay Loren Resende

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: explorando os grupos sanguíneos através de métodos investigativos e jogos

Dissertação apresentada ao programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre(a) em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Marcos Horácio Pereira

Belo Horizonte

2025

043

Resende, Elionay Loren.

Sequência didática para o Ensino Médio: explorando os grupos sanguíneos através de métodos investigativos e jogos [manuscrito] / Elionay Loren Resende. – 2025.

115 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Horácio Pereira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Genética. 3. Antígenos de Grupos Sanguíneos. 4. Pesquisa científica. I. Pereira, Marcos Horácio. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA
FOLHA DE APROVAÇÃO

"SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO OS GRUPOS SANGUÍNEOS ATRAVÉS DE MÉTODOS INVESTIGATIVOS E JOGOS"

ELIONAY LOREN RESENDE

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada no dia **28 de março de 2025**, às **09:00 horas**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

PROF. DR. MARCOS HORÁCIO PEREIRA

UFMG

PROF. DR. FERNANDO CÉSAR SILVA

UFMG

PROFA. DRA. DENISE MARIA TROMBERT DE OLIVEIRA

UFMG

Belo Horizonte, 16 de abril de 2025

Alfredo Hannemann Wieloch
COORDENADOR PROFBIO-ICB/UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch**, Coordenador(a) de curso de **pós-graduação**, em 22/04/2025, às 10:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4141333** e o código CRC **5CED703B**.



RELATO DO MESTRANDO

| |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais |
| Mestranda: Elionay Loren Resende |
| Título do TCM: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: explorando os grupos sanguíneos através de métodos investigativos e jogos |
| Data da defesa: 28 de março de 2025 |

Nascida e criada em Piracema/MG, filha de dois produtores rurais, estudei em escola pública e me formei no ensino médio em 2008. Sempre fui muito focada em meus objetivos, embora nunca tenha me considerado uma pessoa inteligente. Tive dificuldades de aprendizado, o que tornava o processo mais desafiador, mas, com muito esforço e dedicação, sempre consegui alcançar boas notas. Por um tempo, não pude ingressar na faculdade devido a dificuldades financeiras, então comecei a trabalhar para pagar meus estudos. Em 2013, finalmente pude iniciar a graduação em Ciências Biológicas. Em 2017, realizei uma pós-graduação em Análises Clínicas e, em 2019, me graduei em Educação Física.

Entrei na rede estadual de ensino em 2016, após passar no concurso público da Secretaria de Estado de Educação. Após um ano de experiência, fui efetivada como servidora.

Em 2021, fiquei sabendo do PROFBIO, mas, por medo, não fiz a prova de ingresso, achando que não estava preparada. No entanto, em 2022, o sonho foi mais forte que o medo. Mesmo sem me preparar adequadamente para a prova, decidi enfrentá-la e, para minha surpresa, fui aprovada! Foi um misto de sensações: alegria, medo, ansiedade... uma mistura intensa de emoções que eu mal sabia como lidar. Sair da zona de conforto não é fácil! Conciliar os estudos com o trabalho, a família, o marido e os filhos é, no mínimo, desafiador.

O mestrado sempre foi um sonho, e estudar na UFMG também! Porém, esse sonho vinha acompanhado de medo. A distância até a universidade e o retorno para casa foram fantasmas que me acompanharam ao longo desse período.

Fazer o mestrado profissional em Ensino de Biologia significou conquistar muito mais do que um título. Foi a superação de dificuldades, associada ao prazer do conhecimento, que tornou o hábito de estudar quase viciante. O conhecimento renovado e descoberto, as possibilidades de aplicação em sala de aula, a convivência com professores e colegas que se uniam para chegar juntos ao final, vitoriosos, são experiências que levarei para a vida inteira.

Hoje, posso dizer com certeza que todas as noites em claro, os finais de semana diante do computador, as atividades pré e pós, e até mesmo os estudos nas férias para a qualificação, que me faziam sentir aquele frio na barriga que eu não sentia há muito

tempo, tudo isso valeu a pena. Finalizo o mestrado com muito mais do que um título; saio com a convicção de que nunca chegamos ao final e que cada etapa nos prepara para o próximo passo. Só precisamos ter coragem para seguir em frente.

*À Júlia, quem me faz uma pessoa
melhor a cada dia.*

AGRADECIMENTOS

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

Ao concluir esta jornada do mestrado, ao olhar para trás, sou tomada por uma profunda gratidão. Esta conquista não é apenas minha, mas também daqueles que estiveram ao meu lado, torcendo e contribuindo para que o título de mestre se tornasse realidade.

Meu primeiro e mais profundo agradecimento é ao Criador, fonte da vida e perfeição. Ele, que desenha o DNA único de cada ser humano. A Ele, meu Deus, toda honra e toda glória!

Ao meu orientador, Marcos Horácio, meu guia nessa caminhada, sou eternamente grata! Obrigada pelos conselhos, ensinamentos, apoio, cuidado, dedicação e assistência durante todo o curso.

A minha filha, Júlia, uma menina extraordinária! Que recarregou minhas forças com sorrisos e abraços!

Ao meu marido, Márcio, que foi meu porto seguro, meu conforto em dias difíceis, suportando minhas crises de ansiedade com paciência e amor, obrigado por sua compreensão, companheirismo e carinho.

Aos meus pais, Edilane e Jair, que sempre apoiaram minhas escolhas, oraram e torceram por mim, minha eterna gratidão!

Aos colegas de turma, em especial, Andréia, Bárbara e Vânia pelo apoio e pela parceria, pelos momentos tristes e felizes ao longo desta jornada. Obrigada pela amizade, pelo apoio e por dividirem esse sonho comigo!

Aos meus alunos da Escola Estadual Hermenegildo Vilaça, protagonistas deste trabalho. Vocês brilharam!

Sim... valeu a pena! Cada passo, cada lágrima, cada conquista. Obrigada a todos que fizeram parte desta caminhada. Essa vitória é nossa!

RESUMO

Este trabalho desenvolveu uma metodologia inovadora para o Ensino de Biologia, reconhecendo as necessidades educacionais dos alunos, envolvendo uma abordagem qualitativa, do tipo pesquisa-ação. Contou com a participação de alunos do terceiro ano do Ensino Médio, em uma escola pública no município de Piracema, MG. A proposta incluiu a criação de uma sequência didática investigativa que utilizou tecnologias acessíveis, como uma atividade envolvendo sangue artificial e a elaboração de um jogo virtual educativo. Os conteúdos abordados na elaboração da Sequência Didática incluíram os conceitos fundamentais da Genética, com ênfase na compreensão da herança dos grupos sanguíneos, destacando sua importância em procedimentos como transfusões e testes de paternidade. O objetivo principal foi proporcionar uma experiência interativa e envolvente para os alunos, permitindo-lhes compreender e simular os princípios da herança dos grupos sanguíneos de maneira prática e divertida. A proposta buscou integrar educação e entretenimento, utilizando plataformas de jogos como ferramenta educacional para ensinar conceitos de Genética relacionados à herança dos grupos sanguíneos. Ao aliar o ensino investigativo e jogos virtuais, o projeto buscou oferecer uma abordagem mais dinâmica ao conhecimento científico, aproveitando o conhecimento prévio dos alunos sobre tecnologias. A estratégia teve como finalidade não apenas melhorar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, mas também estimular a alfabetização científica, interação social e proporcionar uma experiência educacional mais envolvente. Em síntese, o projeto buscou atender às demandas contemporâneas do ensino, priorizando o protagonismo estudantil, interatividade e o uso de tecnologias acessíveis para aprimorar a eficácia do processo de aprendizado em Biologia.

Palavras-chave: Sequência didática. Atividade investigativa. Grupos sanguíneos. Genética.

ABSTRACT

This work developed an innovative methodology for Biology Education, addressing the educational needs of students through a qualitative approach, specifically action research. It involved senior high school students from a public school in the municipality of Piracema - MG. The proposal included the creation of an inquiring didactic sequence applying accessible technologies, such as an activity involving "artificial blood" and the development of an educational virtual game. The content covered in the didactic sequence included fundamental concepts of Genetics, with an emphasis on understanding the inheritance of blood groups and highlighting their importance in procedures such as transfusions and paternity tests. The main objective was to provide an interactive and engaging experience for students, enabling them to understand and simulate the principles of blood group inheritance in a practical and enjoyable way. The proposal sought to integrate education and entertainment, using gaming platforms as educational tools to teach genetic concepts related to blood group inheritance. By combining inquiring teaching and virtual games, the project aimed to offer a more dynamic approach to scientific knowledge, leveraging students' prior knowledge of technologies. The strategy aimed not only to enhance students' cognitive development but also to stimulate scientific literacy, social interaction, and provide a more engaging educational experience. In summary, the project aimed to meet contemporary educational demands by prioritizing student engagement, interactivity, and the use of accessible technologies to improve the effectiveness of the learning process in Biology.

Keywords: Didactic sequence. Inquiring activity. Blood groups. Genetics

LISTA DE QUADROS

| | |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Planejamento da Sequência de Ensino Investigativa..... | 24 |
|-------------------------------------------------------------------|----|

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1- Respostas à questão: “Como você considera o seu nível de conhecimento sobre a herança dos grupos sanguíneos?”..... | 28 |
| Figura 2- Respostas à questão: “Você já estudou sobre herança de grupos sanguíneos antes?”..... | 29 |
| Figura 3- Respostas à questão: “O que é o sistema ABO de grupos sanguíneos?”..... | 29 |
| Figura 4- Respostas à questão: “Quais são os principais tipos de grupos sanguíneos no sistema ABO?”..... | 29 |
| Figura 5- Respostas à questão: “Qual é a importância do fator Rh?”..... | 30 |
| Figura 6- Respostas à afirmativa: "O grupo sanguíneo de uma pessoa é determinado exclusivamente pelos genes herdados de UM dos pais."..... | 30 |
| Figura 7- Respostas à questão: “Se os pais têm sangue tipo A e tipo B, quais são os possíveis grupos sanguíneos para os filhos?”..... | 30 |
| Figura 8- Respostas à afirmativa: “Uma pessoa com sangue tipo AB pode doar sangue para qualquer outro tipo sanguíneo.”..... | 31 |
| Figura 9- Respostas à questão: “Você acredita que duas pessoas com o grupo sanguíneo O podem ter um filho com outro tipo sanguíneo?”..... | 31 |
| Figura 10- Respostas à questão: “Na sua opinião, por que é importante conhecer o próprio grupo sanguíneo?”..... | 31 |
| Figura 11- Kits de simulação do caso 2..... | 33 |
| Figura 12- Resolução do caso 1..... | 35 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 13- Resolução do caso 2..... | 37 |
| Figura 14- Resolução do caso 3..... | 39 |
| Figura 15-Resposta dos grupos ao caso 3..... | 40 |
| Figura 16- Resolução do caso 4..... | 42 |
| Figura 17- Resposta do caso 4..... | 43 |
| Figura 18- Print da tela do jogo produzido pelo grupo 1- Jogo da memória..... | 45 |
| Figura 19- Print da tela do jogo produzido pelo grupo 2- Jogo da força..... | 45 |
| Figura 20- Print da tela do jogo produzido pelo grupo 3- Quizz..... | 46 |
| Figura 21-Print da tela do jogo produzido pelo grupo 4- Quizz videogame..... | 46 |
| Figura 22- Mapa mental 1..... | 50 |
| Figura 23- Mapa mental 2..... | 50 |
| Figura 24- Mapa mental 3..... | 51 |
| Figura 25-Mapa mental 4..... | 51 |

LISTA DE ABREVIACÕES

BNCC- Base Nacional Curricular Comum

DHNR- Doença hemolítica do recém-nascido

SEEMG- Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

SEI- Sequência de Ensino Investigativa

UFMG- Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

| | |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 16 |
| 2.1. Ensino por investigação..... | 16 |
| 2.2. Ensino de Genética..... | 17 |
| 2.3.O sistema sanguíneos ABO e o Fator Rh..... | 18 |
| 2.4. Uso de tecnologias na educação..... | 19 |
| 3. OBJETIVOS | 22 |
| 3.1 Objetivo geral | 22 |
| 3.2 Objetivo específicos | 22 |
| 4. METODOLOGIA | 23 |
| 4.1. Sujeitos de pesquisa e local de aplicação..... | 23 |
| 4.2. Aspectos éticos..... | 23 |
| 4.3. Procedimentos metodológicos..... | 24 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 27 |
| 5.1 Recursos educacionais..... | 52 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 53 |
| REFERÊNCIAS | 55 |
| APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) | 58 |
| APÊNDICE B - Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE)..... | 61 |
| APÊNDICE C- Diagnóstico inicial-Questionário Google Forms..... | 65 |
| APÊNDICE D- Slides usados para apresentação dos conceitos iniciais | 67 |
| APÊNDICE E- Roteiro de atividades para os alunos..... | 67 |
| APÊNDICE F- Sequência didática investigativa | 74 |
| ANEXO A- Parecer consubstanciado do CEP..... | 109 |

1. INTRODUÇÃO

Ensinar não se delimita à transmissão de informações ou apontar exclusivamente um caminho, mas é instruir, promover o aluno a tomar consciência de si mesmo, dos outros e da sociedade. É apresentar várias ferramentas para que ele possa escolher entre muitos caminhos, aquele que for semelhante com os valores adeptos em sua vida cotidiana, sua concepção de mundo e com as adversidades que irá encontrar ao longo de sua vida. Assim, o professor precisa deixar de ser um simples transmissor de saberes científicos e atuar como observador, das ideias e experiências de seus alunos. Os alunos precisam ser vistos pelos professores como construtores de seus saberes, diante de suas atividades propostas que devem ter ligação com a atividade científica, pois para eles não tem sentido os modelos baseados somente na explicação do professor e na realização de exercícios de fixação (OLIVEIRA, 1999).

À medida que o tempo passa, a educação sofre variações em suas metodologias e estratégias. Pelo fato dos educandos, de um modo geral, apresentarem características intrínsecas do meio que os cerca e do tipo de informação que lhes é oferecida, torna-se evidente que a docência enfrenta momentos de renovação e de reestruturação metodológica, haja vista o grande número de mudanças vividas e vigentes em diferentes épocas da sociedade (BRASIL, 1998; ROSA; ROSA, 2012).

Nesse contexto, o papel do professor desempenha uma função crucial na concretização das práticas pedagógicas em sala de aula. Portanto, torna-se essencial a adoção de estratégias de ensino que envolvam a criação e a utilização efetiva de recursos didáticos. Em vários momentos nas aulas de Biologia do ensino médio, os alunos se deparam com termos conteúdo de difícil assimilação. Nos estudos de Genética, por exemplo, há muitos termos que não são entendidos como importantes pelos alunos, fato que dificulta o aprendizado deste assunto. Então, unir um conteúdo de difícil entendimento com uma atividade mais prazerosa visando ao aprendizado é algo que pode e deve ser mais aproveitado pelos professores.

O ensino por investigação é uma metodologia ativa que posiciona o aluno como protagonista no processo de aprendizagem. Ao estimular a formulação de hipóteses desde o início, essa abordagem permite que o estudante transite de uma postura passiva para uma atitude mais ativa e reflexiva, promovendo uma compreensão mais aprofundada dos conceitos e tornando-o efetivamente participante de seu próprio aprendizado (SASSERON, 2015).

A metodologia investigativa no ensino envolve a criação de perguntas, a exploração de ideias, a coleta e interpretação de dados, além do desenvolvimento de compreensão. Os jogos educacionais se alinham a esse modelo ao apresentar desafios, problemas e cenários que incentivam a participação ativa dos alunos na resolução de questões e na busca de soluções. Essa abordagem não apenas estimula o interesse dos estudantes, mas também os capacita a se tornarem indivíduos curiosos e engajados (MULINARI e FERRACIOLI, 2008).

O ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática, podendo, portanto, estar vinculado a qualquer recurso de ensino desde que o processo de investigação seja colocado em prática e realizado pelos alunos a partir e por meio das orientações do professor (SASSERON, 2015). De acordo com a Base Nacional Comum Curricular:

(...)a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2021, p. 550).

Nesse contexto, o ensino dos grupos sanguíneos pode ser enriquecido ao adotar a abordagem investigativa, proporcionando aos alunos uma oportunidade de compreender os princípios da genética e sua aplicação na medicina. Embora os kits comerciais para a realização da tipagem sanguínea sejam baratos e fáceis de encontrar, e apresentem o resultado de forma rápida e precisa, utilizando apenas uma gota de sangue coletada da ponta do dedo, ele não é indicado para ser realizado pelos alunos de ensino médio, uma vez que o sangue, pode ser uma fonte de contaminação de diferentes patógenos humanos (risco biológico).

Ao explorar ambientes virtuais ou cenários simulados, os alunos podem investigar fenômenos biológicos de maneira segura e controlada, o que muitas vezes seria difícil ou impossível de realizar em sala de aula. Isso cria oportunidades para experimentar os mais diversos processos biológicos de forma prática, sem riscos para o meio ambiente ou para organismos reais. Os estudantes podem explorar casos de estudo clínico relacionados aos grupos sanguíneos, simular a realização de testes de aglutinação para determinar os tipos sanguíneos, examinando como as informações genéticas são usadas na prática médica para

diagnosticar e tratar condições relacionadas aos tipos sanguíneos. Essas atividades não apenas promovem uma compreensão mais profunda dos conceitos de Genética, mas também desenvolvem habilidades de pensamento crítico, resolução de problemas e trabalho em equipe.

No contexto específico dos conteúdos que abordam o sistema sanguíneo ABO e Rh, adotar metodologias alternativas e dinâmicas pode favorecer a compreensão e, conseqüentemente, manter o interesse dos estudantes ao longo do desenvolvimento do tema.

A herança dos grupos sanguíneos é um tema fundamental na genética humana, com implicações importantes em áreas como transfusões sanguíneas, testes de paternidade e diagnósticos clínicos. O sistema ABO é um conceito-chave na área de Genética, conforme indicado nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006). Descoberto por Karl Landsteiner, é um dos principais sistemas de grupos sanguíneos e é determinado por alelos múltiplos em um único locus genético. Este sistema apresenta quatro tipos sanguíneos principais: A, B, AB e O, resultantes da combinação de diferentes alelos. A compreensão da herança dos grupos sanguíneos é crucial para garantir a compatibilidade em transfusões, evitando reações adversas. Além disso, os tipos sanguíneos são frequentemente utilizados em testes de paternidade, aproveitando os princípios da herança mendeliana para determinar a compatibilidade genética entre pais e filhos. Portanto, o estudo da herança dos grupos sanguíneos desempenha um papel fundamental tanto na prática médica quanto na compreensão mais ampla da genética humana (FAVARETTO, 2016).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Ensino por investigação

Este trabalho fundamentou-se prioritariamente nos estudos de Lúcia Helena Sasseron e Anna Maria Pessoa de Carvalho, especialistas renomadas no campo do ensino por investigação. No artigo Alfabetização Científica, Sasseron e Carvalho (2011) delineiam etapas fundamentais que embasam a sequência didática investigativa deste trabalho.

Sasseron e Carvalho (2011) enfatizam a relevância de ouvir os estudantes e fomentar a discussão, com o objetivo de integrar a temática por meio de propostas desafiadoras que promovam a participação ativa dos discentes. As autoras defendem que o processo de alfabetização científica é sustentado por três eixos estruturantes:

- **Compreensão básica de conceitos científicos:** Este eixo enfatiza a necessidade de os estudantes adquirirem um entendimento básico de termos, conceitos e conhecimentos científicos, de modo que possam aplicá-los de forma contextualizada em situações cotidianas. A articulação entre teoria e prática desempenha um papel central na construção do conhecimento. Nesse sentido, antes de iniciar atividades relacionadas à resolução de conflitos ambientais, é necessário estabelecer conceitos fundamentais e estimular a formulação de hipóteses.
- **Investigação e pesquisa:** Nesta etapa, destaca-se a valorização da autonomia do estudante, com o professor participante como mediador no processo de construção do conhecimento e nas reflexões geradas. O foco está na compreensão da natureza dinâmica e evolutiva das ciências, bem como dos fatores éticos e políticos que permeiam sua prática. A ciência é apresentada como um corpo de saberes em constante transformação, que emerge de contextos sociais e políticos específicos. Assim, este eixo integra elementos como pesquisa, análise de dados, discussão crítica, síntese, previsão e interpretação de resultados.
- **Aplicação prática e reflexiva:** O terceiro eixo concentra-se na prática, no confronto de ideias e na simulação de situações que envolvem a interação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Este é o cerne da alfabetização científica, pois requer a compreensão das inter-relações entre essas esferas, evidenciando que a solução imediata de um problema em uma área pode acarretar desafios futuros em outras. Assim, este

eixo ressalta a necessidade de considerar as implicações e desdobramentos das ações desencadeadas a partir da aplicação dos conhecimentos científicos.

Em resumo, os três eixos estruturantes delineados por Sasseron e Carvalho (2011) promovem uma abordagem integrada, reflexiva e crítica, essencial para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados e engajados com as questões sociais, tecnológicas e ambientais contemporâneas. Nesse sentido, este trabalho buscou aplicar essa perspectiva, integrando tais eixos à sua proposta didática.

2.2. Ensino de Genética

A Genética, ramo das Ciências Biológicas dedicada ao estudo da hereditariedade, apresenta conceitos fundamentais que atravessam todas as áreas da Biologia. Considerando que os alunos frequentemente entram em contato com temas relacionados à Genética, especialmente por meio dos diversos meios de comunicação, supõe-se que esse campo desperte seu interesse de forma espontânea. Entretanto, observa-se que, em grande parte das escolas brasileiras, que o ensino dessa disciplina tem uma lacuna pedagógica, dificultando a capacidade dos estudantes de estabelecer conexões entre o conteúdo aprendido, o funcionamento de seu próprio organismo e as situações de seu cotidiano. Nesse contexto, Brasil (2006) faz a referência:

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

Giacóia (2006) destaca que o progresso no entendimento da Genética vai além da simples resolução de questões relacionadas ao material genético, buscando, na realidade, uma compreensão mais profunda e ágil sobre os processos que regem a vida no planeta. Sob essa ótica, a função primordial da escola é fornecer aos alunos os conhecimentos essenciais para que possam abordar esse tema de forma mais tangível e fundamentada. No âmbito da Biologia, esses objetivos abrangem a construção de uma visão de mundo, além de aspectos práticos e instrumentais voltados para a ação. Também inclui o desenvolvimento de conceitos, a capacidade de avaliação e a formação de uma postura crítica e cidadã (BRASIL, 2006), e acrescenta:

Quando se ensina Genética na escola média, comumente se procura familiarizar os alunos com os códigos próprios dessa ciência, seus métodos

experimentais e, de modo geral, não vão para além dessa abordagem. Não há uma preocupação em tratar o fenômeno da hereditariedade da vida de modo que o conhecimento aprendido seja instrumental e possa subsidiar o julgamento de questões que envolvam preconceitos raciais, ou facilitar o posicionamento diante de polêmicas relacionadas à produção e à utilização de organismos geneticamente modificados, ou ao emprego de tecnologias resultantes da manipulação do DNA (BRASIL, 2018 p.35).

O sistema sanguíneo é abordado, de maneira geral, no terceiro ano do Ensino Médio, sendo um tema essencial para a compreensão de diversos conceitos da Genética no ensino básico. Com o objetivo de tornar o aprendizado mais acessível, costumamos recorrer a aulas práticas, uma estratégia que torna o conteúdo mais palpável. No entanto, uma aula prática tradicional que utiliza sangue humano para ilustrar o sistema ABO não deve mais ser realizada, conforme o Art. 1º da Lei nº 11.794/2008, também conhecida como Lei Aurora, que regulamenta o uso de animais em pesquisas científicas e proíbe a utilização de vertebrados vivos em atividades educacionais nos níveis fundamental e médio (BRASIL, 2008). Além disso, há o risco de contaminação durante o manuseio desse material, o que reforça a necessidade de se evitar essa prática, especialmente no contexto do ensino médio.

Antes da implementação da referida lei, era comum que os professores utilizassem aulas experimentais de tipagem sanguínea, empregando material biológico. Essa abordagem fazia com que as aulas fossem mais interessantes e contextualizadas, permitindo que os alunos observassem, na prática, os conceitos que estavam aprendendo. Atualmente, os docentes adotam metodologias ativas alternativas, como aulas práticas com abordagem investigativa sobre a tipagem sanguínea, utilizando materiais acessíveis e de baixo custo. Essas abordagens possibilitam aos estudantes simular, de forma simples e segura, as reações envolvidas na identificação do grupo sanguíneo do sistema ABO (MIRANDA, 2014).

2.3. O sistema sanguíneo ABO e o fator Rh

O Sistema ABO é determinado por alelos múltiplos por apresentar três versões alélicas (I^A , I^B e i) para um mesmo loco gênico, o que acarreta quatro tipos sanguíneos: A, B, AB e O. Cada tipo sanguíneo é diferenciado pela presença ou ausência de antígenos (aglutinogênios) na membrana de suas hemácias. Em caso de ausência de aglutinogênios, o indivíduo é do tipo O. E quando apenas o aglutinogênio A está presente, o indivíduo é do tipo A; quando apenas o aglutinogênio B está presente, o indivíduo é do tipo B; e quando as hemácias possuem os dois

aglutinogênios A e B, o sangue é do tipo AB (PIERCE, 2016). Além destes, no plasma estão os anticorpos (aglutininas) responsáveis por reconhecer os antígenos estranhos e inativar as células que o possuem. Dessa forma, um indivíduo do tipo sanguíneo A possui aglutinina anti-B; o tipo sanguíneo B possui aglutinina anti-A; o tipo sanguíneo AB não possui essas aglutininas; e o tipo sanguíneo O possui aglutinina anti-A e anti-B (PIERCE, 2016).

No que concerne ao Sistema Rh, este é determinado pela presença de um antígeno-D nas hemácias. As pessoas que o apresentam são Rh⁺ (positivo) e as que não o possuem são Rh⁻ (negativo). No plasma sanguíneo não existe anticorpos anti-Rh. Eles são formados apenas por indivíduos Rh⁻, quando ao receber o sangue de uma pessoa Rh⁺ estimulam a produção de anti-D (anti-Rh⁺). Isso pode ocasionar a incompatibilidade entre o sangue da mãe com o feto - a doença hemolítica do recém-nascido (DHRN) (MANOLO et al., 2004).

2.4. Uso de tecnologias na educação

Os jovens de hoje são profundamente diferentes do século passado, assim como o mundo em que vivemos. Atualmente, estamos imersos na era da informação digital, na qual praticamente todo o conhecimento está disponível em nossos computadores e dispositivos móveis. Um exemplo disso é que, hoje em dia, qualquer criança no Brasil pode acessar, a qualquer momento, o Museu do Louvre na França e explorar muitas de suas obras renomadas, por meio de uma experiência virtual que replica fielmente o ambiente do museu (LOUVRE, 2017). Além disso, técnicas de realidade virtual estão sendo progressivamente adotadas para aprimorar a compreensão, a percepção e a assimilação de grandes volumes de conhecimento. A divulgação da informação nunca foi tão ampla e globalizada como agora, superando quaisquer padrões estabelecidos ao longo da história da humanidade.

Uma nova perspectiva para a construção do conhecimento pode ser alcançada a partir da apropriação da utilização de tecnologias digitais na educação, através das quais se torna possível a elaboração de um ambiente que favoreça a aprendizagem (VIEIRA, 2015).

Mulinari e Ferracioli (2008) descrevem a utilização de modelagens computacionais sobre diversos fenômenos biológicos, como bomba de sódio e potássio, divisão celular, mutação e proliferação celular, *splicing*, dentre outros. Os autores concluem que esta pode ser uma estratégia favorável para o ensino de biologia.

Também os jogos digitais emergem como uma nova categoria de objetos de aprendizagem, funcionando como uma ponte entre os estudantes dessa geração e o conteúdo a ser explorado. Esses jogos incorporam uma série de características que se alinham com uma abordagem mais dinâmica do processo de aprendizagem, na qual o aluno assume o papel de protagonista de sua própria educação, avançando no seu próprio ritmo. Através da experimentação, o estudante tem a oportunidade de assimilar o conteúdo de maneira mais segura e eficaz, promovendo uma aprendizagem mais envolvente e consolidada.

Os games respeitam os diferentes estilos de aprendizagem e com isso permitem uma maior aproximação entre conteúdo e alunos, principalmente por poder atender às principais características de aprendizagem dos nativos digitais, além de fazer parte do seu dia a dia e do seu mundo (LEITE e MENDONÇA, 2013, p. 134).

Assim, percebemos que os jogos eletrônicos possuem um grande potencial como ferramentas educativas, podendo enriquecer a experiência de aprendizagem dos novos estudantes, dada a familiaridade que estes têm com esse recurso. Eles possibilitam a abordagem de diversos conteúdos de maneira interdisciplinar, ao mesmo tempo em que promovem uma educação de qualidade e envolvente.

Gee (2003) afirma que os jogos digitais despertam o interesse dos alunos, promovem experiências sociais e pessoais enriquecedoras, auxiliam na aquisição de novos conhecimentos e facilitam a revisão de conhecimentos preexistentes. Para o autor, a essência da aprendizagem baseada em jogos digitais vai além da simples utilização desses jogos em sala de aula; trata-se de inspirar um modelo de ensino que incorpora os princípios de aprendizagem presentes nos jogos, oferecendo uma alternativa para transformar a educação em um processo mais envolvente, motivador, crítico e significativo.

Atualmente, a maioria das instituições escolares registra a importância dos jogos, tanto digitais quanto analógicos, no processo de ensino e aprendizagem (KIRRIEMUIR e MCFARLANE, 2004). No entanto, ainda há um longo caminho até que as tecnologias sejam plenamente aceitas, compreendidas e utilizadas em todo o seu potencial. Nesse contexto, Knuppe (2006) destaca que um dos maiores desafios enfrentados pelos educadores contemporâneos é o desinteresse e a falta de motivação dos alunos, além da dificuldade de competir com um mundo cada vez mais tecnológico. Isso torna fundamental que os profissionais da educação compreendam o papel das tecnologias no ensino, não como

substitutos, mas como ferramentas que possuem significado e propósito. Por essa razão, é crucial que, ao longo da formação docente, os professores tenham a oportunidade de desenvolver uma alfabetização tecnológica e crítica, voltada para o uso dessas ferramentas em sala de aula (RAMOS, 2009). Considerando o cenário atual, tanto no contexto escolar quanto no âmbito científico, e as pesquisas sobre a aplicação de jogos digitais em salas de aula, este trabalho teve como um dos objetivos caracterizar experiências do uso de jogos digitais no ensino de Biologia.

3.OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Construir, aplicar e refletir sobre uma sequência didática que facilite a compreensão de tópicos de genética humana (hereditariedade), utilizando uma abordagem investigativa através de atividades práticas de simulação de testes de tipagem sanguínea (sistema ABO e fator Rh) e criação de jogos virtuais.

3.2 Objetivos específicos

- Elaborar uma sequência didática e aplicá-la com estudantes do ensino médio na compreensão da herança dos grupos sanguíneos;
- Incentivar os estudantes a realizar simulações de casos de transfusões de sangue e testes de paternidade, propondo perguntas e hipóteses a serem testadas;
- Incentivar os alunos a selecionar as informações importantes do conteúdo para a construção dos jogos.

4. METODOLOGIA

4.1 Sujeitos de pesquisa e local de aplicação

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola estadual de ensino médio da cidade de Piracema/ Minas Gerais, no período de setembro a novembro de 2024. A referida escola atende alunos da zona urbana e da zona rural do seu entorno, oferecendo o ensino médio nos turnos manhã e noite. Apresenta infraestrutura satisfatória, com a maioria das salas de aula bem ventiladas, laboratório de informática, biblioteca, recursos multimídia e mobília em bom estado.

A pesquisa contou com a colaboração de 15 alunos de uma turma de terceiro ano do ensino médio matutino. A escolha da turma baseou-se na média obtida na disciplina de Biologia pelos alunos da turma no ano anterior, quando cursavam o segundo ano do ensino médio. Como a turma obteve um menor rendimento comparada às demais, foi escolhida para participar da sequência didática, visando oferecer para estes alunos o ensino utilizando uma metodologia diferenciada, pretendendo melhor desempenho na construção do conhecimento em Biologia.

4.2 Aspectos éticos

O projeto seguiu todas as legislações vigentes e, durante o desenvolvimento, todas as etapas seguiram os aspectos éticos. Ele foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e aprovado, em 23 de agosto de 2024 (Anexo A), conforme o Certificado de Apreciação Ética (CAAE) 79848224.7.0000.5149 e parecer, sob o número 7.027.551. Os participantes maiores de 18 anos e os responsáveis legais dos participantes menores de 18 anos assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido-TCLE (Apêndice A), sendo devidamente informados sobre o desenvolvimento e as publicações da pesquisa. Aqueles participantes menores de 18 anos assinaram o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido-TALE (Apêndice B). Para preservar a privacidade e a identidade dos envolvidos, as imagens utilizadas foram editadas de forma a cobrir os rostos dos participantes, garantindo o anonimato. Essa medida foi adotada devido à ausência de autorização para o uso de imagens que permitissem a identificação dos participantes. Esse procedimento resguarda a voluntariedade no processo de desenvolvimento da pesquisa conforme as resoluções vigentes, Resolução CNS 466/12 e CNS 510/16 do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa. A pesquisa não prejudicou o desenvolvimento da educação básica. Os participantes foram informados sobre os objetivos, procedimentos e possíveis riscos decorrentes do estudo, além disso, também foi facultado o direito de se recusar sua participação na pesquisa. As informações estão

resguardadas, sendo que as informações do pesquisador estão disponíveis nos termos assinados, conforme estabelecido pelo CEP da UFMG.

4.3 Procedimentos metodológicos

Os dados desta pesquisa foram coletados por meio de registros de áudios, fotos, filmagens, pela aplicação de um questionário prévio, pelas tabelas de resultados, pelos jogos online produzidos, mapas mentais e pela observação da execução das atividades pela pesquisadora, todos os dados foram anotados no caderno de campo durante as etapas da execução da sequência didática.

Para avaliar a metodologia proposta, foi analisado todo processo. Os principais critérios de avaliação foram a capacidade de formular hipóteses, criar instrumentos de mediação, interpretar dados, comparar resultados, demonstrar e apresentar criatividade em grupo. Os resultados foram discutidos com os alunos para consolidar o aprendizado.

A avaliação dos alunos foi qualitativa, levando em consideração fatores como participação ativa, qualidade dos jogos criados, precisão das informações apresentadas, grau de engajamento demonstrado, criatividade evidenciada e compreensão manifestada durante a discussão. Para isso, foi realizada uma revisão e análise de todas as etapas do trabalho, permitindo avaliar o progresso e desenvolvimento dos participantes.

A turma foi dividida em quatro grupos, três grupos com quatro participantes e um grupo com três participantes. A formação dos grupos ocorreu por sorteio.

As atividades foram realizadas em um total de 09 aulas, com duração de 50 minutos cada aula, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 - Planejamento da Sequência de Ensino Investigativa

| Quantidade de aulas | Etapa a ser desenvolvida |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Etapa 1: Aplicação do questionário prévio e introdução ao tema proposto através de slides. |
| 3 | Etapa 2: Estudos de casos envolvendo os grupos sanguíneos, discussão entre os pares e levantamento de hipóteses. Simulação de testes de tipagem sanguínea. Conclusão dos casos clínicos propostos. |
| 3 | Etapa 3: Práticas de produção de conteúdo digital: jogos |
| 1 | Etapa 4: Conclusão: Elaboração do mapa mental |

Etapa 1: Contextualização e Introdução

Aulas 1 - 2 – Ao iniciar a sequência didática, os alunos preencheram um questionário no *Google Forms* (Apêndice C), a fim de avaliar seu conhecimento prévio sobre herança genética e grupos sanguíneos. Logo após, utilizando slides (Apêndice D), foi feita a introdução ao conteúdo de herança dos grupos sanguíneos, assunto proposto pelo plano de curso do Currículo de Básico da Secretaria de Educação de Minas Gerais (SEEMG, 2024). Diante do exposto, uma pergunta foi levantada: “Como os conhecimentos sobre grupos sanguíneos podem ser aplicados em situações práticas do dia a dia, como doações de sangue, complicações gestacionais, determinação da paternidade e transfusões sanguíneas?”

Etapa 2: Atividade investigativa: Estudo de casos clínicos e simulação com sangue artificial

Aulas 3 - 5 – A simulação do teste de tipagem sanguínea foi baseada na aula da professora Andressa Oliveira.¹ Para simular a tipagem sanguínea foi usado sangue artificial (leite com corante alimentício vermelho) e para simular os reagentes anti-A e anti-B foram utilizados água e vinagre. O vinagre, quando adicionado no sangue artificial, gera reações positivas de aglutinação, enquanto a água gera reações negativas de aglutinação. A escolha dos materiais para simular o teste de tipagem sanguínea levou em consideração a segurança dos alunos, sem riscos de exposição ao sangue humano e a objetos perfurocortantes.

Além da simulação laboratorial, os alunos realizaram os estudos de caso, assumindo o papel de médicos residentes em um hospital fictício. O objetivo era solucionar questões-problema relacionadas à tipagem sanguínea. Os estudos foram organizados no formato de rotação por estações, permitindo que cada grupo de alunos analisasse diferentes cenários clínicos, tais como: acidente com necessidade de transfusão sanguínea, gravidez de risco com eritroblastose fetal (ou DHRN), exclusão de paternidade, incompatibilidade sanguínea e reações transfusionais. Ao final, todos os grupos responderam a todos os casos clínicos.

Para a execução da atividade os grupos receberam roteiros impressos dos casos. Os roteiros foram estruturados de modo a apresentar quatro etapas comuns, sendo elas:

- ✓ Apresentação e discussão do caso pelo grupo:

Cada grupo recebeu um estudo de caso diferente, no qual fizeram um levantamento de dados

¹ OLIVEIRA, Andressa. *Sangue fake para suas aulas de sistema ABO: uma aula do Doc que me impactou*. Disponível em: <https://www.profandressabio.com/post/sangue-fake-para-suas-aulas-de-sistema-abo-uma-aula-do-doc-que-me-impactou> . Acesso em: 15 jul. 2024.

e hipóteses de forma colaborativa.

- ✓ Contato com a situação-problema:

Depois de fazer várias análises do caso apresentado, o grupo descreveu qual(is) problema(s) norteará(ão) a pesquisa. Foi nesse momento que os estudantes foram convidados a confrontar o problema.

- ✓ Simulação e averiguação das hipóteses baseado no teste de tipagem sanguínea:

Para comprovar os dados apresentados, o grupo recebeu um kit de simulação (feito pela professora/pesquisadora e específico para cada caso clínico em estudo). Os kits de simulação serviram como pistas estratégicas para unir as hipóteses elaborada à conclusão do caso. Assim, foi construído um cenário investigativo, centralizado na aprendizagem acerca do problema.

- ✓ Conclusão do caso:

Para finalizar, cada grupo fez suas anotações em uma tabela e respondeu as questões propostas no roteiro.

Etapa 3: Criação de jogos para reforçar a compreensão do conteúdo

Aulas 6-8 – Usando o laboratório de informática, os alunos desenvolveram jogos virtuais. A escolha da plataforma de criação de jogos virtuais foi feita pelos alunos, assim como a modalidade de jogo (quiz, jogo da forca, caça-palavras e jogo da memória), permitindo-lhes a liberdade de optar por aquela que melhor atendesse às suas necessidades. Depois de criados os jogos, os grupos testaram com os colegas, o que ajudou a identificar erros e assim puderam fazer os ajustes necessários. Com base no *feedback* recebido durante os testes, os grupos fizeram os ajustes finais em seus jogos, garantindo que eles sejam educativos, precisos e divertidos.

Etapa 4 – Conclusão

Aula 9 – Para finalizar, os discentes fizeram um mapa mental, de forma individual. Apesar da argumentação estar presente em todo o ciclo investigativo, é na fase de conclusão que os argumentos finais, que articulam as evidências, os conhecimentos prévios e científicos, são construídos ou sistematizados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho, foi desenvolvida uma sequência de ensino investigativa, voltada para a construção e comunicação do conhecimento científico, relacionado à herança dos grupos sanguíneos, que contribuiu para ampliar o entendimento dos estudantes sobre questões genéticas, como a transmissão de características hereditárias, a compatibilidade sanguínea e sua relevância em contextos sociais e de saúde, promovendo aprendizagem significativa e contextualizada.

De acordo com o documento da BNCC (BRASIL, 2018), em um mundo onde informações diversas são facilmente disseminadas e acessadas, especialmente através de meios digitais, é crucial que os jovens desenvolvam habilidades para discernir e selecionar informações com base em conhecimentos científicos confiáveis. Dessa forma, a SEI desenvolvida trabalhou no desenvolvimento de habilidades presentes na Base Nacional Comum Curricular:

(EM13CNT30) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica (...)

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações (BRASIL, 2017, p.559).

Portanto, a SEI buscou inserir o ensino de ciências por investigação junto ao currículo do novo ensino médio, com o objetivo de preparar os estudantes para os desafios da sociedade contemporânea, capacitando-os a aplicar os conhecimentos científicos adquiridos para resolver problemas, tomar decisões éticas de forma autônoma e desenvolver a cidadania.

Nessa abordagem, o tema grupos sanguíneos foi escolhido por estar presente no cotidiano dos alunos, proporcionando a familiaridade desejada. Os casos para estudo foram planejados de forma que, ao longo do processo, os estudantes pudessem identificar contradições que os levassem à contextualização e compreensão do problema, destacando possíveis

inconsistências. Essa estratégia foi adotada com o objetivo de tornar os casos mais acessíveis e resolvíveis para estudantes do ensino médio.

Etapa 1: Contextualização e Introdução

Antes de iniciar a metodologia, a professora explicou aos estudantes a estrutura e organização das aulas. Os estudantes demonstraram receptividade, curiosidade e interesse em conhecer a nova proposta metodológica trazida pela professora.

Para dar início a primeira aula da sequência didática, os estudantes foram encaminhados ao laboratório de informática para realizar o questionário prévio, desenvolvido no *google forms* (Apêndice C), com perguntas sobre o conhecimento básico de herança dos grupos sanguíneos. A proposta do questionário surgiu como forma de introduzir as atividades no ambiente virtual. O uso do laboratório de informática é limitado, devido a escola possuir apenas um, e atender 12 turmas no período matutino. Sendo assim, os alunos demonstram disposição nas atividades realizadas no laboratório de informática.

O diagnóstico inicial aplicado foi respondido pelos 15 alunos, e as respostas obtidas estão apresentadas nas Figuras 1-10.

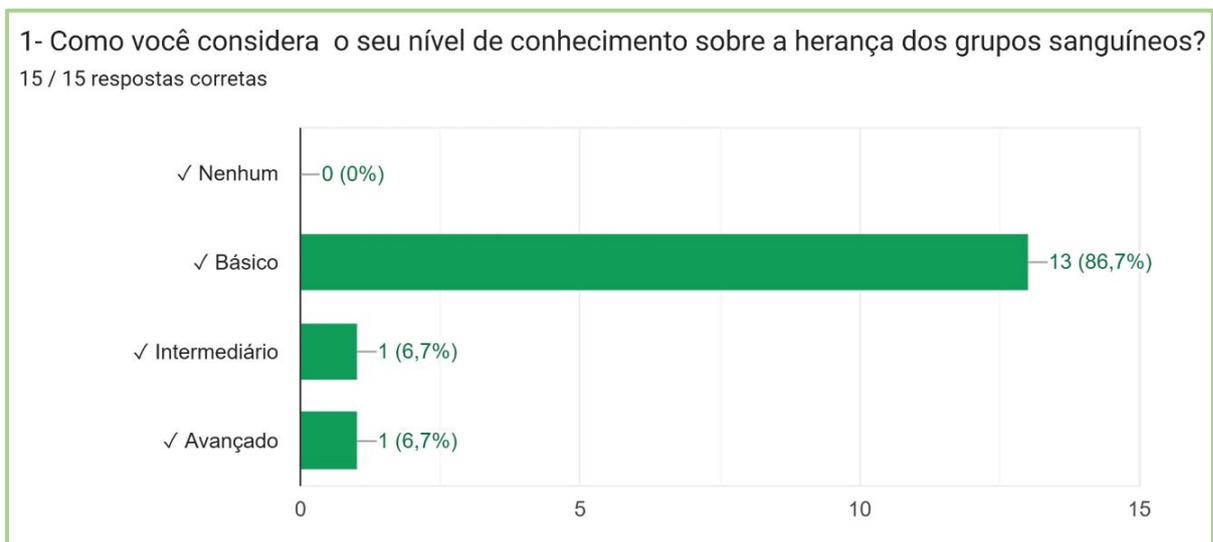


Figura 1- Respostas à questão: “Como você considera o seu nível de conhecimento sobre a herança dos grupos sanguíneos?”

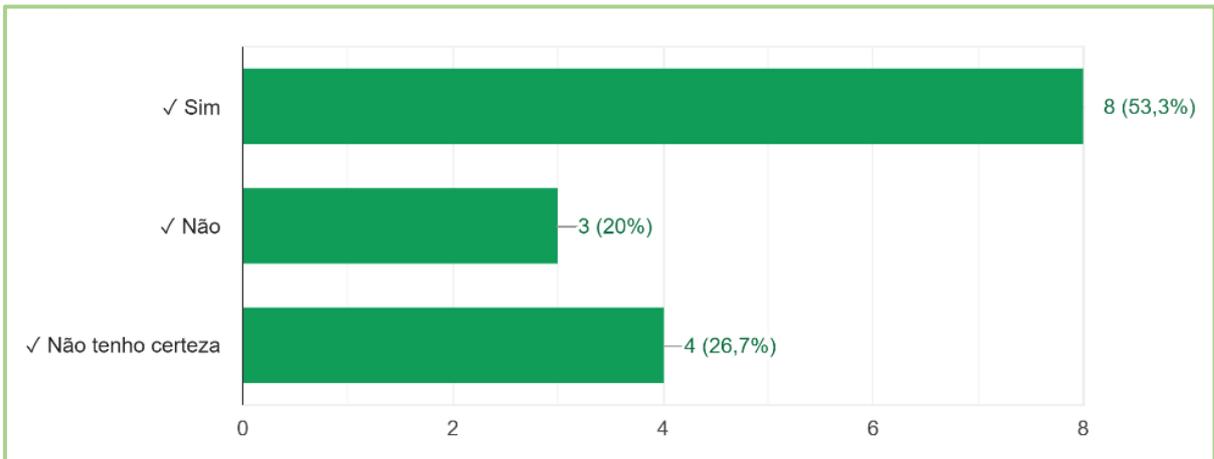


Figura 2- Respostas à questão: “Você já estudou sobre herança de grupos sanguíneos antes?”

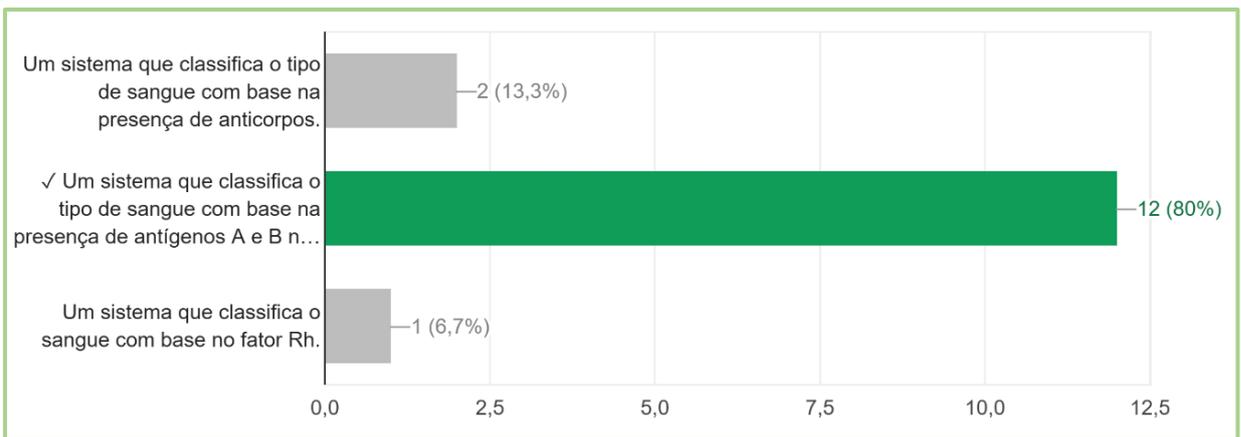


Figura 3- Respostas à questão: “O que é o sistema ABO de grupos sanguíneos?” (A resposta correta está destacada com a cor verde)

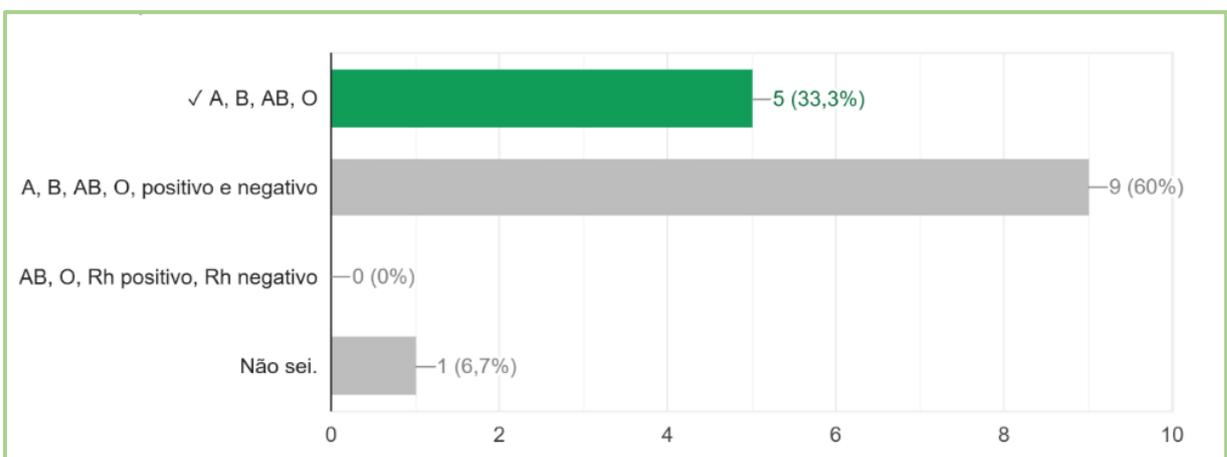


Figura 4- Respostas à questão: “Quais são os principais tipos de grupos sanguíneos no sistema ABO?” (A resposta correta está destacada com a cor verde)

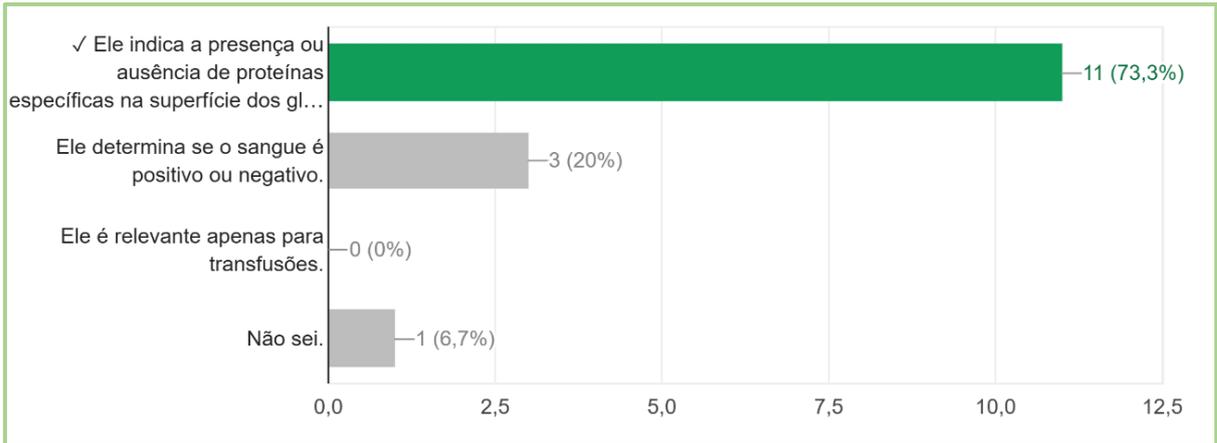


Figura 5- Respostas à questão: “Qual é a importância do fator Rh?” (A resposta correta está destacada com a cor verde)

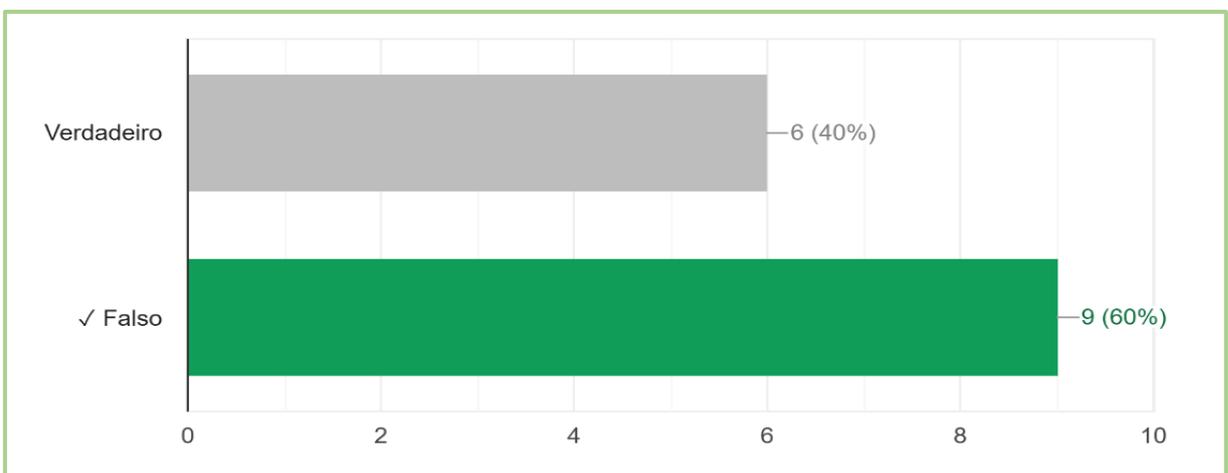


Figura 6- Respostas à afirmativa: "O grupo sanguíneo de uma pessoa é determinado exclusivamente pelos genes herdados de UM dos pais." (A resposta correta está destacada com a cor verde)

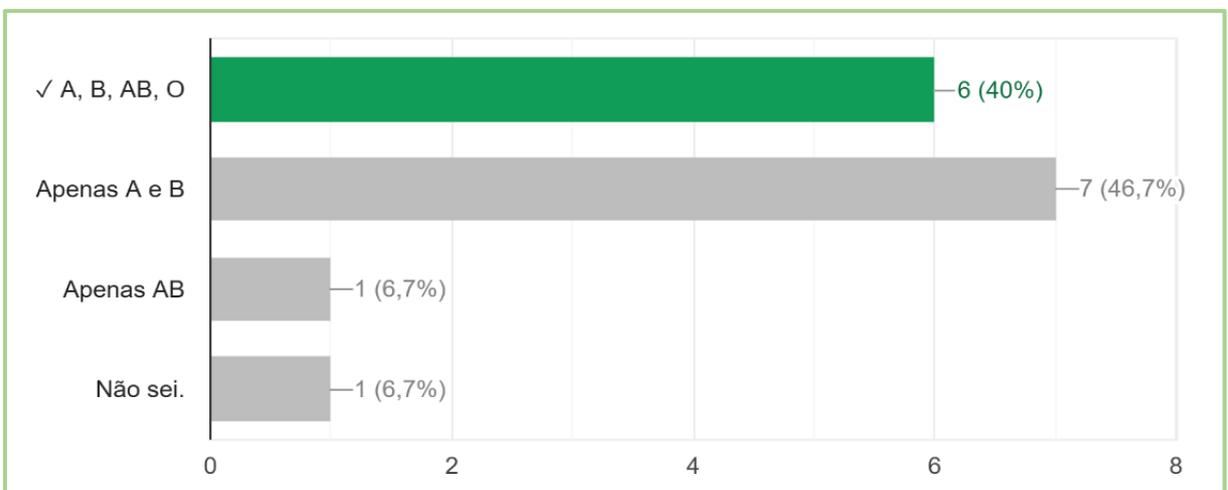


Figura 7- Respostas à questão: “Se os pais têm sangue tipo A e tipo B, quais são os possíveis grupos sanguíneos para os filhos?” (A resposta correta está destacada com a cor verde)

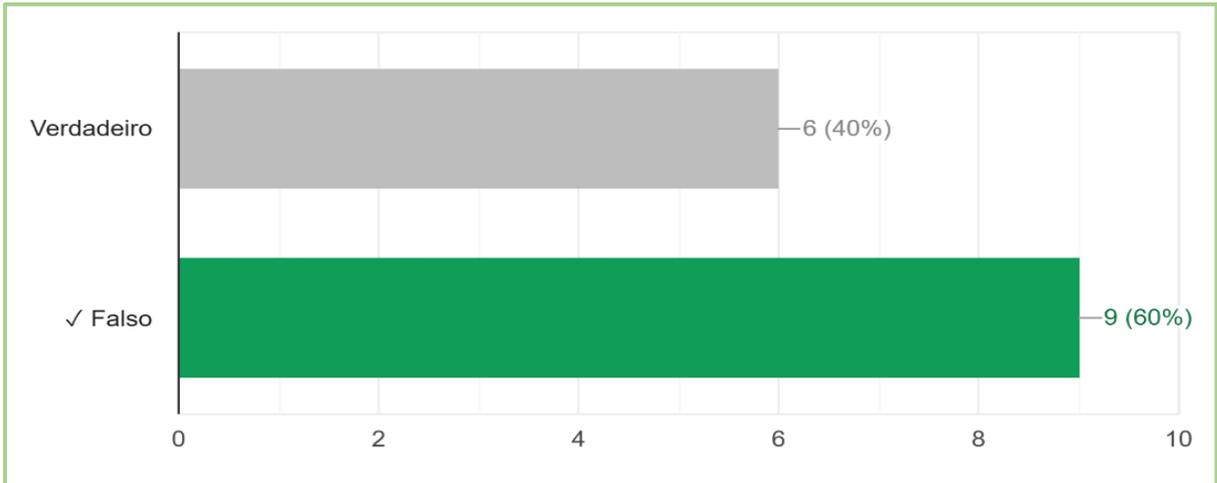


Figura 8- Respostas à afirmativa: “Uma pessoa com sangue tipo AB pode doar sangue para qualquer outro tipo sanguíneo.” (A resposta correta está destacada com a cor verde)

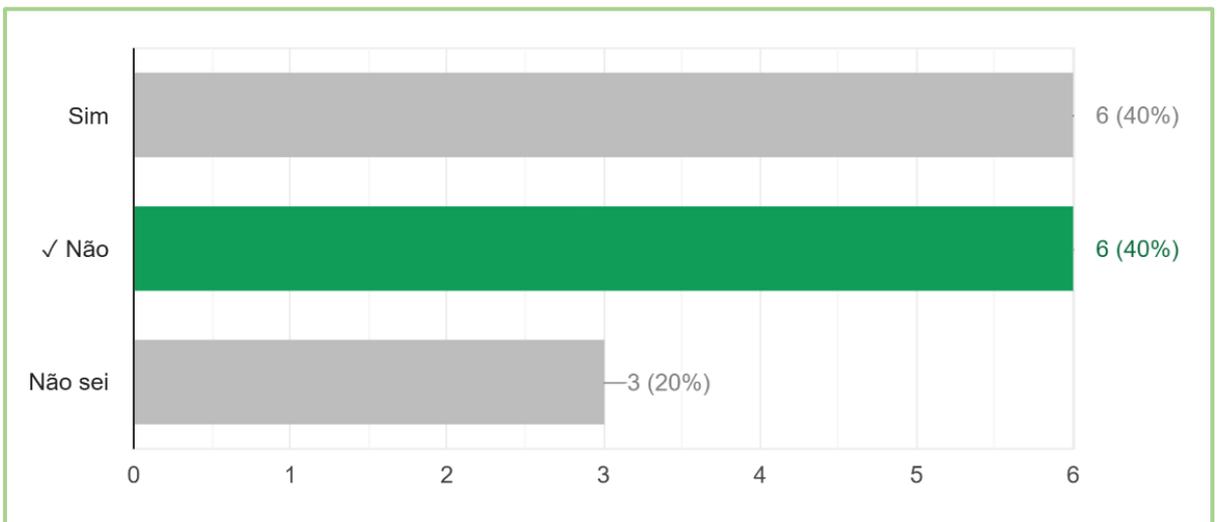


Figura 9- Respostas à questão: “Você acredita que duas pessoas com o grupo sanguíneo O podem ter um filho com outro tipo sanguíneo?” (A resposta correta está destacada com a cor verde)

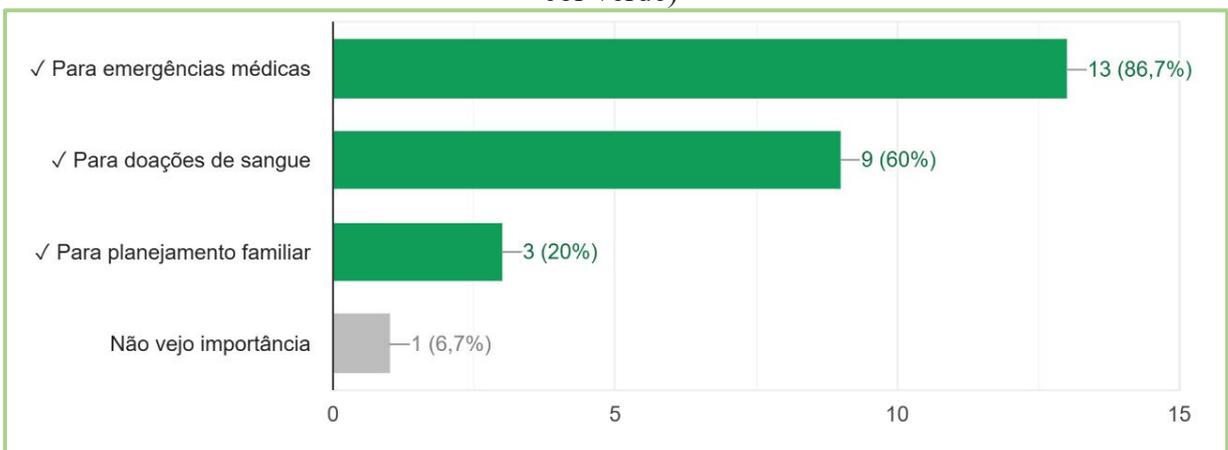


Figura 10- Respostas à questão: “Na sua opinião, por que é importante conhecer o próprio grupo sanguíneo?” (As respostas corretas estão destacadas com a cor verde)

Ao analisar as respostas obtidas, foi possível identificar algumas dificuldades dos participantes. Uma das principais dúvidas foi na compreensão de que os sistemas sanguíneos ABO e Rh são herdados de forma independente. Isso é evidenciado pelo fato de que apenas 33,3% dos alunos assinalaram a resposta correta (A, B, AB, O) referente a pergunta “Quais são os principais tipos de grupos sanguíneos no sistema ABO?” (Figura 4). Além disso, houve dificuldade em entender o caráter bilateral da herança genética dos grupos sanguíneos, especialmente no que se refere à combinação dos alelos presentes nos pais. Isso transpareceu porque só 40% responderam a opção correta (A, B, AB, O) na pergunta “Se os pais têm sangue tipo A e tipo B, quais são os possíveis grupos sanguíneos para os filhos?” (Figura 7). Esses resultados evidenciaram a necessidade de reforçar conceitos sobre a transmissão genética e o papel dos alelos herdados do pai e da mãe.

As dificuldades apresentadas pelos participantes em compreender que os sistemas sanguíneos ABO e Rh são herdados de forma independente refletem desafios já identificados no ensino de Genética. Segundo Ceschim e Caldeira (2023), a dificuldade em entender o caráter bilateral da herança genética dos grupos sanguíneos, especialmente no que se refere à combinação dos alelos presentes nos pais, é uma concepção equivocada comum entre estudantes.

Lewis (2000) afirma que muitos alunos não compreendem adequadamente a segregação de cromossomos e a separação de genes durante a formação dos gametas, o que impacta na compreensão da transmissão de características hereditárias. Essas dificuldades evidenciam a necessidade de reforçar conceitos sobre transmissão genética e o papel dos alelos herdados de ambos os progenitores. A utilização de metodologias didáticas que favoreçam a aprendizagem significativa, como atividades experimentais e estudos de caso, pode auxiliar na superação dessas barreiras conceituais

Na segunda aula, da etapa 1, a professora fez a introdução do tema com o uso de slides (Apêndice D), de forma expositiva, preocupando-se em fornecer subsídios teóricos, os quais os estudantes pudessem utilizar como ponto de partida para a compreensão inicial de cada caso clínico simulado na aula seguinte. Após a apresentação foi feita a seguinte pergunta: “Como os conhecimentos sobre grupos sanguíneos podem ser aplicados em situações práticas do dia a dia, como doações de sangue, complicações gestacionais, determinação da paternidade e transfusões sanguíneas?”

Algumas respostas dos alunos:

Aluno A: “Os conhecimentos sobre grupos sanguíneos só servem para determinar se uma pessoa pode doar sangue, mas não tem relação com gestação ou complicações na paternidade.”

Aluna B: “Saber o tipo sanguíneo é importante para o sangue, porque tem que combinar.”

Aluna C: “É importante saber o tipo sanguíneo para fazer doação de sangue, porque se não combinar, pode dar ruim.”

Aluno D: “É importante no caso de gravidez, minha avó disse que sangue igual o bebê nasce com problema!”

Diante das respostas, os alunos iniciaram uma discussão para entender e resolver a questão, a professora serviu como guia para direcionar o debate. Alguns alunos responderam de forma equivocada, como o exemplo do aluno A. As respostas foram inicialmente expressas de forma informal, sem o uso de termos científicos, mas, aos poucos, os próprios alunos foram ajustando suas falas e aprimorando o entendimento coletivo.

Etapa 2: Atividade investigativa: Estudo de casos clínicos e simulação com sangue artificial

A aplicação dos estudos de caso sobre grupos sanguíneos ocorreu na sala de aula, pois a escola não dispõe de laboratório. Todo o processo de resolução dos casos foi realizado de modo colaborativo.

Para realizar os procedimentos, os grupos receberam os kits de simulação contendo: roteiro (Apêndice E), lâmina de vidro, reagentes anti-A e anti-B, tubo de sangue artificial, palito de madeira, papel toalha, folha A4 e pipeta.



Figura 11- Kits de simulação do caso 2

Para cada caso clínico, os reagentes anti-A e anti-B foram previamente preparados de maneira específica, de modo que os kits utilizados no primeiro caso não seriam aplicáveis aos demais casos, em nenhum momento houve troca ou mistura entre os reagentes.

- Caso 1: Acidente grave

Apresentação do caso: Murilo, um jovem de 25 anos, sofreu um grave acidente de carro e perdeu muito sangue, necessitando urgentemente de uma transfusão sanguínea. No entanto, sua tipagem sanguínea não estava registrada em seu prontuário médico. Os profissionais de saúde precisam determinar o tipo sanguíneo de Murilo rapidamente para realizar a transfusão com segurança.

O objetivo educacional desse caso foi proporcionar aos alunos o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos aplicados à prática de tipagem sanguínea e transfusões seguras, além de fortalecer a compreensão da importância da compatibilidade sanguínea no contexto de emergências médicas. O objetivo foi alcançado em todos os grupos.

Para esse procedimento ambos os reagentes (soros anti-A e anti-B) eram vinagre, para gerar reações positivas de aglutinação.

Usando a pipeta, os alunos colocaram duas gotas de sangue em cada lado lâmina e em seguida, pingaram uma gota de reagente anti-A de um lado e uma gota de reagente anti-B do outro. Com o auxílio de um palito de madeira misturaram, observando que ambos aglutinaram.

Descrição da execução do procedimento feito pelos alunos:

- ✓ Coleta de dados: Uma amostra de sangue de Murilo é coletada para análise.
- ✓ Realização do teste de tipagem sanguínea: O sangue é testado com reagentes anti-A e anti-B para verificar a presença de antígenos (reação visível de aglutinação em ambos). Os resultados indicam o tipo de antígenos presentes nas hemácias, determinando o grupo sanguíneo AB.
- ✓ Análise dos resultados: Com base nos aglutinados observados no teste, determina-se que Murilo é do tipo sanguíneo AB.
- ✓ Seleção de sangue para transfusão: Murilo é do tipo AB, ele pode receber sangue dos tipos: A, B, AB e O.
- ✓ Conclusão: A hipótese foi confirmada. A realização do teste de tipagem sanguínea permitiu identificar o tipo sanguíneo de Murilo, possibilitando a seleção de um doador compatível para realização de uma transfusão segura e eficiente.



Figura 12-Resolução do caso 1

- Caso 2-Banco de sangue

Apresentação do caso: Um banco de sangue recebe uma remessa para ser armazenada em seu estoque. As bolsas de sangue foram enumeradas de 1 a 4, com a quantidade de cada uma:

- ✓ 2 litros de sangue da amostra 1;
- ✓ 3 litros de sangue da amostra 2;
- ✓ 1,5 litros de sangue da amostra 3;
- ✓ 3,5 litros de sangue da amostra 4;

Antes de estocar o sangue precisa-se identificar o tipo sanguíneo de cada amostra. Surge uma emergência, é necessário a realização de transfusões em três pacientes, cujas amostras de sangue precisam ser coletadas para a identificação do tipo sanguíneo. Considerando o estoque apenas da remessa em questão, qual o volume de sangue disponível para cada um deles.

Com o objetivo de introduzir o funcionamento de um banco de sangue e explorar a compatibilidade entre os diferentes tipos sanguíneos, a atividade foi planejada para desenvolver habilidades analíticas e práticas. Por meio da simulação de um cenário real, os alunos tomaram decisões baseadas em informações específicas, trabalhando em equipe e colaborando de maneira eficaz para a resolução de problemas.

No procedimento, água e vinagre foram empregados para representar os reagentes, simulando reações de aglutinação positivas e negativas conforme as características de cada amostra. Utilizando uma pipeta, os alunos depositaram duas gotas de sangue artificial em cada

lado da lâmina, adicionaram uma gota do reagente anti-A em um lado e anti-B no outro, misturando com um palito de madeira e registrando os resultados observados.

Descrição da execução do procedimento feito pelos alunos:

Abaixo, a transcrição de algumas falas durante a interação dialógica:

Aluna 1: “Eu posso anotar os resultados na tabela.”

Aluno 2: “Vamos começar analisando a Amostra 1. Reação do anti-A negativa, anti-B negativa... Isso é tipo O!”

Aluno 3: "Anota aí, aluna 1: O com 2 litros.”

Aluna 4: “Amostra 2, deixa eu ver... Anti-A negativo e anti-B positivo.”

Aluna 5: “Então isso é A!”

Aluna 4: “Não! Anti-A deu negativo...É B! Anota aí aluna 1: Amostra 2 é B com 3 litros.”

Aluno 2: “Amostra 3 ...Anti-A positivo e anti-B negativo.”

Aluna 4: “Esse é A então! E tem 1,5 litros de sangue.”

Aluno 2: “Amostra 4 ...Anti-A e anti-B positivo. É tipo O?”

Aluna 1: “Não é não! É tipo AB!”

Aluno 2: “É mesmo! A aglutinação determina a presença do antígeno! Então AB tem disponível 3,5 litros.”

Aluna 1: “Ok! Agora vamos para questão b atender as emergências.”

Aluno 3: “Amostra do Carlos... ...Anti-A positivo e anti-B negativo.”

Aluna 1: “Certo! Carlos é A! Recebe de A e AB”

Aluno 3: “Não aluna 1! Não pode receber de AB! O antígeno B irá causar rejeição! Pode receber de A e de O! Somando temos disponível para Carlos 3,5 litros... 1,5 litros do tipo A e 2 litros do tipo O.”

Aluna 4: “Amostra do João... Anti-A e anti-B negativo, tipo O! Só recebe dele mesmo! Então 2 litros para transfusão!”

Aluno 2: “Amostra da Maria... Anti-A e anti-B positivo! Agora eu sei (risos) é AB!”

Aluna 1: “AB recebe de todo mundo, então é só somar os volumes das amostras da outra tabela, que dá 10 litros disponíveis.”

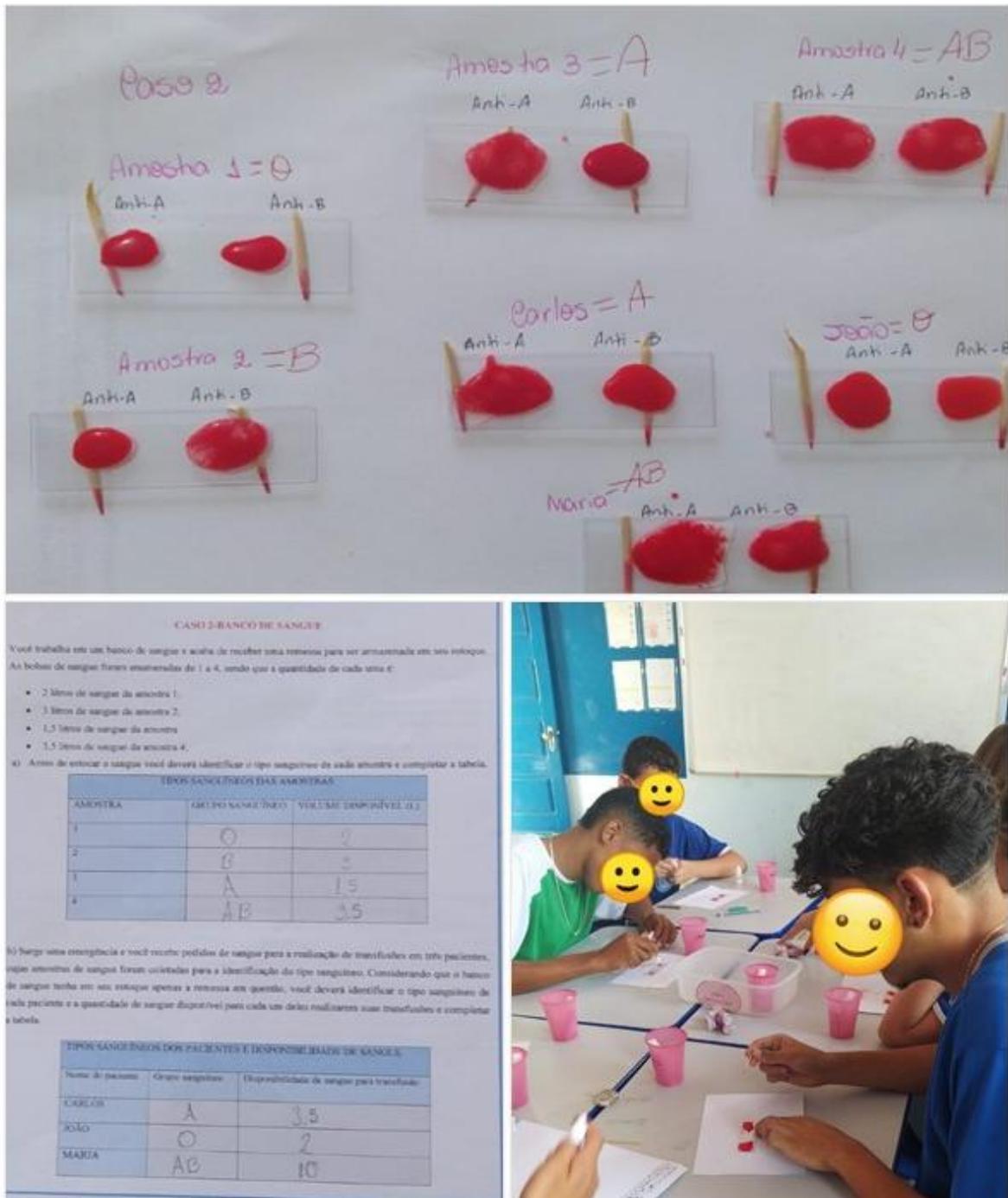


Figura 13- Resolução do caso 2

- Caso 3-Doença hemolítica do recém-nascido

Apresentação do caso: Ana e Carlos são um casal que espera seu segundo filho. Durante a primeira gestação, o bebê nasceu saudável, mas Ana teve complicações no final da gravidez e

precisou de acompanhamento médico específico. Na segunda gestação, os médicos informaram, a Ana e Carlos, o risco de o bebê desenvolver **eritroblastose fetal**. O casal ficou preocupado e não entendeu como isso seria possível, já que o primeiro filho nasceu sem problemas. É necessário investigar o caso e ajudar Ana e Carlos a entender o que está acontecendo por meio dos testes de tipagem sanguínea para o fator Rh.

O objetivo desta simulação foi investigar o risco de eritroblastose fetal (DHRN) no segundo filho de Ana e Carlos, que ficaram preocupados com a possibilidade de complicações, apesar do primeiro filho ter nascido sem problemas. A simulação se concentrou em ajudar os alunos a entenderem como a incompatibilidade Rh pode afetar a gestação e como as complicações podem ser evitadas ou tratadas. Além da simulação de tipagem sanguínea para o fator Rh, foi direcionada duas questões para serem discutidas e respondidas:

- Questão 1: Explique o que acontece no organismo da mãe quando ela tem fator Rh negativo e o bebê tem fator Rh positivo.
- Questão 2: Por que isso não afeta o primeiro bebê, mas pode afetar as gestações seguintes?

Houve uma considerável discussão em torno das questões propostas. Entre os casos apresentados, este foi o que gerou mais dúvidas. A intervenção da professora foi necessária para orientar as respostas e fornecer algumas pistas. O objetivo foi parcialmente alcançado, uma vez que alguns alunos só compreenderam plenamente o conceito de eritroblastose fetal na etapa três, quando realizaram pesquisas adicionais para a construção dos jogos. Foi nesse momento que alguns alunos relataram uma compreensão mais clara sobre o tema.

Com base na aplicação e resolução do caso três, vimos a necessidade de incorporar ao roteiro orientações mais específicas sobre a realização do teste de tipagem sanguínea para o fator Rh, além de um pequeno texto que sirva como referência para o desenvolvimento do caso. O roteiro adaptado encontra-se na sequência didática (Apêndice F).

Algumas falas durante a discussão:

Aluno 1: “Quando a mãe tem Rh negativo e o bebê tem Rh positivo, o sistema imunológico da mãe pode produzir anticorpos contra o sangue do bebê. Esses anticorpos podem prejudicar o bebê em gestação futura.”

Aluno 2: “Se o sangue do bebê Rh positivo entra na circulação da mãe, ela pode começar a produzir anticorpos. Esses anticorpos podem atacar o bebê em uma gestação seguinte.”

Aluno 3: “Não acontece nada, o sangue da mãe e do bebê nunca se misturam, então não há risco.”

Professora: “Isso não é verdade, o sangue pode entrar em contato, principalmente durante o parto.”

Aluno 4: “A mãe com Rh negativo sempre vai ter problemas se o bebê for Rh positivo, independentemente de qualquer coisa.”

Professora: “Isso não é certo. A mãe só terá problemas se ela já tiver sido sensibilizada com sangue Rh positivo antes.”



Figura 14-Resolução do caso 3

- Explique o que acontece no organismo da mãe quando ela tem fator Rh negativo e o bebê tem fator Rh positivo.

O organismo da mãe produz anticorpos contra o sangue do bebê.

- Por que isso não afeta o primeiro bebê, mas pode afetar as gestações seguintes?

Na primeira gestação, mesmo com incompatibilidade no sistema Rh, não costumam apresentar consequências graves. No entanto, nas gestações seguintes, o organismo da mãe que já está sensibilizado, destrói as hemácias.

Rh positivo.

Quando o sangue do bebê entra em contato com o sangue da mãe, o corpo da mãe encara como uma ameaça.

- Por que isso não afeta o primeiro bebê, mas pode afetar as gestações seguintes?

Pois ela enxerga como uma ameaça e tenta expulsá-lo pela primeira experiência de parto.

- Explique o que acontece no organismo da mãe quando ela tem fator Rh negativo e o bebê tem fator Rh positivo.

É possível que aconteça a Eritroblastose fetal, onde o sangue da mãe cria anticorpos contra o sangue do bebê.

- Por que isso não afeta o primeiro bebê, mas pode afetar as gestações seguintes?

Por causa do sangue do bebê.

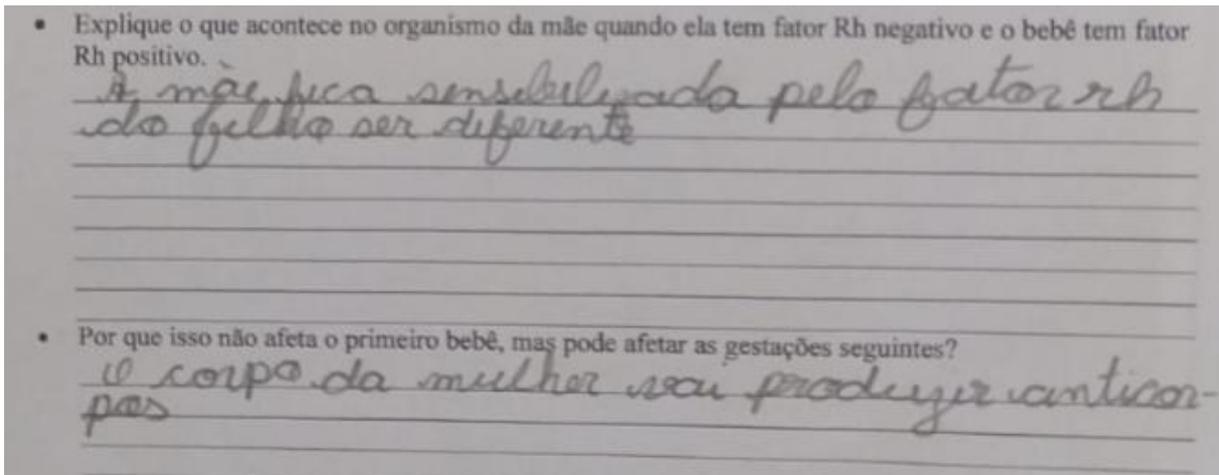


Figura 15-Resposta dos grupos ao caso 3

- Caso 4- Herança dos grupos sanguíneos e exclusão de paternidade

Apresentação do caso: Joana, mãe de uma menina chamada Luísa, está envolvida em uma disputa legal para determinar se Paulo, seu ex-namorado, é o pai biológico de Luísa. O juiz determinou que, antes de qualquer teste genético mais avançado, fosse feita uma análise dos grupos sanguíneos para verificar a possibilidade de Paulo ser o pai. É necessário investigar se a herança dos grupos sanguíneos pode ser usada para excluir Paulo como pai biológico de Luísa, com base nas informações sobre os grupos sanguíneos dos envolvidos.

O objetivo deste estudo de caso foi analisar a influência dos grupos sanguíneos dos pais na determinação do grupo sanguíneo dos filhos, com base na herança genética dos alelos A, B e O. Embora a análise dos grupos sanguíneos possa fornecer indícios sobre a paternidade, ela não constitui uma ferramenta conclusiva para excluir ou confirmar a paternidade, considerando as limitações nas conclusões que podem ser obtidas unicamente por meio dessa abordagem.

Assim como nos outros estudos de caso, os alunos fizeram os testes nas placas de vidro para identificar o tipo sanguíneo de Joana (mãe), Paulo (pai) e Luísa (filha).

A seguir, apresentamos a transcrição das conversas durante a interação dialógica:

Aluno 1: “Se Joana tem o grupo sanguíneo B, ela pode ter alelos $I^B I^B$ e $I^B i$, certo?”

Aluna 2: “Sim, Joana tem pelo menos um alelo I^B , e o outro alelo pode ser i , já que o O é recessivo.”

Aluno 3: “E Paulo, com o grupo AB, tem um alelo I^A e um alelo I^B , já que ele tem os dois alelos dominantes.”

Aluno 1: “Luísa tem o grupo O, então ela deve ter herdado um alelo i de cada um dos pais.”

Aluno 4: “Joana pode passar o alelo i , mas Paulo não tem alelo i , ele tem um alelo I^A e um alelo I^B . Então, ele não poderia passar um alelo i .”

Aluno 3: Isso significa que Paulo não poderia ser o pai de Luísa, porque ele não tem um alelo i para passar. Apenas Joana poderia passar o alelo i .”

A herança dos alelos foi claramente compreendida pelos alunos, que chegaram rapidamente a uma conclusão precisa. É importante mencionar que, ao longo do processo, os alunos adquirem uma alfabetização científica e começam a usar termos técnicos, revelando aprendizado e domínio do tema. O objetivo foi alcançado com êxito em todos os grupos.

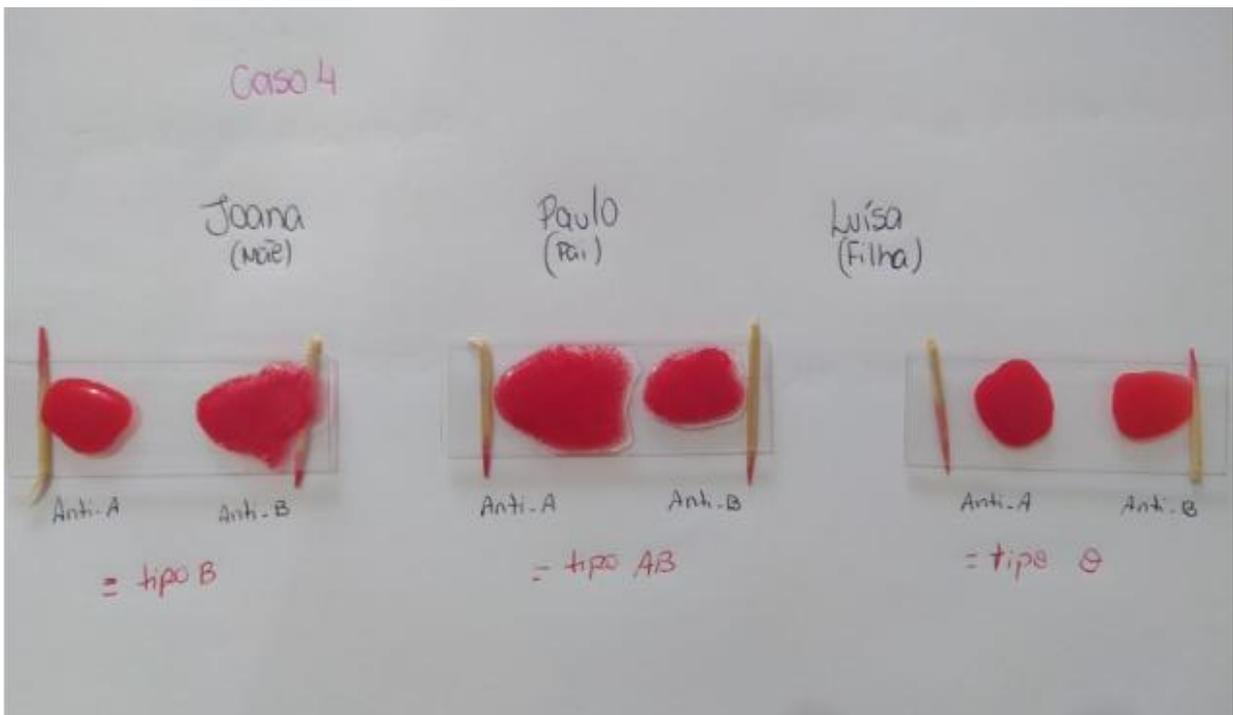


Figura 16- Resolução do caso 4

Joana, mãe de uma menina chamada Luísa, está envolvida em uma disputa legal para determinar se Paulo, seu ex-namorado, é o pai biológico de Luísa. O juiz determinou que, antes de qualquer teste genético mais avançado, fosse feita uma análise dos grupos sanguíneos para verificar a possibilidade de Paulo ser o pai.

Você foi encarregado de investigar se a herança dos grupos sanguíneos pode ser usada para **excluir** Paulo como pai biológico de Luísa, com base nas informações sobre os grupos sanguíneos dos envolvidos.

| Nome | Grupo sanguíneo |
|---------------|-----------------|
| JOANA (mãe) | B |
| PAULO (pai) | AB |
| LUÍSA (filha) | O |

Com base nas informações fornecidas sobre os grupos sanguíneos de Joana, Paulo e Luísa, é possível excluir Paulo como pai de Luísa apenas pela análise de grupos sanguíneos? Justifique sua resposta.

Não. A Luísa não pode ser filha de Paulo devido ao pai ser AB e a filha O.

Figura 17- Resposta do caso 4

Integrar os conceitos de Genética ao conhecimento sobre grupos sanguíneos representa uma abordagem alternativa de ensino, permitindo que o aluno assuma um papel ativo em seu próprio aprendizado. Isso também contribui para conectar os conteúdos teóricos ao seu cotidiano (MIRANDA e TORRES, 2018). Além disso, a escola se configura como um ambiente propício para o desenvolvimento de práticas com impacto social, uma vez que desempenha um papel fundamental na formação de valores e no estímulo à cidadania, possibilitando que o conhecimento adquirido vá além do espaço escolar (SANTOS e LIMA, 2020).

Nesse contexto, abordar temas como a transfusão e doação de sangue no ensino pode incentivar os estudantes a gerar impactos positivos na sociedade, promovendo uma maior conscientização sobre sua responsabilidade social.

Sob a ótica de docente, a simulação de caso clínicos foi o ponto alto do trabalho. O engajamento dos alunos foi perceptível e admirável. Eles se empenharam nas investigações e a dinâmica foi rica em argumentações. Os discentes falaram várias vezes: “Traz mais atividades

assim!"; "A melhor aula que a gente já teve!" ;"Gente! Depois dessa aula quero fazer uma faculdade na área da saúde!".

Etapa 3: Criação dos jogos para reforçar a compreensão do conteúdo

A utilização de jogos educativos demonstrou ser uma ferramenta eficaz para estimular a curiosidade e o interesse dos estudantes no processo de aprendizagem. Considerando que diversas obras acadêmicas apontam inúmeras dificuldades enfrentadas pelos alunos do ensino médio em relação aos conteúdos de Genética. A criação de jogos teve como propósito desenvolver um jogo digital lúdico e interativo.

O processo de planejamento começou com a pesquisa das ferramentas disponíveis para a criação de jogos digitais, priorizando plataformas gratuitas que não exigissem um conhecimento avançado em programação.

A escolha levou em conta a necessidade de criar uma ferramenta atrativa para o público jovem e com um caráter lúdico, também foi realizada a delimitação dos conteúdos de genética, mais precisamente sistema ABO e fator Rh, seguindo as diretrizes nacionais para o ensino médio e buscando atender às competências e habilidades previstas para essa fase da educação.

Cada grupo expressou o desejo de desenvolver um jogo distinto, utilizando plataformas variadas. Para estimular a criatividade dos alunos, optou-se por testar diferentes tipos de jogos virtuais. Os critérios para a criação dos jogos foram baseados, principalmente, na facilidade de acesso e na atratividade.

As plataformas utilizadas para o desenvolvimento das atividades foram *Kahoot*, *Genially*, *Wordwall* e *Interacty*. Os modelos de jogos elaborados incluíram: quiz, jogo da força e jogo da memória.

Os jogos desenvolvidos são adequados para estudantes do ensino fundamental e médio, pois combinam conteúdo teórico e lúdico, facilitando o aprendizado de maneira interativa. As formas de interação com os jogos são acessíveis, não demandando habilidades avançadas no manuseio de mídias, já que as interações se restringem a ações simples, como clicar, arrastar, selecionar e soltar elementos.

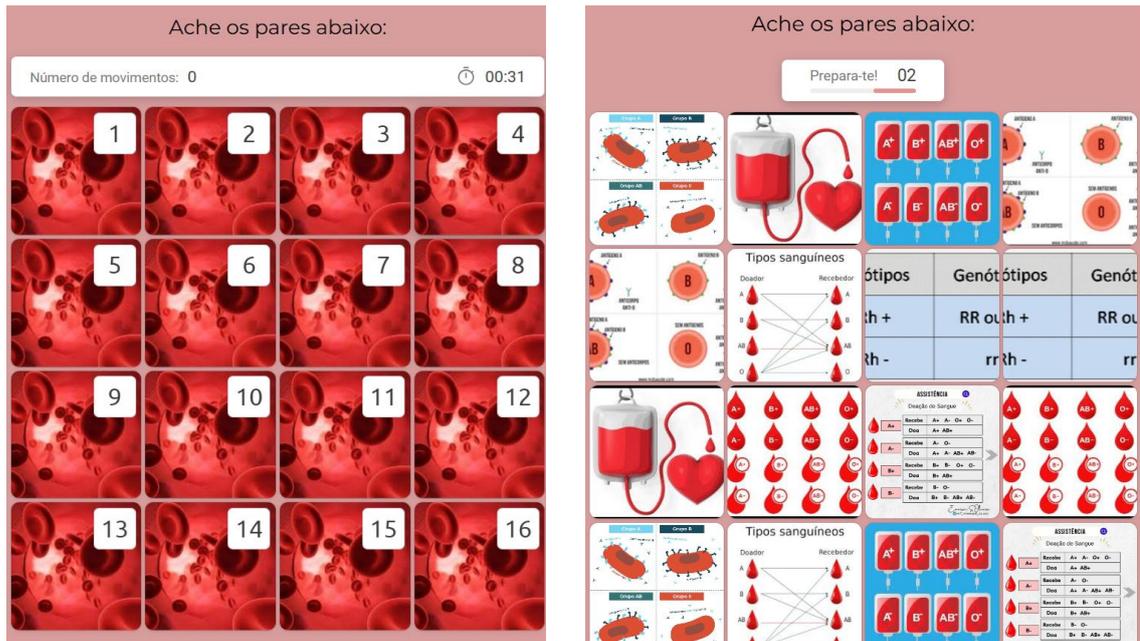


Figura 18- Print da tela do jogo produzido pelo grupo 1- Jogo da memória²

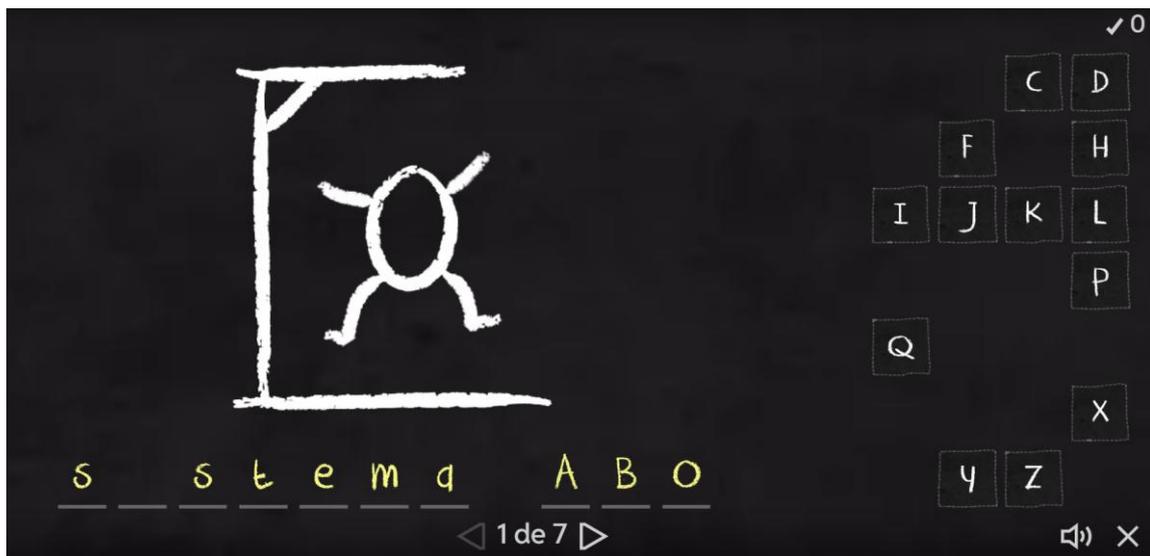


Figura 19- Print da tela do jogo produzido pelo grupo 2- Jogo da forca³

² Disponível em <https://interacty.me/projects/e6755ec0eb32d0ee>. Acesso em: 09 jan. 2025.

³ Disponível em: <https://wordwall.net/play/79263/868/923>. Acesso em: 09 jan.2025.



Figura 20- Print da tela do jogo produzido pelo grupo 3- *Quizz*⁴

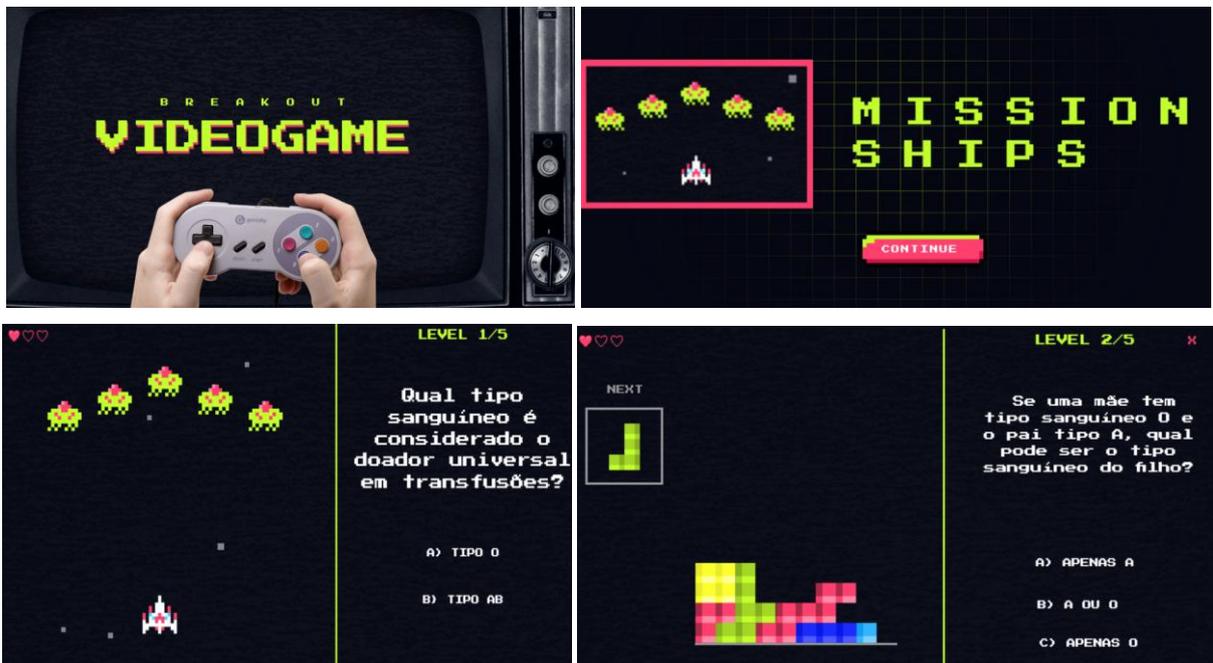


Figura 21-Print da tela do jogo produzido pelo grupo 4- *Quizz videogame*⁵

A atividade foi extremamente prazerosa, proporcionando um momento de aprendizado lúdico e colaborativo. Os alunos ficaram tão engajados que decidiram levar a experiência para casa, criando e jogando outras versões por conta própria. Essa iniciativa demonstra como

⁴ Disponível em: <https://create.kahoot.it/share/grupos-sanguineos-prof-elionay/97e7b0ba-1a03-4ec1-b833-4eb8f256b55b>. Acesso em: 09 jan.2025.

⁵ Disponível em: <https://view.genially.com/672644a48e41e2853f28cdc0/interactive-content-breakout-videoga>. Acesso em: 09 jan. 2025.

práticas educativas interativas podem despertar a criatividade, estimular o interesse contínuo pelo aprendizado e promover a autonomia dos estudantes. Além disso, a motivação gerada por essa atividade reforça a importância de metodologias ativas na educação, que conectam o aprendizado escolar com o cotidiano dos alunos.

É importante destacar a limitada utilização de recursos tecnológicos como ferramentas didáticas, um fenômeno que está relacionado ao fato de que alguns professores se sentem intimidados e despreparados para incorporar essas tecnologias em suas práticas pedagógicas. Isso se deve à rápida difusão e adoção dessas ferramentas pela sociedade. Tal cenário representa um desafio que exige dos educadores o domínio dessas tecnologias, de modo a orientar seus alunos quanto ao uso adequado em benefício da aprendizagem, além de apresentar as potencialidades e limitações dessas ferramentas (GIASSI; RAMOS, 2016).

Giassi e Ramos (2016) apontam para um desafio central enfrentado pelas escolas: a limitação no uso de recursos tecnológicos como ferramentas didáticas, que está intimamente relacionada à falta de preparação dos professores para incorporar essas tecnologias em suas práticas pedagógicas. De acordo com os autores, muitos docentes se sentem intimidados e despreparados para adotar essas ferramentas, um reflexo da rápida difusão e adoção das tecnologias na sociedade. Esse aspecto, embora aparentemente positivo em termos de acesso à informação e novas possibilidades de ensino, revela uma lacuna significativa na formação dos professores, que, na sua maioria, não recebeu preparação suficiente para integrar as novas ferramentas tecnológicas de forma eficaz.

É importante destacar que a resistência à mudança e a falta de confiança no uso de tecnologias são questões frequentemente observadas no cotidiano das escolas. Muitos educadores, embora conscientes das vantagens do uso de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem, ainda se sentem inseguros quanto à aplicação desses recursos em sala de aula.

A questão da formação docente contínua surge como uma resposta crucial para superar esse desafio. Como sugerem Giassi e Ramos (2016), os professores precisam não apenas ser capacitados para utilizar as tecnologias de forma técnica, mas também desenvolver uma compreensão crítica sobre suas potencialidades e limitações. A formação, portanto, deve ir além da simples aprendizagem de ferramentas e incluir uma reflexão pedagógica sobre como essas ferramentas serem integradas ao currículo escolar de forma para melhorar a aprendizagem dos alunos.

Além disso, embora as tecnologias tragam inúmeras potencialidades, como o acesso a conteúdo atualizado e a possibilidade de personalização do aprendizado, também apresentam limitações que não podem ser ignoradas. Por exemplo, o uso excessivo de tecnologias pode levar à distração dos alunos e até mesmo ao isolamento social, caso o uso de ferramentas digitais substitua a interação presencial. Por outro lado, a falta de recursos tecnológicos em algumas escolas ainda representa um grande obstáculo para a adoção dessas ferramentas de maneira equitativa. Nesse sentido, é importante que os educadores saibam tanto das vantagens quanto às limitações do uso dessas ferramentas, de modo a orientar os alunos de forma crítica e responsável no ambiente digital.

Portanto, ao considerar o panorama apresentado por Giassi e Ramos (2016), é evidente que, para superar os desafios da adoção de tecnologias no ensino, é necessário que haja uma aproximação mais estreita entre a realidade tecnológica da sociedade e a prática pedagógica nas escolas. Para isso, a formação dos professores deve ser vista como um processo contínuo e dinâmico, que não se limita ao domínio de ferramentas, mas também ao desenvolvimento de uma prática pedagógica inovadora e reflexiva que prepara os alunos para o uso consciente e ético das tecnologias em suas vidas acadêmicas e profissionais.

Etapa 4 – Conclusão

Para que a aprendizagem significativa ocorra, são necessários dois fatores essenciais: a presença de um material de aprendizagem potencialmente significativo e a disposição do aprendiz em estabelecer conexões entre o novo conhecimento e os elementos já presentes em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011). Nesse contexto, Mansilla *et al.* (2017) destacam a importância de o estudante vivenciar o prazer da descoberta e desenvolver um encantamento pela ciência. Essa relação de encantamento deve ser recíproca entre professor e aluno, de modo a transformar as atividades em sala de aula em experiências mais acessíveis, criativas, intuitivas e realizadas com otimismo e entusiasmo.

Dessa forma, esta pesquisa destacou a relevância do uso de mapas mentais no ensino de Biologia, com ênfase no conteúdo de herança dos grupos sanguíneos. Observou-se que esses recursos atuam como ferramentas metodológicas que valorizam as percepções e representações dos estudantes, promovendo o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa.

Durante a construção do mapa conceitual o estudante decide quais conceitos são mais relevantes e quais as suas conexões em um corpo de reconhecimento (TAVARES, 2005). Assim, ao decidirem quais conexões serão feitas, ocorre a reconciliação integradora, onde os conceitos mais específicos se inter-relacionam para tornar o conceito geral mais elaborado.

A proposta desta atividade buscou proporcionar autonomia aos estudantes, realizada de forma individual, incentivando-os a se tornarem protagonistas no desenvolvimento de seus próprios materiais de estudo. A mediação ocorreu por meio de orientações específicas sobre a elaboração dos mapas mentais, de forma que se adequassem ao formato de uma folha A4. Para isso, os discentes tinham a liberdade de optar por uma palavra-chave ou uma imagem central que representasse o tema e sintetizasse o que aprenderam durante as etapas anteriores. A partir desse elemento central, ramificações poderiam ser criadas utilizando frases curtas, com destaque para palavras principais, complementadas por cores, imagens ou figuras relacionadas ao conteúdo. A construção dos mapas mentais permite a organização das ideias de maneira clara e lógica, promovendo o estímulo ao raciocínio dos estudantes.

Considerando que esse tipo de atividade apresenta alta receptividade por parte dos alunos desta turma, essa etapa da sequência didática desempenhou um papel fundamental na consolidação dos conhecimentos adquiridos nas atividades anteriores. Além disso, esta abordagem proporcionou à professora uma oportunidade para realizar uma análise do progresso individual dos estudantes, bem como a identificação de possíveis lacunas no entendimento.

A seguir, apresentamos algumas amostras dos mapas mentais elaborados pelos alunos, selecionados aleatoriamente para ilustrar a diversidade de ideias e perspectivas presentes na atividade.

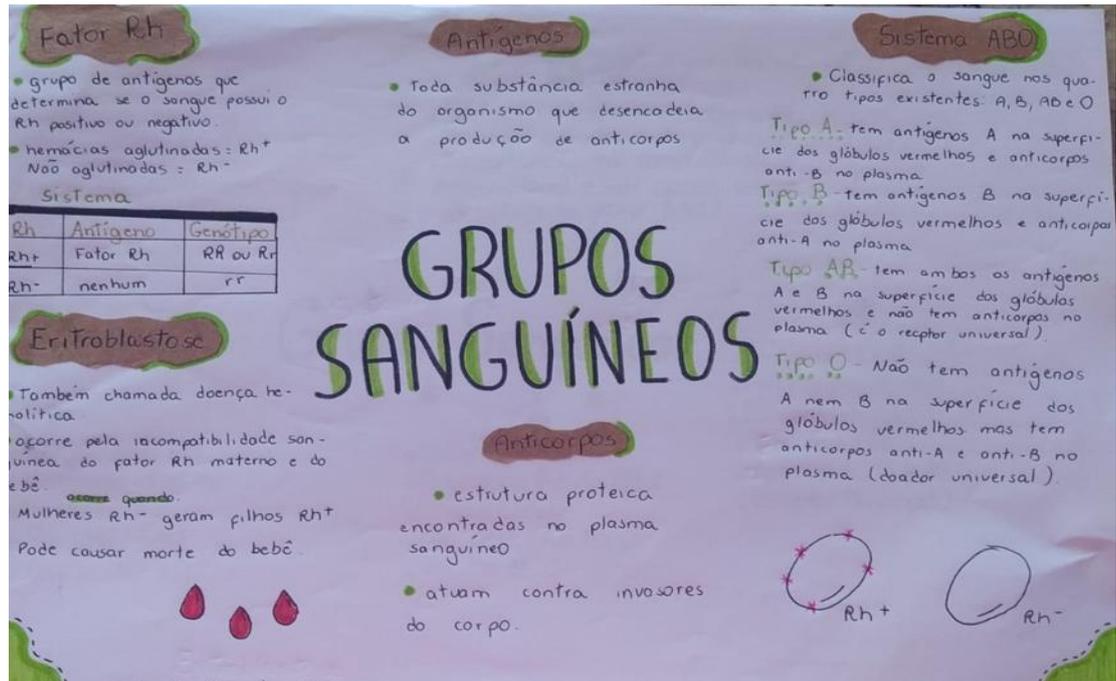


Figura 22- Mapa mental 1

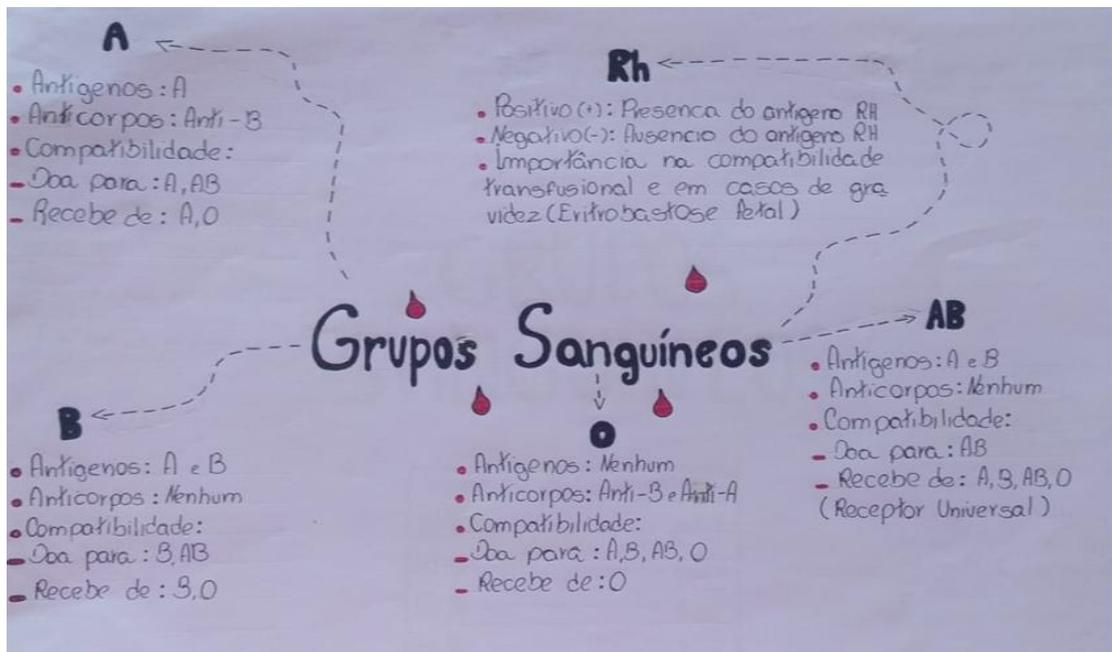


Figura 23- Mapa mental 2

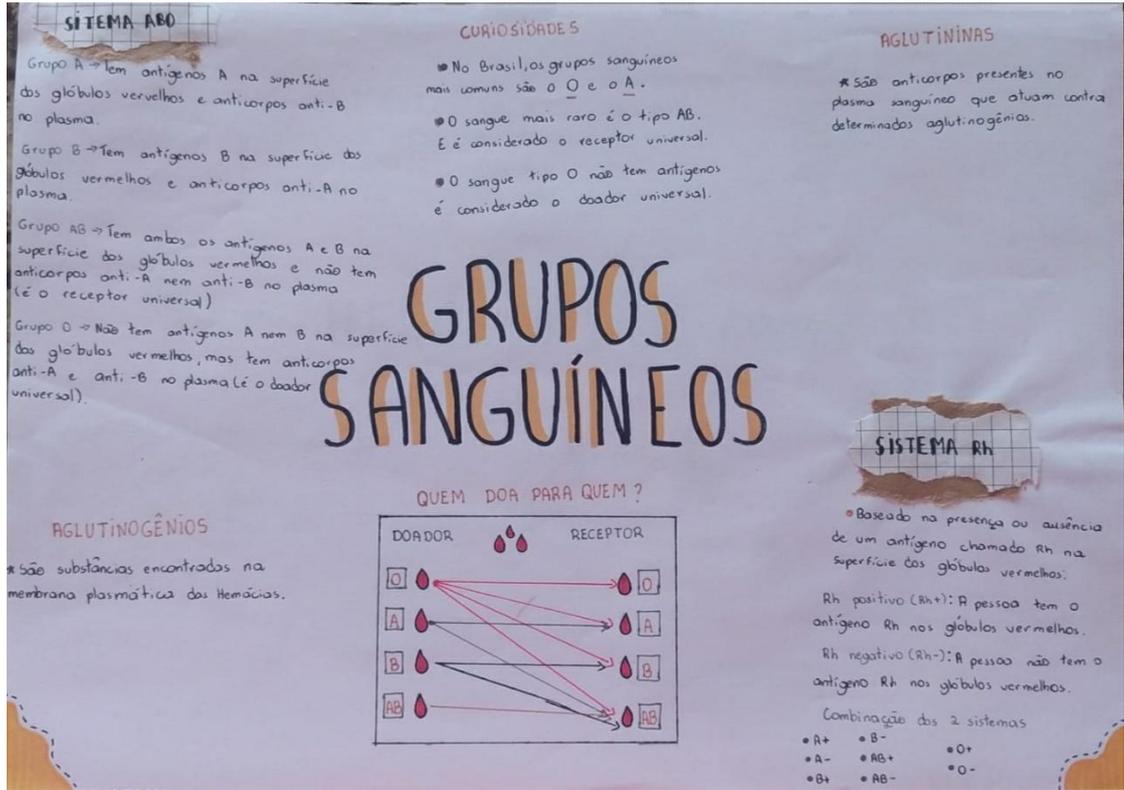


Figura 24- Mapa mental 3

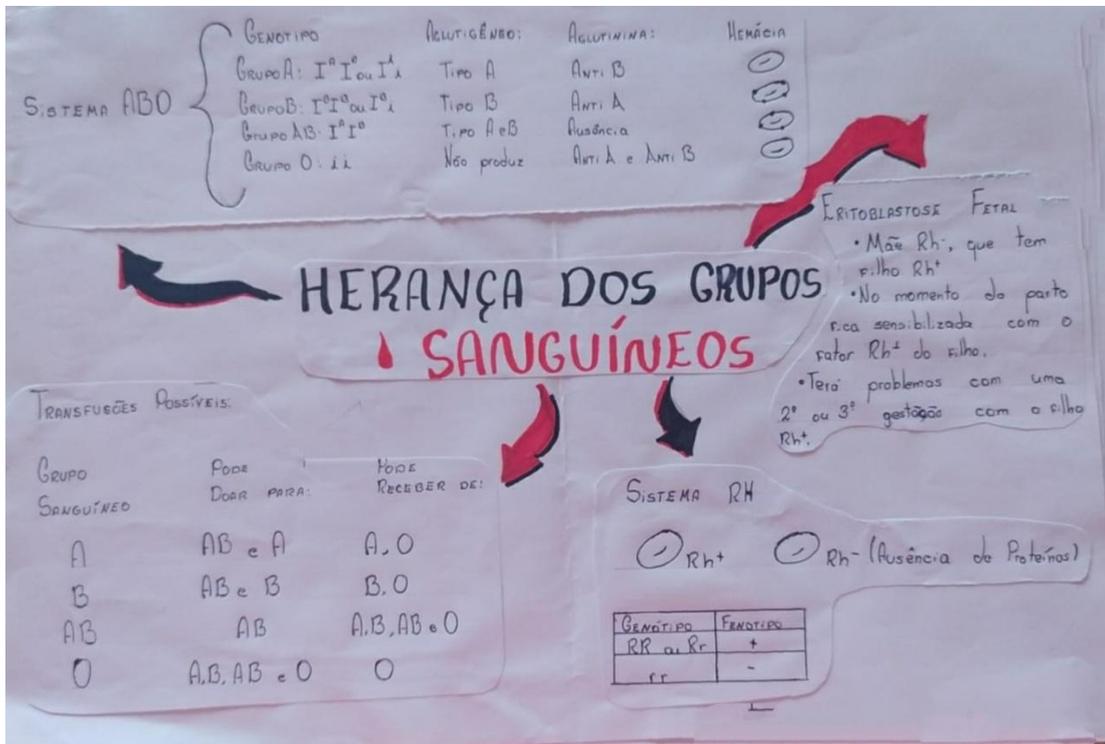


Figura 25-Mapa mental 4

5.1 Recursos educacionais

Como produtos educacionais, foram elaborados, a sequência didática e os jogos didáticos, resultado do desenvolvimento de uma metodologia pedagógica diferenciada voltada para o ensino de Biologia, havendo a possibilidade de adequação para qualquer outra disciplina.

- PRODUTO I– Sequência didática. A sequência didática foi elaborada pela professora/pesquisadora, com o objetivo de orientar e sugerir a aplicação da metodologia no ensino médio, mediante a utilização da abordagem investigativa.
- PRODUTO II – Jogos didáticos. Os jogos didáticos foram desenvolvidos pelos alunos participantes da pesquisa, conforme descrito ao longo deste trabalho. Eles estão disponíveis por meio dos *links* inseridos no texto.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A execução do projeto incentivou os alunos a realizar pesquisas, levantar questionamentos e formular hipóteses, com o objetivo de compreender conceitos básicos relacionados à hereditariedade dos grupos sanguíneos no contexto de suas vidas cotidianas.

O ensino baseado em metodologias ativas, como a simulação de casos clínicos, despertou o envolvimento dos estudantes na resolução de problemas, promovendo a exploração de ferramentas e ambientes de aprendizagem que, até então, não tinham sido utilizados.

O desenvolvimento dessa abordagem evidenciou que a alfabetização científica, conforme descrita por Sasseron e Carvalho (2011), foi efetivamente estimulada entre os alunos. Isso se deu pela análise crítica de situações diversas e pela busca de soluções para desafios apresentados ao longo do trabalho. A construção dessa alfabetização, ao enfatizar a relevância dos grupos sanguíneos, proporcionou uma conexão significativa entre o aprendizado e a realidade vivenciada pelos alunos.

A estratégia proposta demonstrou eficácia no processo de ensino-aprendizagem em Genética, promovendo o desenvolvimento de diversas competências e posicionando o aluno como agente central de sua formação. Ao longo da sequência didática, foi possível observar um avanço significativo nas competências dos alunos, evidenciado pelo desempenho ao final do processo.

É importante destacar que, em turmas com menor desenvolvimento, o ensino de conceitos complexos, como os da Genética, pode inicialmente parecer desafiador. A literatura aponta que estudantes com lacunas de aprendizagem podem ter maior dificuldade em integrar novos conhecimentos, especialmente em áreas que exigem a compreensão de processos biológicos abstratos, como a herança genética (ROSA e ALMEIDA, 2021). No entanto, a aplicação de metodologias ativas, como a estratégia proposta, favoreceu a construção gradual de conhecimento, permitindo que os alunos se tornassem protagonistas de sua aprendizagem.

A escolha dessa turma, com características de baixo desempenho, foi estratégica, pois permitiu avaliar o impacto de práticas pedagógicas mais dinâmicas e centradas no aluno. De acordo com estudos sobre o ensino de genética, abordagens que favorecem a participação ativa e a contextualização dos conteúdos, como o uso de atividades práticas e estudos de caso, resultam em uma compreensão mais sólida e duradoura dos conceitos (OLIVEIRA et al., 2020).

Os resultados positivos indicam que, mesmo em contextos desafiadores, é possível promover a aprendizagem significativa. Isso reforça a ideia de que o papel do educador é essencial na criação de um ambiente de aprendizado que, além de transmitir o conteúdo, motive e engaje o aluno, permitindo-lhe superar dificuldades iniciais e alcançar altos níveis de compreensão (ROSA e ALMEIDA, 2021).

O emprego de tecnologias acessíveis no ensino de Biologia mostrou-se uma forma eficaz de tornar o conteúdo mais envolvente e de valorizar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o uso de ferramentas digitais. Essa prática revelou uma nova aplicação para essas tecnologias, direcionando-as à aquisição de conhecimentos, além de seus usos tradicionais, como entretenimento ou interação virtual.

Vale ressaltar que a metodologia é extremamente acessível, não exige investimentos financeiros e pode ser aplicada utilizando dispositivos móveis dos próprios estudantes. As plataformas utilizadas para a criação dos jogos são gratuitas e de fácil acesso, demonstrando a possibilidade de integrar práticas pedagógicas inovadoras que fazem uso de recursos já presentes no cotidiano dos alunos.

Por fim, foram desenvolvidos jogos educativos relacionados a conteúdos de Biologia, os quais não apenas auxiliaram na construção de conhecimentos específicos da disciplina, mas também proporcionaram um aprendizado sobre o processo de elaboração desses materiais. Além disso, ficou evidente que a metodologia adotada foi eficaz na construção do saber, ao empregar ferramentas familiares aos estudantes e ao permitir que eles assumissem um papel ativo e protagonista em seu processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio.** Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2006.
- BRASIL. Lei n. 11.794, de 8 de outubro de 2008. **Regulamenta o inciso VII do §1º do art. 225 da Constituição Federal**, estabelecendo procedimentos para o uso científico de animais; revoga a Lei n. 6.638, de 8 de maio de 1979; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 dez. 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular: ensino médio.** Brasília, DF: MEC/SEB, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. de et al. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- CESCHIM, B.; CALDEIRA, A. M. A. **Fenótipos dominantes e recessivos: distorções conceituais de professores de biologia em formação.** Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias, v. 22, n. 2, p. 212-236, 2023.
- FAVARETTO, J. A. **Biologia e diversidade.** 3. ano, 1ª ed. São Paulo: FTD, 2016.
- GEE, J. P. **What video games have to teach us about learning and literacy.** 2. ed. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
- GIACÓIA, L. R. D. **Conhecimento básico de genética: concludentes do ensino médio e graduandos de ciências biológicas.** 2006. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2006.
- GIASSI, M. G.; RAMOS, M. C. **Tecnologias da informação e comunicação no ensino e aprendizagem de ciências.** Revista Dynamis, Blumenau, v. 22, n. 2, p. 52-62, 2016.
- KIRRIEMUIR, J.; McFARLANE, A. **Literature review in games and learning.** Bristol: Futurelab, 2004.
- KNÜPPE, L. **Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do ensino fundamental.** Educar em Revista, Curitiba, p. 277-290, 2006.
- LEITE, P. S.; MENDONÇA, V. G. **Diretrizes para game design de jogos educacionais.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GAMES E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 2013, São Paulo. Anais [...]. p. 132-141.
- LEWIS, J. **Genes, chromosomes, cell division and inheritance – do students see any relationship?** International Journal of Science Education, v. 22, n. 2, p. 177-195, 2000.
- LOUVRE. Disponível em: <http://www.louvre.fr>. Acesso em: 20 dez. 2024.

MANSILLA, D. E. P.; HARDOIM, E. L.; FERREIRA, L. A. D. **Necessidades educacionais do cego e de pessoas com baixa visão.** Cuiabá: UFMT, 2017.

MANOLO, J. et al. **Doença hemolítica do recém-nascido.** In: VALIDO, A. M. et al. Consensos nacionais neonatologia. Coimbra: Sociedade Portuguesa de Pediatria, 2004. p. 139-142. Disponível em: http://www.spp.pt/UserFiles/File/Consensos_Nacionais_Neonatologia_2004/Doenca_Hemolitica_RecemNascido.pdf. Acesso em: 2 jan. 2025.

MARCOS ROMANO, A.; LIMA SOUZA, H. M. de; SILVA NUNES, J. R. da. **Contribuição do jogo didático “Conhecendo os invertebrados” para o ensino de biologia.** Revista Prática Docente, [S. l.], v. 5, n. 1, p. 325–343, 2020. DOI: 10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n1.p325-343.id621. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/492>. Acesso em: 22 abr. 2025.

MELLO, P. F. T. C. de; 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, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 918–936, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i6.2683. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2683>. Acesso em: 1 set. 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **Currículo referência de Minas Gerais.** Belo Horizonte, MG: SEE/MG, 2024.

MIRANDA, E. **O uso de aulas práticas investigativas na consolidação do aprendizado e na vivência do método científico: uma abordagem sobre grupos sanguíneos do sistema ABO.** Belo Horizonte: UFMG, 2014. Disponível em: <http://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/monografias/ENCI/2014/Edivan%20Miranda.pdf>. Acesso em: 8 jan. 2025.

MIRANDA, E.; TORRES, F. E. **Uso de aulas práticas investigativas na consolidação da aprendizagem e vivência do método científico: uma abordagem sobre grupos sanguíneos do sistema ABO.** Experiência em Ensino de Ciências, v. 13, n. 4, p. 323-338, 2018.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011. 179 p.

MULINARI, M. H.; FERRACIOLI, L. **A utilização da tecnologia da informação no ensino de biologia: um experimento com um ambiente de modelagem computacional.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 1, n. 1, p. 98-115, jan./abr. 2008. DOI: 10.3895/S1982-873X2008000100007. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/227>. Acesso em: 8 jan. 2025.

OLIVEIRA, A. **Sangue fake para suas aulas de sistema ABO: uma aula do Doc que me impactou.** Disponível em: <https://www.profandressabio.com/post/sangue-fake-para-suas-aulas-de-sistema-abo-uma-aula-do-doc-que-me-impactou>. Acesso em: 10 mar. 2024.

OLIVEIRA, D. L. de. **Ciências nas salas de aula.** Porto Alegre: Mediação, 1999.

OLIVEIRA, D. C. O. et al. **Metodologias ativas no ensino de ciências da natureza: significados e formas de aplicação na prática docente**. Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia, Bento Gonçalves, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/tear/article/view/4333>. Acesso em: 22 abr. 2025.

PIERCE, B. A. **Genética: um enfoque conceitual**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

RAMOS, D. K. **A formação de professores para o uso das tecnologias: um mosaico de concepções e emoções**. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 7, n. 1, 2009. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/12028>. Acesso em: 22 abr. 2025.

ROSA, C. W. da; ROSA, A. B. da. **O ensino de ciências (física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais**. Revista Ibero-americana de Educação, Madri, v. 58, n. 2, p. 1-24, 2012. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/4689Werner.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ROSA, I. S. C.; ALMEIDA, R. O. de. **O conteúdo de genética e as experiências didáticas relatadas na literatura: uma revisão sistemática dos trabalhos do ENPEC**. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 14, n. 2, p. 245-270, 2021. DOI: 10.5007/1982-5153.2021.e75878. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/1982-5153.2021.e75878>. Acesso em: 1 mar. 2025.

SANTOS, É. M. N. dos; LIMA, F. W. C.; VALE, C. **Decálogo da escola como espaço de proteção social: consolidando a função social da escola como espaço democratizante**. EccoS – Revista Científica, [S. l.], n. 54, p. e8338, 2020. DOI: 10.5585/eccos.n54.8338. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/eccos/article/view/8338>. Acesso em: 1 mar. 2025.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica**. Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo. Investigações em Ensino de Ciências, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola**. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67, 2015.

TAVARES, R. **Aprendizagem significativa e o ensino de ciências**. Ciência e Cognição, Rio de Janeiro, v. 13, n. 13, p. 94-100, mar. 2008. Disponível em: <http://cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/687>. Acesso em: 2 jan. 2025.

VIEIRA, E. R. **Ensino de geometria com tecnologias digitais: experiências dos professores do programa de residência docente do Colégio Pedro II**. Revista do Seminário Mídias & Educação, Rio de Janeiro, v. 1, p. 1-4, nov. 2015. Disponível em: <http://cp2.g12.br/ojs/index.php/midiaseeducacao/article/view/509>. Acesso em: 8 jan. 2025.

APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O seu filho(a) está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar da pesquisa **“SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO OS GRUPOS SANGUÍNEOS ATRAVÉS DE MÉTODOS INVESTIGATIVOS E JOGOS”**, sob responsabilidade da docente Elionay Loren Resende, mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que ministra a disciplina de Biologia na escola onde você estuda. A direção da sua escola foi informada desta pesquisa e já deu a devida concordância para que ela seja realizada.

Pedimos a sua autorização para a participação de questionários investigativos de sondagem de conhecimentos prévios e após as atividades aplicadas com objetivo de avaliar a aprendizagem, gravação de áudio e imagens (fotos e vídeos) do seu filho(a). A utilização dos dados de seu filho(a) na pesquisa está vinculada somente a este projeto de pesquisa ou se senhor(a) concordar em outros futuros. Nesta pesquisa pretendemos promover e avaliar uma aprendizagem significativa dos conceitos básicos em genética através de atividades investigativas, utilizando uma metodologia que envolve linguagem científica com base em evidências de dados, argumentação e sistematização de raciocínios. A participação na pesquisa não afetará nas notas dos estudantes. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: “No primeiro momento será aplicado um questionário de concepções prévias relativos aos conhecimentos sobre herança genética dos grupos sanguíneos. Logo após, a professora introduzirá o tema, usando imagens e projetor. A primeira atividade será a simulação de casos clínicos, e a partir deste será proposto uma questão investigativa aos alunos, que deverão pesquisar e levantar hipóteses no sentido de responder à questão proposta. Após apresentação dos grupos respondendo as questões, os alunos farão uma prática usando “sangue artificial” (leite, corante, vinagre e água), com objetivo de fornecer dados mais realistas para a conclusão dos casos clínicos. As atividades a serem propostas estão estruturadas, porém são os estudantes os protagonistas na realização das mesmas, buscando entender os resultados apresentados e formular hipóteses para explicá-las. Na sequência buscando reforçar a compreensão do tema trabalhado, os alunos irão produzir jogos virtuais, usando plataformas gratuitas, no próprio laboratório de informática da escola. E como objetivo de sistematizar os conhecimentos desenvolvidos, os estudantes serão estimulados a fazer um mapa mental, reunindo os conceitos usados durante as aulas sobre os grupos sanguíneos.” Durante todo desenvolvimento do projeto de pesquisa poderemos gravar em áudio e imagem (fotos e vídeos) e esperamos que seu filho(a) possa participar naturalmente das aulas. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: “Os riscos envolvidos são mínimos, a participação nas atividades a serem desenvolvidas pode gerar estresse, cansaço, constrangimento, sensações e sentimentos dessa natureza devido à exposição das suas experiências, opiniões, reflexões onde o estudante deixa de ser passivo na aprendizagem para se tornar ativo neste processo.” A pesquisa irá contribuir no sentido de proporcionar aos estudantes o desenvolvimento do conhecimento através do método científico, dando condições ao aluno de construir hipóteses, observação de dados, interação social com outros estudantes, podendo levá-los a argumentação científica e alfabetização científica, proporcionando a eles uma formação completa.

 Rubrica
 Responsável legal

 Rubrica
 Pesquisador Responsável

 Rubrica
 Mestranda

Para participação deste estudo não haverá nenhum custo para seu filho(a), e nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o seu filho(a) terá assegurado o direito à indenização. O seu filho(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar em qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos, podendo retirar o consentimento de guarda e utilização dos dados coletados, valendo a desistência a partir da data de formalização desta. A participação do seu filho(a) é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade. Os resultados obtidos pela pesquisa, estarão à sua disposição quando finalizada. O nome do seu filho(a) ou qualquer dado que indique a participação dele não será liberado sem a sua permissão. O seu filho(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no "Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais", e a outra será fornecida ao Senhor(a). Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos na sala 154 do Colégio Técnico da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador do documento de Identidade número _____ sendo o responsável legal autorizo meu filho _____, portador do documento de identidade número _____ a participar da pesquisa mencionada.

Fui informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa **"SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO OS GRUPOS SANGUÍNEOS ATRAVÉS DE MÉTODOS INVESTIGATIVOS E JOGOS"**, de maneira clara e detalhada e tive todas as minhas dúvidas esclarecidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de autorizar meu filho(a) participar, se assim desejar.

() Concordo que os dados obtidos no questionário avaliativo, assim como os obtidos durante a aplicação das atividades do projeto sejam utilizados somente para esta pesquisa.

() Concordo que os dados obtidos no questionário avaliativo, assim como os obtidos durante a aplicação das atividades do projeto possam ser utilizados em outras pesquisas, mas serei comunicado pelo pesquisador novamente e assinarei outro termo de consentimento livre e esclarecido que explique para que será utilizado o material.

Rubrica
Responsável legal

Rubrica
Pesquisador Responsável

Rubrica
Mestranda

Declaro que concordo em autorizar a participação do meu filho(a) desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar: COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG. Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG–Brasil. CEP: 31270-901. Email:coep@prpq.ufmg.br. Telefone: (31) 34094592

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2024.

Nome completo do responsável legal do participante

Assinatura do responsável legal do participante

MARCOS HORÁCIO PEREIRA

Nome completo do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Responsável

ELIONAY LOREN RESENDE

Nome completo da Mestranda

Assinatura da Mestranda

Pesquisador Responsável: Marcos Horácio Pereira
Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha.
Colégio Técnico - UFMG.
CEP: 31270-901/Belo Horizonte – MG
Telefones: (31) 3409-4592
E-mail: marcoshp@ufmg.br

Mestranda: Elionay Loren Resende
Endereço: Rua Entre Rios, 550 – Bairro Valongo.
CEP: 35536000/ Piracema – MG
Telefone: (37) 98826-7890
E-mail: elionayloren@yahoo.com.br

APÊNDICE B - Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE)

TERMO DE ASSENTIMENTO PARA CRIANÇA E ADOLESCENTE (maiores de 15 anos e menores de 18 anos)

Você está sendo convidado(a), como voluntário(a), a participar da pesquisa: **“SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO OS GRUPOS SANGUÍNEOS ATRAVÉS DE MÉTODOS INVESTIGATIVOS E JOGOS”**, sob responsabilidade da docente Elionay Loren Resende, mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que ministra a disciplina de Biologia na escola onde você estuda. A direção da sua escola foi informada desta pesquisa e já deu a devida concordância para que ela seja realizada.

Pedimos a sua autorização para a participação em questionários investigativos de sondagem de conhecimentos prévios e após as atividades aplicadas com objetivo de avaliar a aprendizagem, gravação de áudio e imagens (fotos e vídeos). A utilização dos seus dados na pesquisa está vinculada somente a este projeto de pesquisa ou se você concordar em outros futuros. Nesta pesquisa pretendemos promover e avaliar uma aprendizagem significativa dos conceitos básicos em genética através de atividades investigativas, utilizando uma metodologia que envolve linguagem científica com base em evidências de dados, argumentação e sistematização de raciocínios. A participação na pesquisa não afetará nas notas dos estudantes. Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: “No primeiro momento será aplicado um questionário de concepções prévias relativos aos conhecimentos sobre herança genética dos grupos sanguíneos. Logo após, a professora introduzirá o tema, usando imagens e projetor. A primeira atividade será a simulação de casos clínicos, e a partir deste será proposto uma questão investigativa aos alunos, que deverão pesquisar e levantar hipóteses no sentido de responder à questão proposta. Após apresentação dos grupos respondendo as questões, os alunos farão uma prática usando “sangue artificial” (leite, corante, vinagre e água), com objetivo de fornecer dados mais realistas para a conclusão dos casos clínicos. As atividades a serem propostas estão estruturadas, porém são os estudantes os protagonistas na realização das mesmas, buscando entender os resultados apresentados e formular hipóteses para explicá-las. Na sequência buscando reforçar a compreensão do tema trabalhado, os alunos irão produzir jogos virtuais, usando plataformas gratuitas, no próprio laboratório de informática da escola. E como objetivo de sistematizar os conhecimentos desenvolvidos, os estudantes serão estimulados a fazer um mapa mental, reunindo os conceitos usados durante as aulas sobre os grupos sanguíneos”. Durante todo desenvolvimento do projeto de pesquisa poderemos gravar áudios e imagem (fotos e vídeos) e esperamos que você possa participar naturalmente das aulas. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em: “Os riscos em envolvidos são mínimos, a participação nas atividades a serem desenvolvidas pode gerar estresse, cansaço, constrangimento, sensações e sentimentos dessa natureza devido à exposição das suas experiências, opiniões, reflexões onde o estudante deixa de ser passivo na aprendizagem para se tornar ativo neste processo.” A pesquisa irá contribuir no sentido de lhe proporcionar o desenvolvimento do conhecimento através do método científico, dando lhe condições de construir hipóteses, observação de dados, interação social com outros estudantes, podendo levá-los a argumentação científica e alfabetização científica, proporcionando uma formação completa.

Rubrica
Participante

Rubrica
Pesquisador Responsável

Rubrica
Mestranda

Para este estudo não haverá nenhum custo para você, e nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você também terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar e a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos, pode retirar o consentimento de guarda e utilização dos dados coletados, valendo a desistência a partir da data de formalização desta. Você também poderá pedir o acesso a transcrição do áudio e imagens utilizadas no estudo, a qualquer tempo. A sua participação é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade. Os resultados obtidos pela pesquisa, estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou qualquer dado que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Sendo assim, você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no "Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais", e a outra ficará com você. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados como pesquisador responsável por um período de cinco anos na sala 154 do Colégio Técnico da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº466/12; 441/11 e a Portaria

2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador do documento de Identidade número _____ fui informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, "**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO OS GRUPOS SANGUÍNEOS ATRAVÉS DE MÉTODOS INVESTIGATIVOS E JOGOS**", de maneira clara e detalhada e tive todas as minhas dúvidas esclarecidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

() Concordo que os dados obtidos no questionário avaliativo, assim como os obtidos durante a aplicação das atividades do projeto sejam utilizados somente para esta pesquisa.

() Concordo que os dados obtidos no questionário avaliativo, assim como os obtidos durante a aplicação das atividades do projeto possam ser utilizados em outras pesquisas, mas serei comunicado pelo pesquisador novamente e assinarei outro termo de consentimento livre e esclarecido que explique para que será utilizado o material.

Rubrica
Participante

Rubrica
Pesquisador Responsável

Rubrica
Mestranda

Declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via original deste Termo de Assentimento assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar: COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG. Avenida Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG–Brasil. CEP: 31270-901. Email: coep@prpq.ufmg.br. Telefone: (31) 34094592

Belo Horizonte, _____ de _____ de 2024.

Nome completo do participante

Assinatura do participante

MARCOS HORÁCIO PEREIRA

Nome completo do Pesquisador Responsável

Assinatura do Pesquisador Responsável

ELIONAY LOREN RESENDE

Nome completo da mestranda

Assinatura da mestranda

Pesquisador Responsável: Marcos Horácio Pereira
Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627, Pampulha.
Colégio Técnico - UFMG.
CEP: 31270-901/Belo Horizonte – MG
Telefones: (31) 3409-4592
E-mail: marcoshp@ufmg.br

Mestranda: Elionay Loren Resende
Endereço: Rua Entre Rios, 550 – Bairro Valongo.
CEP: 35536000/ Piracema – MG
Telefone: (37)98826-7890
E-mail: elionayloren@yahoo.com.br

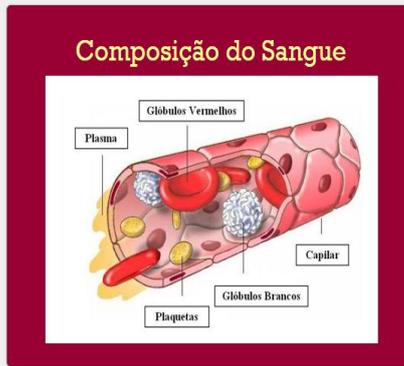
APÊNDICE C- Diagnóstico inicial-Questionário *Google Forms***Diagnóstico inicial - *Google Forms***

- 1- Como você considera o seu nível de conhecimento sobre a herança dos grupos sanguíneos?
- Nenhum
 - Básico
 - Intermediário
 - Avançado
- 2-Você já estudou sobre herança de grupos sanguíneos antes?
- Sim
 - Não
 - Não tenho certeza
- 3-O que é o sistema ABO de grupos sanguíneos?
- Um sistema que classifica o tipo de sangue com base na presença de anticorpos.
 - Um sistema que classifica o tipo de sangue com base na presença de antígenos A e B na superfície dos glóbulos vermelhos (hemácias).
 - Um sistema que classifica o sangue com base no fator Rh.
- 4-Quais são os principais tipos de grupos sanguíneos no sistema ABO?
- A, B, AB, O
 - A, B, AB, O, positivo e negativo
 - AB, O, Rh positivo, Rh negativo
 - Não sei.
- 5-Qual é a importância do fator Rh?
- Ele indica a presença ou ausência de proteínas específicas na superfície dos glóbulos vermelhos (hemácias).
 - Ele determina se o sangue é positivo ou negativo.
 - Ele é relevante apenas para transfusões.
 - Não sei.
- 6-Verdadeiro ou Falso:
"O grupo sanguíneo de uma pessoa é determinado exclusivamente pelos genes herdados de UM dos pais."
- Verdadeiro
 - Falso
- 7-Se os pais têm sangue tipo A e tipo B, quais são os possíveis grupos sanguíneos para os filhos?
- A, B, AB, O
 - Apenas A e B
 - Apenas AB
 - Não sei.
- 8-Uma pessoa com sangue tipoAB pode doar sangue para qualquer outro tipo sanguíneo.
- Verdadeiro
 - Falso
- 9-Você acredita que duas pessoas com o grupo sanguíneo O podem ter um filho com outro tipo sanguíneo?
- Sim
 - Não
 - Não sei
- 10-Na sua opinião, por que é importante conhecer o próprio grupo sanguíneo?
- Para emergências médicas
 - Para doações de sangue
 - Para planejamento familiar
 - Não vejo importância

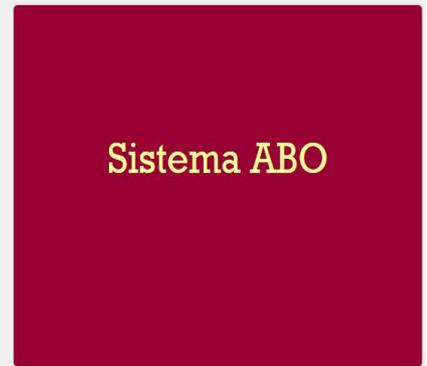
APÊNDICE D- Slides usados para apresentação dos conceitos iniciais



1



2



3

Slide 4: A descoberta. Inclui uma pequena imagem de Karl Landsteiner e o ano 1900.

1900

- Karl Landsteiner (imunologista austríaco), observou que o soro do sangue de uma pessoa muitas vezes aglutinava ao ser misturado com o de outra, descobrindo o primeiro e mais importante sistema de grupo sanguíneo existente no organismo: o ABO.

7

Slide 5: Sistema de defesa do organismo. Diagrama mostrando um anticorpo se ligando a um antígeno em um glóbulo vermelho.

Os anticorpos são proteínas produzidas pelo sistema imunológico em resposta à presença de antígenos.

ESPECIFICIDADE

8



9

Slide 7: Grupos Sanguíneos. Diagrama mostrando as membranas das hemácias com antígenos A, B e AB.

- Landsteiner percebeu que as hemácias podem apresentar em suas membranas, dois tipos de antígenos, A e B, nos quais definem quatro tipos ou grupos sanguíneos:

Grupo A Grupo B Grupo AB Grupo O

7

Slide 8: ANTÍGENOS DO SISTEMA ABO e TIPOS (GRUPOS) SANGUÍNEOS. Diagrama mostrando as membranas das hemácias com antígenos A, B e AB.

Antígeno A Antígeno B

Tipo sanguíneo A Tipo sanguíneo B

Antígeno AB Sem antígenos

Tipo sanguíneo AB Tipo sanguíneo O

8

Slide 9: Grupos Sanguíneos do Sistema ABO Antígenos e Anticorpos. Tabela de compatibilidade.

| | GRUPO A | GRUPO B | GRUPO AB | GRUPO O |
|-----------------|---------|---------|----------|-----------------|
| TIPO DE HEMÁCIA | | | | |
| ANTICORPO | Anti-B | Anti-A | NENHUM | Anti-A e Anti-B |
| ANTÍGENO | A | B | A e B | NENHUM |

9

Slide 10: Identificação ABO. Imagem de testes de aglutinação com soro anti-A e anti-B.

Soro anti-A

Soro anti-B

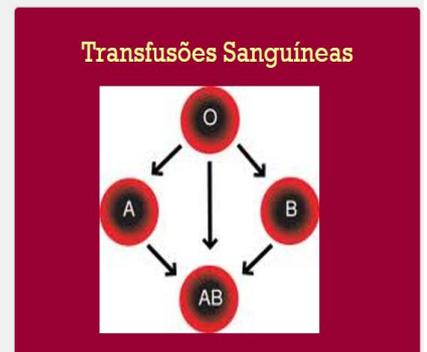
7

Slide 11: Determinação Genética Sistema ABO. Tabela de genótipos e fenótipos.

| Genótipos | Fenótipo |
|-------------------|----------|
| $I^A I^A$ $I^A i$ | A |
| $I^B I^B$ $I^B i$ | B |
| $I^A I^B$ | AB |
| ii | O |

$I^A = I^B > i$

8



9

Fator Rh

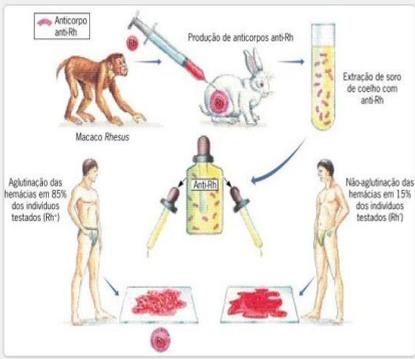
13

Fator Rh

1940: Landsteiner e Wiener descobrem novo antígeno através de pesquisas com macacos rhesus (*Macaca rhesus*)



14



15

Importância do Fator Rh

Sangue Rh⁺

Sangue Rh⁻

Transfusão

Anti Rh

- Transfusão sanguínea
- Exclusão de paternidade
- Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN)

Determinação Genética do Sistema Rh

| Genótipos | Fenótipos |
|-----------|-----------|
| RR | Rh + |
| Rr | Rh + |
| rr | Rh - |

R > r



APÊNDICE E- Roteiro de atividades para os alunos

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA SOBRE TIPAGEM SANGUÍNEA

Sistema ABO

Contextualização: A variação dos grupos sanguíneos A, B, AB e O está relacionada à presença ou ausência de determinados antígenos nas hemácias ou glóbulos vermelhos. A presença de aglutinogênio A, aglutinogênio B, ambos (A e B) ou nenhum deles caracteriza cada tipo sanguíneo, respectivamente. O sistema de tipagem sanguínea é importante em diversas situações, especialmente em transfusões, na qual a recepção de sangue de um tipo incompatível pode desencadear reações imunológicas graves, resultando na hemólise das hemácias. Nesse contexto, a detecção de anticorpos anti-A e anti-B é fundamental na análise laboratorial para identificar tanto o tipo sanguíneo do receptor quanto do doador, dentro do Sistema ABO.

| | GRUPO A | GRUPO B | GRUPO AB | GRUPO O |
|-----------------|------------|------------|----------|---------------------|
| TIPO DE HEMÁCIA | | | | |
| ANTICORPO | Anti-B | Anti-A | NENHUM | Anti-A e Anti-B |
| ANTÍGENO | A | B | A e B | NENHUM |

Fonte: Instituto Claro. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-ensinar/planos-de-aula/sistema-sanguineo-abo-e-rh-conceitos-e-mecanismos-de-heranca-genetica/>



Fator Rh

O fator Rh é uma proteína encontrada na superfície dos glóbulos vermelhos. Uma pessoa pode ser Rh positivo (Rh+) se tiver essa proteína ou Rh negativo (Rh-) se não tiver.

A Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN) ocorre quando a mãe tem sangue Rh- e o bebê herda sangue Rh+ do pai. Durante a gestação ou no parto, o sangue do bebê pode entrar em contato com o da mãe, levando o sistema imunológico materno a produzir anticorpos contra o fator Rh. Em uma segunda gestação com um bebê Rh+, esses anticorpos podem atravessar a placenta e destruir as hemácias do feto, causando anemia grave, icterícia e, em casos extremos, até óbito fetal.

Para prevenir a DHRN, administra-se a imunoglobulina anti-D (vacina Rh) para mães Rh- após o parto, impedindo a sensibilização do sistema imunológico materno.





Execução da prática:

Casos 1, 2 e 4 (Referentes ao sistema ABO)

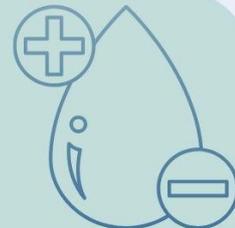
Para determinar o tipo sanguíneo, serão coletadas duas gotas de "sangue" e colocadas em uma lâmina de vidro. Em cada gota, serão adicionadas as seguintes substâncias: à primeira gota, o soro anti-A, e à segunda, o soro anti-B. Misture com o palito de madeira. Após um minuto, as amostras serão observadas quanto à presença ou ausência de aglutinações, determinando assim o tipo sanguíneo.



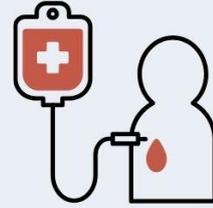
Execução da prática:

Caso 3 (Referente ao Fator Rh)

Para determinar a presença ou ausência do fator Rh, será coletada uma gota de "sangue" e colocada em uma lâmina de vidro. Em seguida, basta adicionar uma do soro anti-D. Misture com o palito de madeira. Após um minuto, a amostra será observada quanto à presença ou ausência de aglutinação.



CASO 1- ACIDENTE GRAVE



Murilo, um jovem de 25 anos, sofreu um grave acidente de carro e perdeu muito sangue, necessitando urgentemente de uma transfusão sanguínea. No entanto, sua tipagem sanguínea não estava registrada em seu prontuário médico. Os profissionais de saúde precisam determinar o tipo sanguíneo de Murilo rapidamente para realizar a transfusão com segurança.

Informações sobre o Paciente:

Murilo, cuja tipagem sanguínea é desconhecida, está gravemente ferido e necessita de uma transfusão de sangue.

Procedimento:

- Coleta de uma amostra de sangue de Murilo para realizar o teste de tipagem sanguínea.
- Realização do teste de tipagem sanguínea para determinar o tipo sanguíneo de Murilo.
- Seleção do doador de sangue compatível com o tipo sanguíneo de Murilo, com base nos resultados do teste.

Resultados do Teste de Tipagem Sanguínea

| Resultados do Teste de Tipagem Sanguínea | |
|------------------------------------------|--|
| Tipo sanguíneo de Murilo | |
| Tipo sanguíneo dos doadores | |



CASO 2-BANCO DE SANGUE

Você trabalha em um banco de sangue e acaba de receber uma remessa para ser armazenada em seu estoque. As bolsas de sangue foram enumeradas de 1 a 4, sendo que a quantidade de cada uma é:

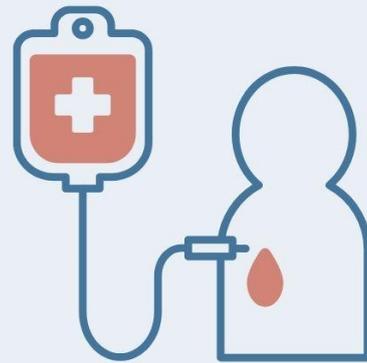
- 2 litros de sangue da amostra 1;
- 3 litros de sangue da amostra 2;
- 1,5 litros de sangue da amostra 3;
- 3,5 litros de sangue da amostra 4;

a) Antes de estocar o sangue você deverá identificar o tipo sanguíneo de cada amostra e completar a tabela.

| TIPOS SANGUÍNEOS DAS AMOSTRAS | | |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------|
| AMOSTRA | GRUPO SANGUÍNEO | VOLUME DISPONÍVEL (L) |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |



b) Surge uma emergência e você recebe pedidos de sangue para a realização de transfusões em três pacientes, cujas amostras de sangue foram coletadas para a identificação do tipo sanguíneo. Considerando que o banco de sangue tenha em seu estoque apenas a remessa em questão, você deverá identificar o tipo sanguíneo de cada paciente e a quantidade de sangue disponível para cada um deles realizarem suas transfusões e completar a tabela.



| TIPOS SANGUÍNEOS DOS PACIENTES E DISPONIBILIDADE DE SANGUE | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|
| Nome do paciente | Grupo sanguíneo | Disponibilidade de sangue para transfusão |
| CARLOS | | |
| JOÃO | | |
| MARIA | | |



CASO 3-DOENÇA HEMOLÍTICA DO RECÉM-NASCIDO

Ana e Carlos são um casal que espera seu segundo filho. Durante a primeira gestação, o bebê nasceu saudável, mas Ana teve complicações no final da gravidez e precisou de acompanhamento médico específico. Na segunda gestação, os médicos informaram a Ana e Carlos o risco do bebê desenvolver eritroblastose fetal ou doença hemolítica do recém-nascido. O casal ficou preocupado e não entendeu como isso seria possível, já que o primeiro filho nasceu sem problemas.

Agora, cabe a você estudante, investigar o caso e ajudar Ana e Carlos a compreenderem o que está acontecendo.

| Resultados dos Testes de Tipagem Sanguínea (Fator RH) | |
|-------------------------------------------------------|--|
| Fator Rh de Ana | |
| Fator Rh de Carlos | |
| Fator Rh do 1º filho | |
| Fator Rh do 2º filho | |



Explique o que acontece no organismo da mãe quando ela tem fator Rh negativo e o bebê tem fator Rh positivo.

Por que isso não afeta o primeiro bebê, mas pode afetar as gestações seguintes?

CASO 4- HERANÇA DOS GRUPOS SANGUÍNEOS E EXCLUSÃO DE PATERNIDADE

Joana, mãe de uma menina chamada Luísa, está envolvida em uma disputa legal para determinar se Paulo, seu ex-namorado, é o pai biológico de Luísa. O juiz determinou que, antes de qualquer teste genético mais avançado, fosse feita uma análise dos grupos sanguíneos para verificar a possibilidade de Paulo ser o pai.

Você foi encarregado de investigar se a herança dos grupos sanguíneos pode ser usada para excluir Paulo como pai biológico de Luísa, com base nas informações sobre os grupos sanguíneos dos envolvidos.

| Nome | Grupo sanguíneo |
|---------------|-----------------|
| JOANA (mãe) | |
| PAULO (pai) | |
| LUÍSA (filha) | |

Com base nas informações fornecidas sobre os grupos sanguíneos de Joana, Paulo e Luísa, é possível excluir Paulo como pai de Luísa apenas pela análise de grupos sanguíneos? Justifique sua resposta.





SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

**EXPLORANDO OS GRUPOS SANGUÍNEOS
ATRAVÉS DE MÉTODOS INVESTIGATIVOS
E JOGOS**

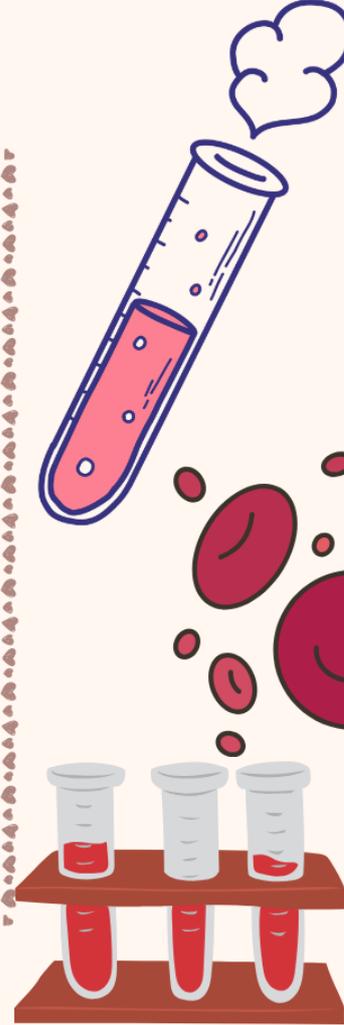


Elionay Loren Resende

Orientação

Olá professor(a)! Este material foi pensado e preparado para facilitar o processo de ensino-aprendizagem sobre a herança dos grupos sanguíneos. A Sequência Didática Investigativa (SDI) foi planejada para nove aulas, porém, poderá ser adequada e adaptada à sua realidade (escola, perfil dos alunos, disponibilidade de tempo e recursos, etc.). As etapas da SDI podem ser aplicadas de forma isolada, ou então reorganizadas.

Bom trabalho!



Introdução

O sistema ABO é um sistema de classificação sanguínea que se baseia na presença ou ausência de dois antígenos específicos, chamados A e B, na superfície dos glóbulos vermelhos. Assim, existem quatro tipos principais de sangue: A (possui o antígeno A), B (possui o antígeno B), AB (possui ambos os antígenos A e B) e O (não possui nem o antígeno A nem o B).

Já o fator Rh é outro marcador importante, baseado na presença do antígeno Rh (também conhecido como fator Rh positivo) ou na sua ausência (fator Rh negativo). Portanto, o sangue pode ser classificado como Rh positivo ou Rh negativo, dependendo da presença ou ausência desse antígeno.

A combinação do sistema ABO e do fator Rh resulta em oito tipos sanguíneos possíveis: A+, A-, B+, B-, AB+, AB-, O+ e O-. Esses grupos são essenciais para garantir a compatibilidade em transfusões de sangue e durante a gestação.





A Sequência Didática Investigativa (SDI) apresentada está alinhada com a proposta da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) desenvolvendo as seguintes competências e habilidades:

Competência Específica 2

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

Habilidades

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

Competência Específica 3

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

Habilidades

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

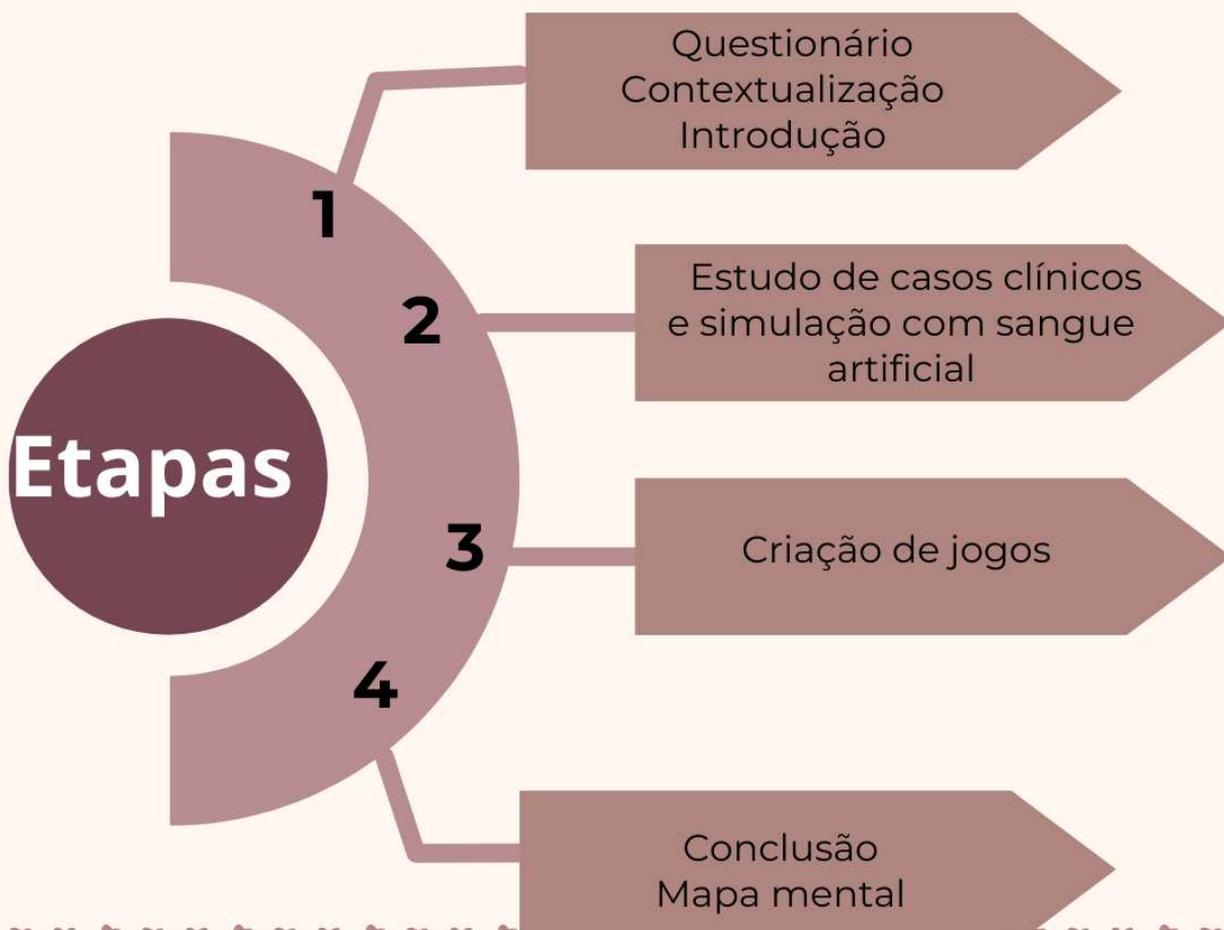
(EM13CNT304) Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, neurotecnologias, produção de tecnologias de defesa, estratégias de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.



OBJETIVOS DA SDI

- Possibilitar o engajamento dos estudantes em investigações sobre a herança dos grupos sanguíneos;
- Permitir que os estudantes observem, colham, analisem, confrontem e expressem dados da sua experimentação, produzindo conhecimento científico;
- Incentivar os estudantes a realizar simulações de casos de transfusões de sangue e testes de paternidade, propondo perguntas e hipóteses a serem testadas;
- Incentivar os alunos a selecionar as informações importantes do conteúdo para a construção dos jogos.

PLANEJAMENTO



MATERIAIS NECESSÁRIOS PARA O DESENVOLVIMENTO DA SDI:

- ♥ Projetor;
- ♥ Imagens impressas;
- ♥ Roteiro da SDI impresso (1 por estudante);
- ♥ Material individual dos estudantes (lápiz, borracha, canetas..);
- ♥ Computadores;
- ♥ kits de “sangue artificial” e reagentes anti-A, anti-B e anti-D;
- ♥ Palitos de madeira;
- ♥ Lâminas de vidro;
- ♥ Papel toalha;
- ♥ Tubos de ensaio de plástico e com tampa;
- ♥ Suporte para tubos de ensaio;
- ♥ Pipeta.

COMO FAZER O “SANGUE ARTIFICIAL” E OS REAGENTES

“Sangue artificial”:

- ♥ Leite integral;
- ♥ Corante alimentício vermelho;
- ♥ Tubos de ensaio de plástico e com tampa.

Reagentes anti-A, anti-B e anti-D:

- ♥ Para reações positivas de aglutinação, usar o vinagre;
- ♥ Para reações negativas de aglutinação usar a água;
- ♥ Frascos de plástico com conta gotas.

Obs.: Os kits devem ser preparados previamente, de acordo com os casos clínicos a serem trabalhados com os alunos.



AULA 1 - DIAGNÓSTICO INICIAL

Objetivo: Através do diagnóstico inicial é possível fazer uma análise dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a herança dos grupos sanguíneos. Isso possibilita a adequação da estratégia de abordagem com insights mais próximos do cotidiano dos alunos, favorecendo o estabelecimento de relações e conexões com o conteúdo apresentado.

Orientação: Nesta aula o professor(a) deverá formular perguntas sobre a herança dos grupos sanguíneos, sistema ABO e fator Rh. É importante que as perguntas consigam extrair o conhecimento prévio que os alunos possuem sobre esse tema. Abaixo, encontra-se um modelo com sugestões de perguntas que poderão ser adaptadas de acordo com o perfil de cada turma. As respostas deverão ser analisadas para o direcionamento das aulas seguintes. O diagnóstico inicial poderá mostrar alguma demanda que deverá ser abordada pelo(a) professor(a) nas aulas seguintes.



Diagnóstico inicial - Google Forms

1- Como você considera o seu nível de conhecimento sobre a herança dos grupos sanguíneos?

- Nenhum
- Básico
- Intermediário
- Avançado

2-Você já estudou sobre herança de grupos sanguíneos antes?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

3-O que é o sistema ABO de grupos sanguíneos?

- Um sistema que classifica o tipo de sangue com base na presença de anticorpos.
- Um sistema que classifica o tipo de sangue com base na presença de antígenos A e B na superfície dos glóbulos vermelhos (hemácias).
- Um sistema que classifica o sangue com base no fator Rh.

4-Quais são os principais tipos de grupos sanguíneos no sistema ABO?

- A, B, AB, O
- A, B, AB, O, positivo e negativo
- AB, O, Rh positivo, Rh negativo
- Não sei.

5-Qual é a importância do fator Rh?

- Ele indica a presença ou ausência de proteínas específicas na superfície dos glóbulos vermelhos (hemácias).
- Ele determina se o sangue é positivo ou negativo.
- Ele é relevante apenas para transfusões.
- Não sei.

6-Verdadeiro ou Falso:

"O grupo sanguíneo de uma pessoa é determinado exclusivamente pelos genes herdados de UM dos pais."

- Verdadeiro
- Falso

7-Se os pais têm sangue tipo A e tipo B, quais são os possíveis grupos sanguíneos para os filhos?

- A, B, AB, O
- Apenas A e B
- Apenas AB
- Não sei.

8-Uma pessoa com sangue tipo AB pode doar sangue para qualquer outro tipo sanguíneo.

- Verdadeiro
- Falso

9-Você acredita que duas pessoas com o grupo sanguíneo O podem ter um filho com outro tipo sanguíneo?

- Sim
- Não
- Não sei

10-Na sua opinião, por que é importante conhecer o próprio grupo sanguíneo?

- Para emergências médicas
- Para doações de sangue
- Para planejamento familiar
- Não vejo importância

AULA 2 -CONTEXTUALIZAÇÃO E INTRODUÇÃO

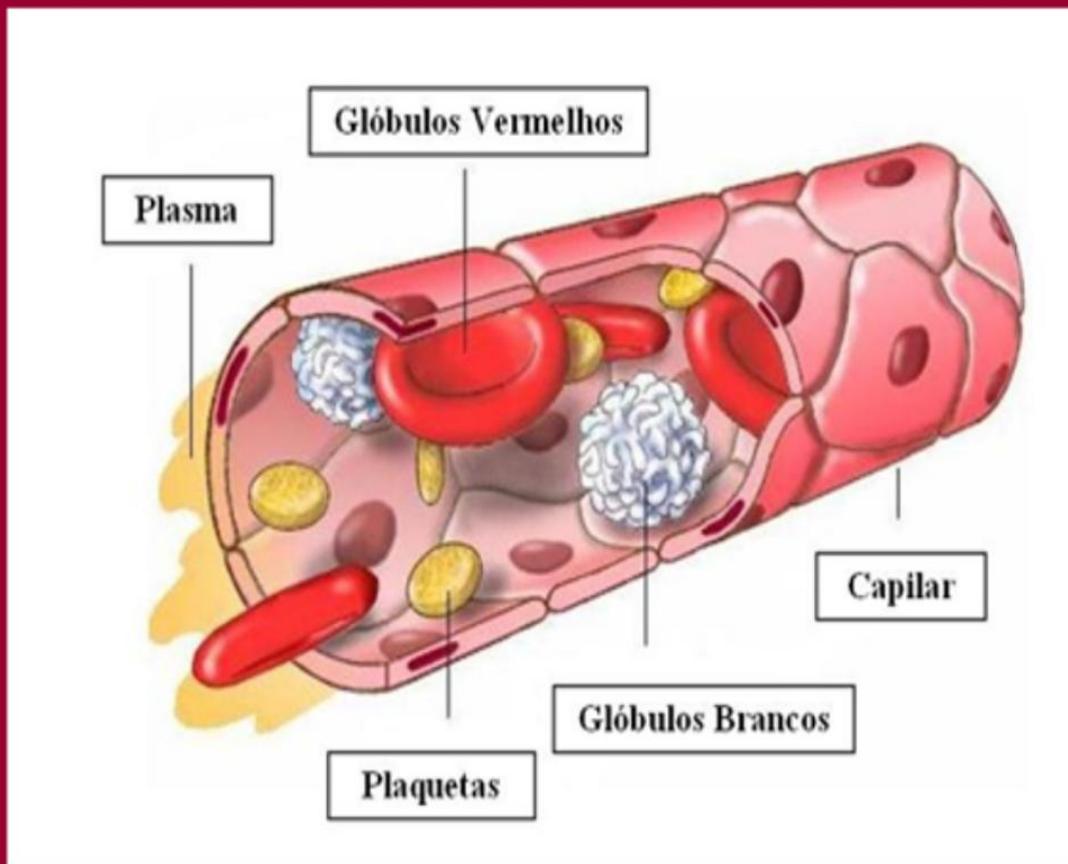
Objetivo: Contextualização do tema e apresentação da pergunta norteadora “Como os conhecimentos sobre grupos sanguíneos podem ser aplicados em situações práticas do dia a dia, como doações de sangue, complicações gestacionais, determinação da paternidade e transfusões sanguíneas?”.

Orientação: Nesta aula o(a) professor(a) deverá introduzir o tema através de slides e apresentar a pergunta norteadora. É importante que o(a) professor(a) utilize as informações coletadas no diagnóstico inicial para acrescentar situações relacionadas aos grupos sanguíneos. A seguir, encontram-se sugestões de slides que poderão ser utilizados na a aula.



Herança dos Grupos Sanguíneos Sistema ABO e Fator Rh

Composição do Sangue



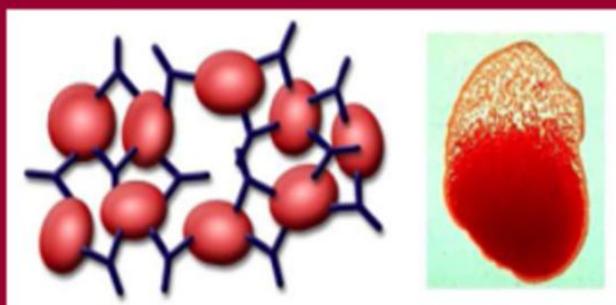
Sistema ABO



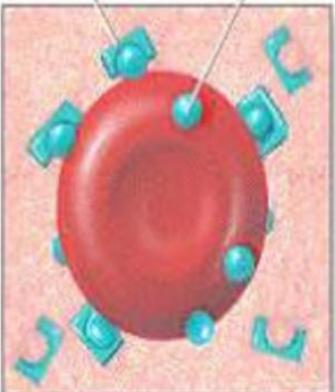
A descoberta

1900

- **Karl Landsteiner** (imunologista austríaco), observou que o soro do sangue de uma pessoa muitas vezes aglutinava ao ser misturado com o de outra, descobrindo o primeiro e mais importante sistema de grupo sanguíneo existente no organismo: o ABO.



Sistema de defesa do organismo



Anticorpo

Antígeno

Glóbulo vermelho

Os anticorpos são proteínas produzidas pelo sistema imunológico em resposta à presença de antígenos.

Anticorpo **ESPECIFICIDADE**

Antígeno

Anticorpo

Antígeno

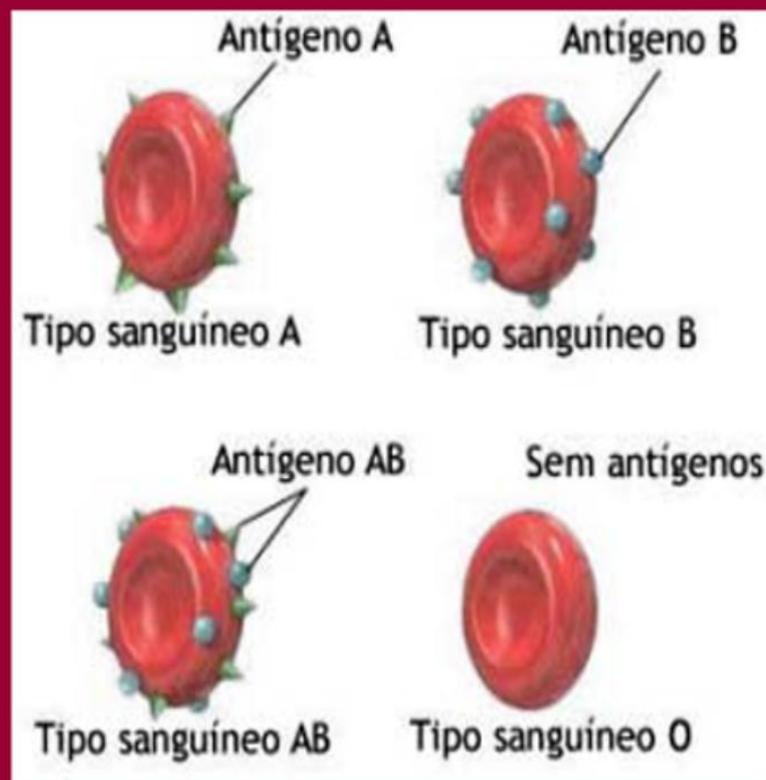
The diagram illustrates the immune system's defense mechanism. It shows a red blood cell (Glóbulo vermelho) with several blue Y-shaped antibodies (Anticorpo) attached to its surface. These antibodies are specifically binding to small blue spherical antigens (Antígeno). A text box explains that antibodies are proteins produced by the immune system in response to the presence of antigens. Below this, a key-and-lock analogy is used to demonstrate specificity: a blue key (Anticorpo) fits perfectly into a blue lock (Antígeno), while a red key does not fit into either the blue or red lock, illustrating the concept of specificity (ESPECIFICIDADE).

Grupos Sanguíneos

- Landsteiner percebeu que as hemácias podem apresentar em suas membranas, dois tipos de antígenos, A e B, nos quais definem quatro tipos ou grupos sanguíneos:

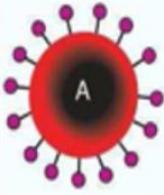
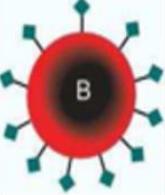
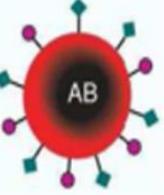


ANTÍGENOS DO SISTEMA ABO e TIPOS (GRUPOS) SANGUÍNEOS



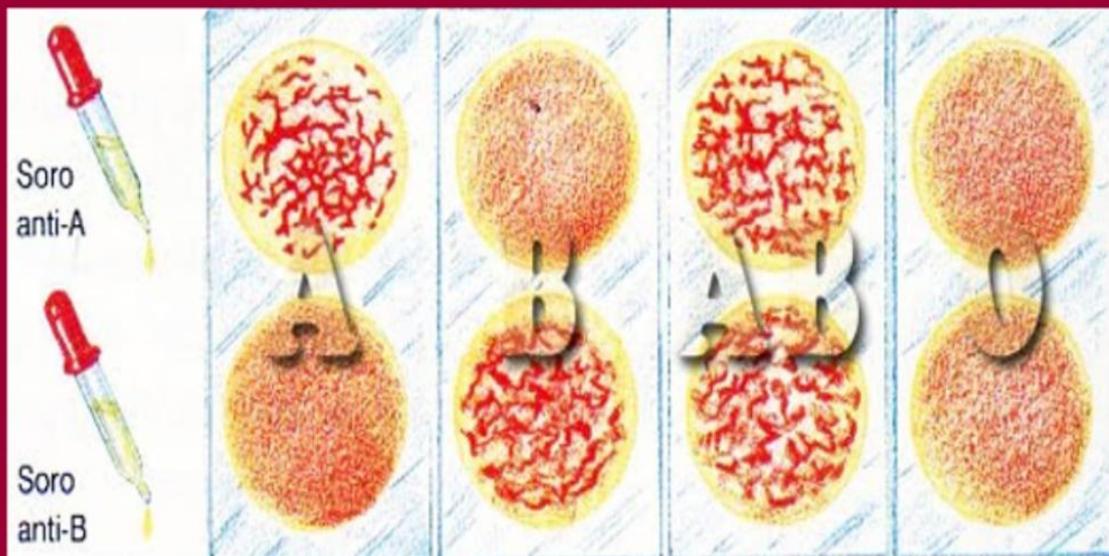
Grupos Sanguíneos do Sistema ABO

Antígenos e Anticorpos

| | GRUPO A | GRUPO B | GRUPO AB | GRUPO O |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO DE HEMÁCIA |  |  |  |  |
| ANTICORPO | Anti-B | Anti-A | NENHUM | Anti-A e Anti-B |
| ANTÍGENO | A | B | A e B | NENHUM |



Identificação ABO

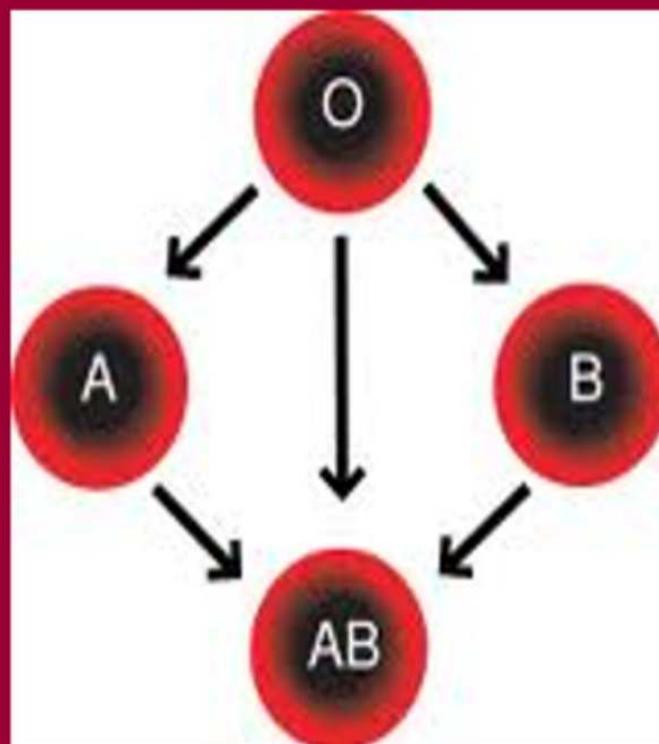


Determinação Genética Sistema ABO

| Genótipos | | Fenótipo |
|-----------|---------|----------|
| $I^A I^A$ | $I^A i$ | A |
| $I^B I^B$ | $I^B i$ | B |
| $I^A I^B$ | | AB |
| ii | | O |

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

Transfusões Sanguíneas

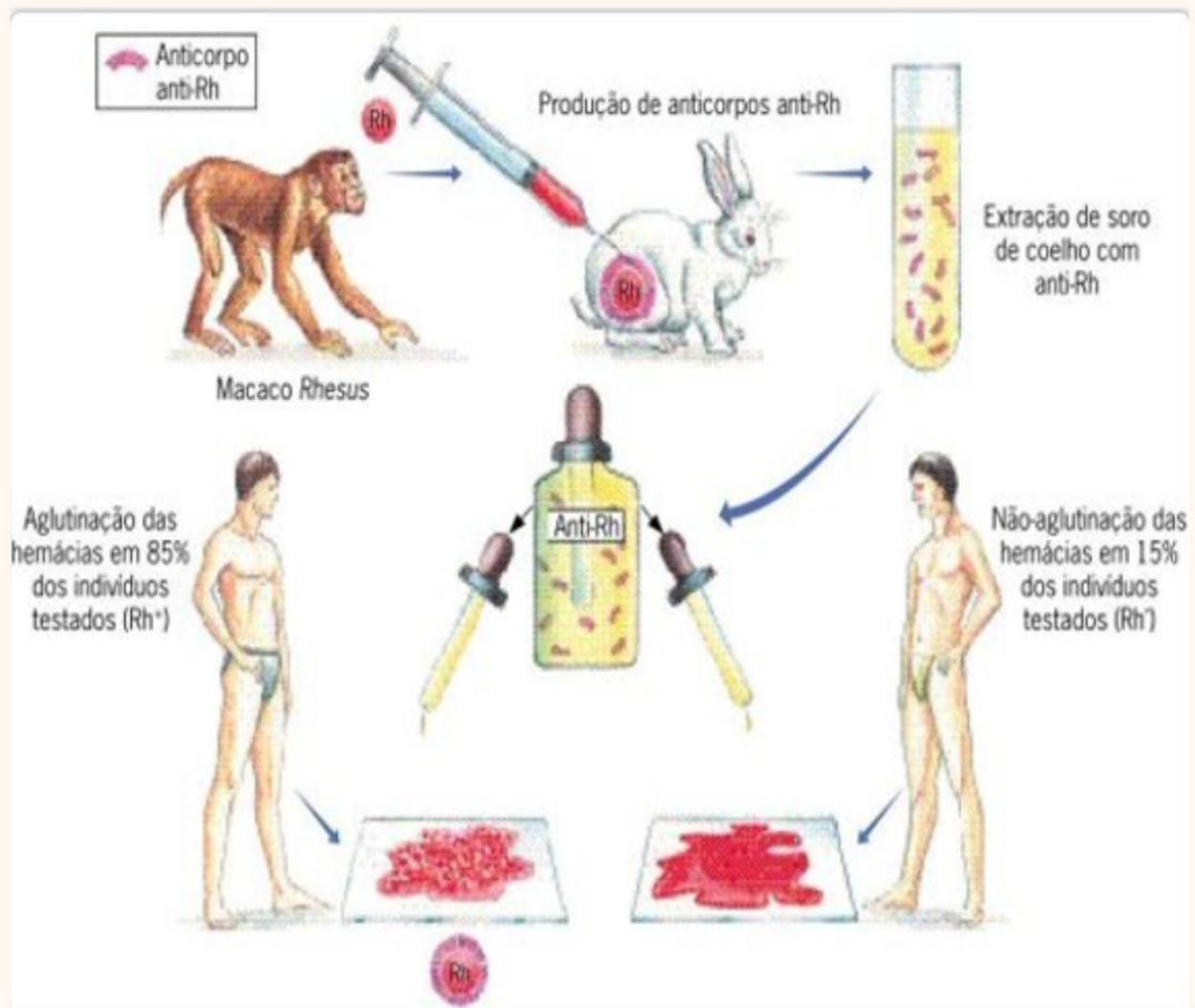


Fator Rh

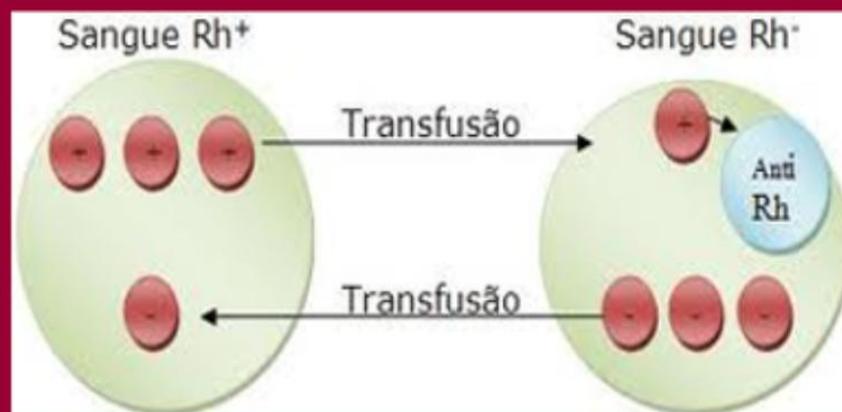
Fator Rh

1940: Landsteiner e Wiener descobrem novo antígeno através de pesquisas com macacos rhesus (*Macaca rhesus*)





Importância do Fator Rh



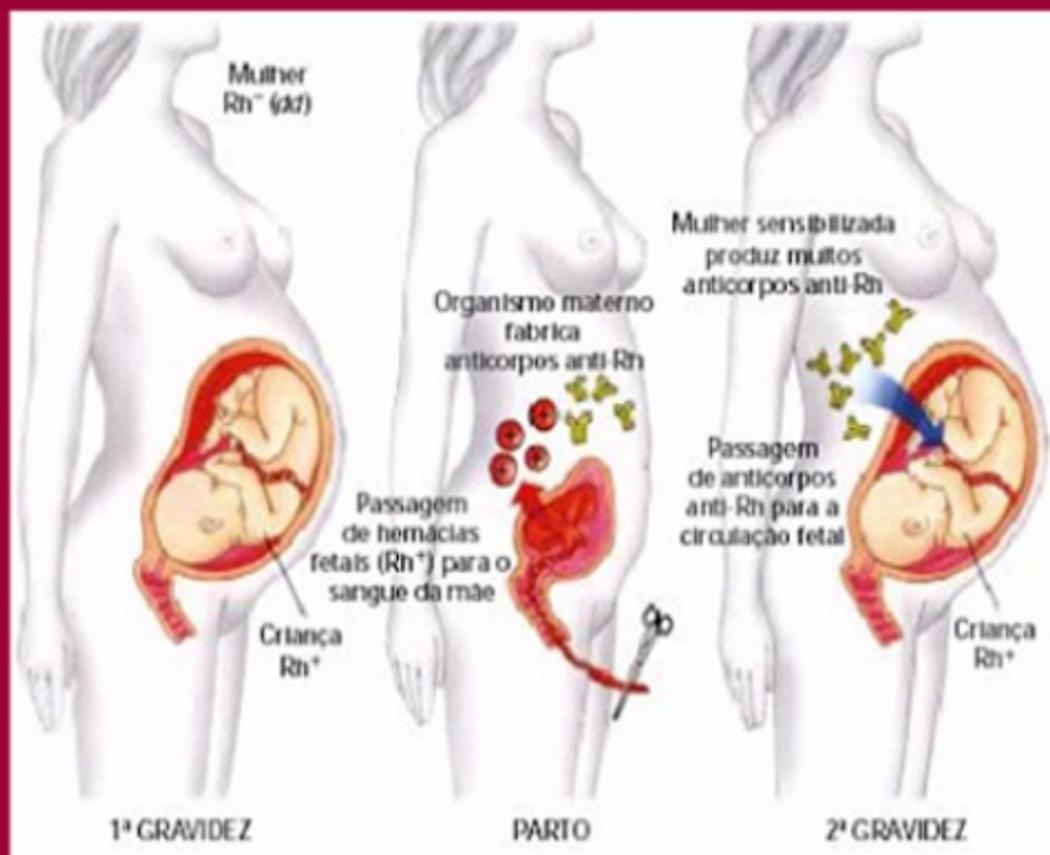
- Transfusão sanguínea
- Exclusão de paternidade
- Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN)

Determinação Genética do Sistema Rh

| Genótipos | Fenótipos |
|-----------|-----------|
| RR | Rh + |
| Rr | Rh + |
| rr | Rh - |

$R > r$

Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN)



AULAS 3, 4 E 5 -ESTUDO DE CASOS CLÍNICOS

(O número de aulas pode variar de acordo com o rendimento da turma)

Objetivo: Proporcionar aos alunos o desenvolvimento de habilidades e conhecimentos aplicados à prática de tipagem sanguínea e transfusões seguras, além de fortalecer a compreensão da importância da compatibilidade sanguínea no contexto de emergências médicas, exclusão de paternidade e risco de doença hemolítica do recém-nascido.

Orientação: Nesta aula os alunos deverão ser divididos em grupos, assumindo o papel de médicos residentes em um hospital fictício, para realização dos testes de tipagem sanguínea. Cada grupo receberá um roteiro a ser seguido. Os procedimentos para a experimentação deverão ser apresentados a cada grupo, porém, sem informações sobre os resultados esperados.

O roteiro foi estruturado de modo a apresentar quatro etapas comuns, sendo elas:

- Apresentação e discussão do caso pelo grupo: Cada grupo receberá um estudo de caso diferente e fará um levantamento de dados e hipóteses de forma colaborativa;
- Contato com a situação-problema: Depois de fazer várias análises do caso apresentado, o grupo irá descrever qual(is) problema(s) norteará(ão) a pesquisa. É nesse momento que os estudantes são convidados a confrontar o problema;
- Simulação e averiguação das hipóteses baseado no teste de tipagem sanguínea: Para comprovar os dados apresentados, o grupo receberá um kit de simulação. Os kits de simulação servirão como pistas estratégicas para unir as hipóteses elaboradas à conclusão do caso. Assim, será construído um cenário investigativo, centralizado na aprendizagem acerca do problema.
- Conclusão do caso: Para finalizar, cada grupo fará suas anotações em uma tabela e responderá as questões propostas no roteiro.

Sugere-se realizar a atividade em rotação por estações, permitindo que os grupos resolvam casos clínicos simultaneamente, otimizando o uso de materiais.

SUGESTÃO DE MONTAGEM DOS KITS DE SIMULAÇÃO DE TIPAGEM SANGUÍNEA

"Para cada caso clínico, os reagentes anti-A, anti-B e anti-D devem ser previamente preparados, de maneira específica, de modo que os kits utilizados no caso 1 não sejam aplicáveis aos demais casos. Em nenhum momento deve haver troca ou mistura entre os reagentes."



Os frasco e tubos devem ser previamente etiquetados.

ATENÇÃO

Obs.: Todos os casos podem ser ajustados para um resultado diferente do proposto, desde que haja uma organização prévia na preparação dos materiais e reagentes.

Caso 1

2 Frascos com gotejador:

Colocar vinagre em ambos os frascos (anti-A e anti-B)

1 Tubo de ensaio com tampa:

Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Murilo será do tipo sanguíneo AB

Caso 2-

Parte 1

Amostra 1

2 Frascos com gotejador: Colocar água em ambos os frascos (anti-A e anti-B)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Amostra 1 será do tipo sanguíneo O

Amostra 2

2 Frascos com gotejador: Colocar água no frasco anti-A e vinagre no frasco anti-B

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Amostra 2 será do tipo sanguíneo B

Amostra 3

2 Frascos com gotejador: Colocar vinagre no frasco anti-A e água no frasco anti-B

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Amostra 3 será do tipo sanguíneo A

Amostra 4

2 Frascos com gotejador: Colocar vinagre em ambos os frascos (anti-A e anti-B)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Amostra 4 será do tipo sanguíneo AB

Caso 2- Parte 2

Carlos

2 Frascos com gotejador: Colocar vinagre no frasco anti-A e água no frasco anti-B

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Carlos será do tipo sanguíneo A

João

2 Frascos com gotejador: Colocar água em ambos os frascos (anti-A e anti-B)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: João será do tipo sanguíneo O

Maria

2 Frascos com gotejador: Colocar vinagre em ambos os frascos (anti-A e anti-B)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Maria será do tipo sanguíneo AB

Caso 3

Ana

1 Frasco com gotejador: Colocar água (anti-D)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Fator Rh de Ana será negativo

Carlos

1 Frasco com gotejador: Colocar vinagre (anti-D)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Fator Rh de Carlos será positivo

Primeiro filho

1 Frasco com gotejador: Colocar vinagre (anti-D)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Fator Rh do primeiro filho será positivo

Segundo filho

1 Frasco com gotejador: Colocar vinagre (anti-D)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Fator Rh do segundo filho será positivo

Caso 4

Joana (mãe)

2 Frascos com gotejador: Colocar água no frasco anti-A e vinagre no frasco anti-B

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Joana será do tipo sanguíneo B

Paulo (pai)

2 Frascos com gotejador: Colocar vinagre em ambos os frascos (anti-A e anti-B)

1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Paulo será do tipo sanguíneo AB

Luísa (filha)

2 Frascos com gotejador: Colocar água em ambos os frascos (anti-A e anti-B)

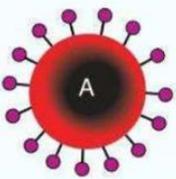
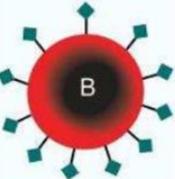
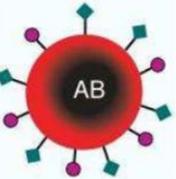
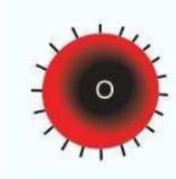
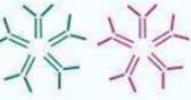
1 Tubo de ensaio com tampa: Colocar leite com corante alimentício vermelho

Resultado: Luísa será do tipo sanguíneo O

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA SOBRE TIPAGEM SANGUÍNEA

Sistema ABO

Contextualização: A variação dos grupos sanguíneos A, B, AB e O está relacionada à presença ou ausência de determinados antígenos nas hemácias ou glóbulos vermelhos. A presença de aglutinogênio A, aglutinogênio B, ambos (A e B) ou nenhum deles caracteriza cada tipo sanguíneo, respectivamente. O sistema de tipagem sanguínea é importante em diversas situações, especialmente em transfusões, na qual a recepção de sangue de um tipo incompatível pode desencadear reações imunológicas graves, resultando na hemólise das hemácias. Nesse contexto, a detecção de anticorpos anti-A e anti-B é fundamental na análise laboratorial para identificar tanto o tipo sanguíneo do receptor quanto do doador, dentro do Sistema ABO.

| | GRUPO A | GRUPO B | GRUPO AB | GRUPO O |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIPO DE HEMÁCIA |  |  |  |  |
| ANTICORPO |  Anti-B |  Anti-A | NENHUM |  Anti-A e Anti-B |
| ANTÍGENO |  A |  B |  A e B | NENHUM |

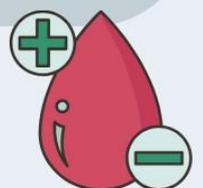
Fonte: Instituto Claro. Disponível em: <https://www.institutoclaro.org.br/educacao/para-ensinar/planos-de-aula/sistema-sanguineo-abo-e-rh-conceitos-e-mecanismos-de-heranca-genetica/>

Fator Rh

O fator Rh é uma proteína encontrada na superfície dos glóbulos vermelhos. Uma pessoa pode ser Rh positivo (Rh+) se tiver essa proteína ou Rh negativo (Rh-) se não tiver.

A Doença Hemolítica do Recém-Nascido (DHRN) ocorre quando a mãe tem sangue Rh- e o bebê herda sangue Rh+ do pai. Durante a gestação ou no parto, o sangue do bebê pode entrar em contato com o da mãe, levando o sistema imunológico materno a produzir anticorpos contra o fator Rh. Em uma segunda gestação com um bebê Rh+, esses anticorpos podem atravessar a placenta e destruir as hemácias do feto, causando anemia grave, icterícia e, em casos extremos, até óbito fetal.

Para prevenir a DHRN, administra-se a imunoglobulina anti-D (vacina Rh) para mães Rh- após o parto, impedindo a sensibilização do sistema imunológico materno.





Execução da prática:

Casos 1, 2 e 4 (Referentes ao sistema ABO)

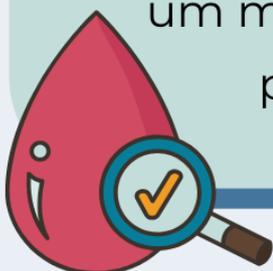
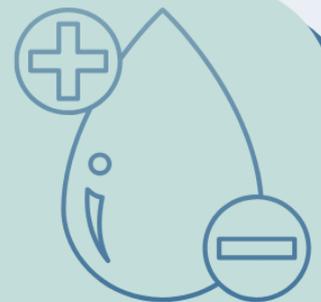
Para determinar o tipo sanguíneo, serão coletadas duas gotas de "sangue" e colocadas em uma lâmina de vidro. Em cada gota, serão adicionadas as seguintes substâncias: à primeira gota, o soro anti-A, e à segunda, o soro anti-B. Misture com o palito de madeira. Após um minuto, as amostras serão observadas quanto à presença ou ausência de aglutinações, determinando assim o tipo sanguíneo.



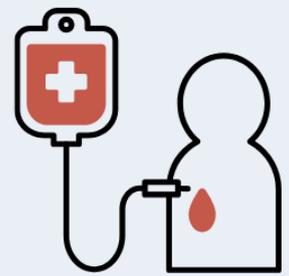
Execução da prática:

Caso 3 (Referente ao Fator Rh)

Para determinar a presença ou ausência do fator Rh, será coletada uma gota de "sangue" e colocada em uma lâmina de vidro. Em seguida, basta adicionar uma do soro anti-D. Misture com o palito de madeira. Após um minuto, a amostra será observada quanto à presença ou ausência de aglutinação.



CASO 1- ACIDENTE GRAVE



Murilo, um jovem de 25 anos, sofreu um grave acidente de carro e perdeu muito sangue, necessitando urgentemente de uma transfusão sanguínea. No entanto, sua tipagem sanguínea não estava registrada em seu prontuário médico. Os profissionais de saúde precisam determinar o tipo sanguíneo de Murilo rapidamente para realizar a transfusão com segurança.

Informações sobre o Paciente:

Murilo, cuja tipagem sanguínea é desconhecida, está gravemente ferido e necessita de uma transfusão de sangue.

Procedimento:

- Coleta de uma amostra de sangue de Murilo para realizar o teste de tipagem sanguínea.
- Realização do teste de tipagem sanguínea para determinar o tipo sanguíneo de Murilo.
- Seleção do doador de sangue compatível com o tipo sanguíneo de Murilo, com base nos resultados do teste.

Resultados do Teste de Tipagem Sanguínea

| | |
|-----------------------------|--|
| Tipo sanguíneo de Murilo | |
| Tipo sanguíneo dos doadores | |



CASO 2-BANCO DE SANGUE

Você trabalha em um banco de sangue e acaba de receber uma remessa para ser armazenada em seu estoque. As bolsas de sangue foram enumeradas de 1 a 4, sendo que a quantidade de cada uma é:

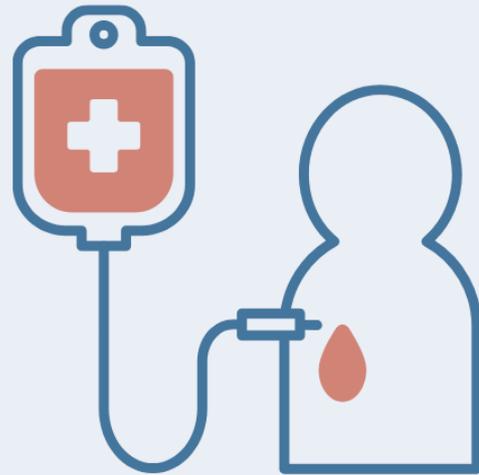
- 2 litros de sangue da amostra 1;
- 3 litros de sangue da amostra 2;
- 1,5 litros de sangue da amostra 3;
- 3,5 litros de sangue da amostra 4;

a) Antes de estocar o sangue você deverá identificar o tipo sanguíneo de cada amostra e completar a tabela.

| TIPOS SANGUÍNEOS DAS AMOSTRAS | | |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------|
| AMOSTRA | GRUPO SANGUÍNEO | VOLUME DISPONÍVEL (L) |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |



b) Surge uma emergência e você recebe pedidos de sangue para a realização de transfusões em três pacientes, cujas amostras de sangue foram coletadas para a identificação do tipo sanguíneo. Considerando que o banco de sangue tenha em seu estoque apenas a remessa em questão, você deverá identificar o tipo sanguíneo de cada paciente e a quantidade de sangue disponível para cada um deles realizarem suas transfusões e completar a tabela.



| TIPOS SANGUÍNEOS DOS PACIENTES E DISPONIBILIDADE DE SANGUE | | |
|------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|
| Nome do paciente | Grupo sanguíneo | Disponibilidade de sangue para transfusão |
| CARLOS | | |
| JOÃO | | |
| MARIA | | |



CASO 3-DOENÇA HEMOLÍTICA DO RECÉM-NASCIDO

Ana e Carlos são um casal que espera seu segundo filho. Durante a primeira gestação, o bebê nasceu saudável, mas Ana teve complicações no final da gravidez e precisou de acompanhamento médico específico. Na segunda gestação, os médicos informaram a Ana e Carlos o risco do bebê desenvolver eritroblastose fetal ou doença hemolítica do recém-nascido. O casal ficou preocupado e não entendeu como isso seria possível, já que o primeiro filho nasceu sem problemas.

Agora, cabe a você estudante, investigar o caso e ajudar Ana e Carlos a compreenderem o que está acontecendo.

| Resultados dos Testes de Tipagem Sanguínea (Fator RH) | |
|-------------------------------------------------------|--|
| Fator Rh de Ana | |
| Fator Rh de Carlos | |
| Fator Rh do 1º filho | |
| Fator Rh do 2º filho | |



Explique o que acontece no organismo da mãe quando ela tem fator Rh negativo e o bebê tem fator Rh positivo.

Por que isso não afeta o primeiro bebê, mas pode afetar as gestações seguintes?

CASO 4- HERANÇA DOS GRUPOS SANGUÍNEOS E EXCLUSÃO DE PATERNIDADE

Joana, mãe de uma menina chamada Luísa, está envolvida em uma disputa legal para determinar se Paulo, seu ex-namorado, é o pai biológico de Luísa. O juiz determinou que, antes de qualquer teste genético mais avançado, fosse feita uma análise dos grupos sanguíneos para verificar a possibilidade de Paulo ser o pai.

Você foi encarregado de investigar se a herança dos grupos sanguíneos pode ser usada para excluir Paulo como pai biológico de Luísa, com base nas informações sobre os grupos sanguíneos dos envolvidos.

| Nome | Grupo sanguíneo |
|---------------|-----------------|
| JOANA (mãe) | |
| PAULO (pai) | |
| LUÍSA (filha) | |

Com base nas informações fornecidas sobre os grupos sanguíneos de Joana, Paulo e Luísa, é possível excluir Paulo como pai de Luísa apenas pela análise de grupos sanguíneos? Justifique sua resposta.



AULAS 6, 7 E 8 CRIAÇÃO DE JOGOS VIRTUAIS

(O número de aulas pode variar de acordo com o rendimento da turma)

Objetivo: Utilizar jogos educativos como ferramenta de ensino para tornar o aprendizado de Genética (Sistema ABO e Fator Rh) mais dinâmico e interativo, estimulando a curiosidade e o interesse dos alunos.

Orientação: A criação de jogos virtuais é melhor realizada em computadores, utilizando a sala de informática da escola. Porém, caso sua escola não disponha desse recurso, os alunos poderão utilizar seus próprios smartphones.

- Organize os alunos em grupos;
- Explique que cada equipe desenvolverá um modelo de jogo distinto, como quiz, jogo da memória, jogo da força, entre outros;
- Permita que cada grupo explore diferentes plataformas e tipos de jogos;
- Sugira algumas plataformas gratuitas, como Kahoot, Genially, Wordwall, Interacty, entre outras;
- Informe que, para acessar e utilizar essas plataformas, é necessário um cadastro com e-mail e senha. Peça aos alunos que anotem os dados utilizados para evitar perda de acesso;
- Após a conclusão dos jogos, os grupos deverão jogá-los entre si para analisar e discutir a eficácia, fazendo ajustes se necessário.

É recomendável que, antes de levar os alunos para produzir os jogos, o professor acesse as plataformas para testá-las.

A produção de jogos nas plataformas citadas é relativamente fácil, não necessitando de conhecimentos de programação.

Passo a passo para criar um jogo na plataforma Wordwall

Inscreva-se com uma conta básica

 Sign in with Google

OU

E-mail

Senha

Confirmar senha

Local
  Brasil

Aceito os [Termos de uso](#) e a [Política de privacidade](#)

Inscrever-se

Inscreva-se com seu e-mail e escolha uma senha

Clique em criar atividade

Wordwall Crie lições melhores mais rapidamente

Minhas atividades Meus resultados **Criar atividade** Atualizar 

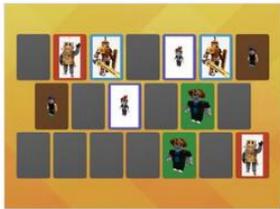
Comunidade ▸ Jogo

Exemplos da nossa comunidade

10.000+ resultados para "jogo"



jogo da força
Jogo da força de Mateusdcarvalho
6º Ano Literatura Brasileira E Portuguesa Artes
Jogo



Jogo da memória do Roblox - Ikaro Fernandes
Combine os pares de Maryliaalbuquerque
Jogo



Alimentação saudável
Acerte as toupeiras de Jpaulas
Jogo

Não conseguiu encontrar? Basta criar a sua!

O Wordwall agiliza e facilita a criação do recurso de ensino perfeito.

- Escolha um modelo
- Digite o conteúdo
- Obtenha um pacote de atividades imprimíveis e interativas

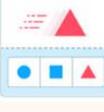
 

Saber mais

Escolher um modelo > Digitar conteúdo > Jogar

Q Pesquisar modelos:

Classificar por: **Mais populares** Ordem alfabética

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Questionário Uma série de perguntas de múltipla escolha. Toque na resposta correta para continuar.</p> |  <p>Associação Arraste e solte cada palavra-chave ao lado de sua definição.</p> |  <p>Roleta aleatória Gire a roleta para ver qual item aparece em seguida.</p> |
|  <p>Combine os pares Toque em um par de peças de cada vez para revelar se elas combinam.</p> |  <p>Abra a caixa Toque em uma caixa de cada vez para abrir e revelar o item.</p> |  <p>Cartas aleatórias Distribua cartas aleatoriamente de um baralho embaralhado.</p> |
|  <p>Complete a frase Uma atividade de cloze em que você arrasta e solta palavras em espaços em branco dentro de um texto.</p> |  <p>Classificação em grupos Arraste e solte cada item no grupo correspondente.</p> |  <p>Game show de TV Um questionário de múltipla escolha com tempo, ajuda e rodada bônus.</p> |
|  <p>Encontre a combinação Toque na resposta correspondente para eliminá-la. Repita até que todas as respostas desapareçam.</p> |  <p>Caça-palavras As palavras estão escondidas em uma grade de letras. Encontre-as o mais rápido que puder.</p> |  <p>Desembaralhe Arraste e solte as palavras para reorganizar cada frase na ordem correta.</p> |

Escolha o modelo de jogo



REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

Disponível em:

http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 03 fev. 2023.

CARVALHO, A. M. P. de et al. Ensino de Ciências - Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

OLIVEIRA, Andressa. "Sangue fake para suas aulas de sistema ABO: uma aula do Doc que me impactou". Disponível em:

<https://www.profandressabio.com/post/sangue-fake-para-suas-aulas-de-sistema-abo-uma-aula-do-doc-que-me-impactou>. Acesso em: 10 de março de 2024.

SASSERON, L.H; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo. Investigações em Ensino de Ciências – V16(1), pp. 59-77, 2011.

AUTORIA DAS IMAGENS

A maioria das imagens utilizadas na diagramação e design deste material estão disponibilizadas livremente no site do Canva. As demais imagens foram obtidas do acervo da autora ou no banco de imagens do Google.

O TCM na íntegra pode ser consultado no Repositório Institucional da UFMG.





Autora

Elionay Loren Resende

Mestranda pelo PROFBIO

Professora da Rede Pública Estadual-MG

Contato: elionayloren@yahoo.com.br

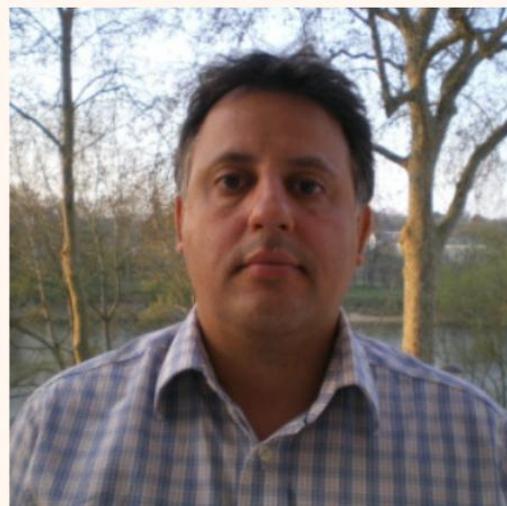
Orientador

Marcos Horácio Pereira

Doutor em Ciências Biológicas pela
Universidade Federal de Minas Gerais

Professor Titular do Departamento de
Parasitologia do ICB/UFMG

Contato: marcoshp@ufmg.br





AGRADECIMENTOS



Prof. Dr. Marcos Horácio Pereira

Prof^a. Dr^a. Denise Maria Trombert De Oliveira

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





Belo Horizonte - 2025



ANEXO A- Parecer consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO: EXPLORANDO OS GRUPOS SANGUÍNEOS ATRAVÉS DE MÉTODOS INVESTIGATIVOS E JOGOS

Pesquisador: Marcos Horácio Pereira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 79848224.7.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.027.551

Apresentação do Projeto:

Resposta ao parecer 6.908.290

Proposta de mestrado profissional no ICB Departamento de Parasitologia

Este projeto visa desenvolver uma metodologia inovadora para o Ensino de Biologia, reconhecendo as necessidades educacionais dos alunos, envolvendo uma abordagem qualitativa, do tipo pesquisa-ação, e contará com a participação de alunos do terceiro ano do Ensino Médio, em uma escola pública no município de Piracema -MG. A proposta inclui a criação de uma sequência didática investigativa que utiliza tecnologias acessíveis, como uma atividade envolvendo "sangue artificial" e a elaboração de um jogo virtual educativo. Os conteúdos abordados na elaboração da Sequência Didática incluem os conceitos fundamentais da Genética, com ênfase na compreensão da herança dos grupos sanguíneos, destacando sua importância em procedimentos como transfusões e testes de paternidade. O objetivo principal é proporcionar uma experiência interativa e envolvente para os alunos, permitindo-lhes compreender e simular os princípios da herança dos grupos sanguíneos de maneira prática e divertida. A proposta busca integrar educação e entretenimento, utilizando plataformas de jogos como ferramenta educacional para ensinar conceitos de genética relacionados à herança dos grupos sanguíneos. Ao aliar o Ensino Investigativo e jogos virtuais, o projeto busca oferecer uma abordagem mais dinâmica ao conhecimento científico, aproveitando o conhecimento

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 7.027.551

prévio dos alunos sobre tecnologias da informação. A estratégia visa não apenas melhorar o desenvolvimento cognitivo dos alunos, mas também estimular a alfabetização científica, interação social e proporcionar uma experiência educacional mais envolvente. Em síntese, o projeto busca atender às demandas contemporâneas do ensino, priorizando o protagonismo estudantil, interatividade e o uso de tecnologias acessíveis para aprimorar a eficácia do processo de aprendizado em biologia.

Metodologia Proposta: Etapa 1: Contextualização e Introdução Aula 1: Para iniciar a sequência didática, os alunos serão convidados a preencher um questionário no Google Forms, a fim de avaliar seu conhecimento prévio sobre herança genética e grupos sanguíneos. Logo após, ocorrerá a introdução ao conteúdo de herança dos grupos sanguíneos, assunto proposto pelo plano de curso do Currículo de Básico da Secretaria de Educação de Minas Gerais (SEEMG, 2024). Diante do exposto será realizada a pergunta norteadora: Como os conhecimentos sobre grupos sanguíneos podem ser aplicados em situações práticas do dia a dia, como doações de sangue, determinação da paternidade e transfusões sanguíneas?

Etapa 2: Atividade investigativa: Estudo de casos clínicos e simulação com sangue artificial Aulas 2, 3 e 4 - A cada grupo de alunos será apresentado um estudo de caso diferente em relação a temática de grupos sanguíneos (acidente com a necessidade de transfusão sanguínea, gravidez de risco com eritroblastose fetal, paternidade e sistema ABO, incompatibilidade sanguínea e reações transfusionais). Para a sequência didática, os estudantes vão simular serem médicos residentes de um hospital hipotético, onde terão que resolver as questões problema propostas. Os roteiros de cada caso serão estruturados de modo a apresentar quatro etapas comuns, sendo elas: Apresentação e discussão do caso pelo grupo: Cada grupo receberá um estudo de caso diferente. Onde terão que fazer um levantamento de dados e hipóteses de forma colaborativa. Contato com a situação problema: Depois de fazer várias análises do caso apresentado, o grupo irá descrever qual(is) problema(s) norteará a pesquisa. É nesse momento que os estudantes são convidados a confrontar o problema com os dados anteriores. Simulação e averiguação das hipóteses baseado no teste de tipagem sanguínea: Para comprovar os dados apresentados, o grupo receberá um kit de simulação (feito pelo professor e específico para cada caso). Os kits de simulação servirão como pistas estratégicas para comunicar o que foi e o que precisa ser aprendido para a conclusão do caso. Assim, teremos um cenário investigativo, centralizado na aprendizagem acerca do problema. Conclusão do caso. Cada grupo irá redigir um relatório e apresentar os resultados e o caminho percorrido para chegar à conclusão. Etapa 3: Criação dos jogos para reforçar a compreensão do conteúdo Aulas 5 e 6 Usando o laboratório de informática, os alunos irão desenvolver os jogos

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 7.027.551

virtuais. Depois de criar os jogos, os grupos devem testar com outros colegas ou com o professor. Isso ajuda a identificar possíveis ajustes, erros ou melhorias necessárias. Com base no feedback recebido durante os testes, os grupos devem fazer os ajustes finais em seus jogos, garantindo que eles sejam educativos, precisos e divertidos. Etapa 4 : Conclusão Aula 7 : Para finalizar, os discentes serão instruídos a fazer um mapa de conceitos .Nessa fase é esperado que os grupos de estudantes construam explicações, afirmações ou posicionamentos de maneira a responder à pergunta norteadora. Apesar de a argumentação estar presente em todo o ciclo investigativo, é na fase de conclusão que os argumentos finais, que articulam as evidências, os conhecimentos prévios e científicos são construídos ou sistematizados.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Facilitar a compreensão de tópicos de genética humana (Hereditariedade), utilizando uma abordagem investigativa através de atividades práticas onde os alunos simularão a realização do teste de tipagem sanguínea (sistema ABO) e participarão da criação de jogos virtuais. Objetivo Secundário: Elaborar uma Sequência Didática e aplicá-la com estudantes do Ensino Médio na compreensão da herança dos grupos sanguíneos; Estimular os estudantes a realizar simulações de casos de transfusões de sangue e testes de paternidade, propondo perguntas e hipóteses a serem testadas; Estimular os alunos a selecionar as informações importantes do conteúdo para a construção dos jogos

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo TCLE, TALE:

“Os riscos em envolvidos são mínimos, a participação nas atividades a serem desenvolvidas pode gerar estresse, cansaço, constrangimento, sensações e sentimentos dessa natureza devido à exposição das suas experiências, opiniões, reflexões onde o estudante deixa de ser passivo na aprendizagem para se tornar ativo neste processo.” A pesquisa irá contribuir no sentido de lhe proporcionar o desenvolvimento do conhecimento através do método científico, dando lhe condições de construir hipóteses, observação de dados, interação social com outros estudantes, podendo levá-los a argumentação científica e alfabetização científica, proporcionando uma formação completa”

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Conforme o parecerista do projeto, "o projeto busca atender às demandas contemporâneas do ensino, priorizando o protagonismo estudantil, interatividade e o uso de tecnologias acessíveis

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 7.027.551

para aprimorar a eficácia do processo de aprendizado em biologia.".

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram inseridos os seguintes documentos:

Folha de rosto assinada

Informações básicas

Declaração de aprovação do projeto pela câmara do departamento de Parasitologia

Parecer do departamento de origem sobre o projeto Projeto de pesquisa

Projeto de Pesquisa, com cronograma atualizado

Carta resposta ao CEP

Carta de anuência da escola

Termo de uso da imagem

TCLE atualizado

TALE atualizado

Recomendações:

O parecer CEP anterior solicitou:

Inserir carta de anuência da escola; - solicitação atendida.

Fazer as alterações no TALE e TCLE indicando que a participação não afetará as notas do estudante. √
Solicitação atendida.

Alterar o cronograma de modo a indicar que o início da pesquisa será após aprovação pelo CEP. √
solicitação atendida.

Apresentar no TCLE e TALE informações sobre em qual programa de pós-graduação a pesquisa está sendo realizada e que é no nível de mestrado. Além disso, identificar quem é o mestrando e o pesquisador responsável, pois estas informações estão iguais nos espaços das assinaturas. √ solicitação atendida.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as solicitações feitas pelo CEP foram atendidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 7.027.551

durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2234189.pdf | 15/07/2024 18:16:18 | | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | Projeto_TCM__Elionayassinado.pdf | 15/07/2024 18:15:44 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |
| Outros | Carta_resposta_ao_CEP.pdf | 15/07/2024 18:13:07 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |
| Outros | carta_de_anuencia.pdf | 15/07/2024 18:11:51 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TALE_mestrado_Elionay.pdf | 15/07/2024 18:09:41 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE_mestrado_Elionay.pdf | 15/07/2024 18:07:47 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |
| Outros | SEI_3230019_Declaracao.pdf | 16/05/2024 16:24:24 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |
| Outros | Parecer.pdf | 16/05/2024 16:22:43 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |
| Folha de Rosto | Folha_de_rostoassinada.pdf | 17/04/2024 14:33:15 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TERMO_USO_DE_IMAGEM.pdf | 06/04/2024 15:24:50 | ELIONAY LOREN RESENDE | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 7.027.551

BELO HORIZONTE, 23 de Agosto de 2024

Assinado por:
RAFAEL ROMERO NICOLINO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antonio Carlos, 6627 2º. Andar Sala 2005 Campus Pampulha

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br